

# LAS EMPRESAS DE BIOTECNOLOGÍA EN ARGENTINA

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva  
Secretaría de Planeamiento y Políticas



DOCUMENTOS DE TRABAJO



Presidencia  
de la Nación

Ministerio de  
Ciencia, Tecnología  
e Innovación Productiva



Secretaría de  
Planeamiento y Políticas

# LAS EMPRESAS DE BIOTECNOLOGÍA EN ARGENTINA

Junio 2014



**Presidencia  
de la Nación**

Ministerio de  
Ciencia, Tecnología  
e Innovación Productiva



Secretaría de  
Planeamiento y Políticas

## AUTORIDADES

### Presidenta de la Nación

Dra. Cristina Fernández de Kirchner

### Ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Dr. Lino Barañao

### Secretaria de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Dra. Ruth Ladenheim

### Subsecretario de Estudios y Prospectiva

Lic. Jorge Robbio

### Director Nacional de Información Científica

Lic. Gustavo Arber



**Presidencia  
de la Nación**

Ministerio de  
Ciencia, Tecnología  
e Innovación Productiva



Secretaría de  
Planeamiento y Políticas

## RECONOCIMIENTOS

Las tareas de recopilación, ordenamiento y procesamiento de la información tratada en el presente documento, fueron realizadas por la Dirección Nacional de Información Científica (DNIC) dependiente de la Secretaría de Planeamiento y Políticas del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la República Argentina.

El presente estudio se llevó a cabo en el marco del Acta Complementaria N° 3 del Convenio Marco de Cooperación N° 044/10, firmado el 15 de agosto de 2012 entre el Ministerio y la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Tecnología (OEI). El análisis estuvo a cargo de Roberto Bisang (OEI).



## CONTENIDO

Introducción.....	5
CAPITULO I: PANORAMA GENERAL DE LAS EMPRESAS DE BIOTECNOLOGÍA EN ARGENTINA.....	10
1.1    Las empresas de biotecnología en Argentina .....	10
1.2    Perfil económico de las empresas de biotecnología en Argentina.....	17
1.3    Investigación y desarrollo en biotecnología.....	25
1.4    Empresas nacionales de biotecnología: comparación internacional y perspectiva local. ....	31
CAPITULO II: APLICACIONES SECTORIALES DE LA MODERNA BIOTECNOLOGÍA EN ARGENTINA.....	36
2.1    Genética vegetal: semillas de cultivos anuales. ....	36
2.2    Genética vegetal: micro-propagación de cultivos .....	48
2.3    Genética animal. ....	51
2.4    Inoculantes .....	58
2.5    Salud humana y medicamentos. ....	62
2.6    Sanidad animal.....	68
2.7    Fertilización humana .....	71
2.8    Insumos industriales.....	72
Conclusiones .....	77



## INTRODUCCIÓN

¿Por qué es relevante el uso de la biotecnología aplicada a nuevos (y pre existentes) productos y/o procesos productivos? ¿Dónde radica la relevancia de pasar de los trabajos teóricos -que generalmente enriquecen la base de conocimiento libre de la sociedad y los antecedentes de los científicos y tecnólogos- a la aplicación concreta de tales herramientas en la esfera productiva -que, a su vez, impulsa el producto y sienta las bases para el desarrollo?

Algunos párrafos destinados a para poner el tema en perspectiva, especialmente desde la mirada productiva. Existe acuerdo sobre el concepto que señala que la economía contemporánea se encuentra inmersa en profundos cambios tecnoproductivos centrados en la aplicación productiva de las Tecnologías de la Información y la comunicación (TIC) y la biotecnología. Y los pronósticos para las décadas venideras parecen augurar que aún se está lejos de estar en presencia, a corto plazo, de un contexto estable (particularmente en el plano biotecnológico).

Ocurre que las proyecciones poblacionales -los 9 mil millones de personas estimadas para el año 2050-, la constante incorporación de nuevas franjas poblacionales al consumo masivo, la urbanización creciente en marcha en economías (dinámicas) en vías de desarrollo y la tendencia a reproducir y ampliar los patrones de consumos energo-intensivos por parte de las nuevas clases sociales en ascenso en tales países, inducen a pensar en una fuerte presión sobre los recursos naturales en las próximas décadas (FAS-USDA, 2007; OCDE -FAO, 2008; FAO, 2011).

Más allá de las promisorias perspectivas que en materia energéticas se abren a partir del desarrollo de nuevas tecnologías de extracción (i.e. "*shale oil*", particularmente en los Estados Unidos de Norteamérica) todo indica que las restricciones afectarán severamente a la oferta de los combustibles fósiles, estableciendo mayores restricciones energéticas y con ello afectando buena parte de los denominados materiales sintéticos -que históricamente han tenido como el epicentro a la industria petroquímica-. Y, en buena medida, ello arrastra e impone nuevas restricciones al uso



de las manufacturas de minerales inertes. Así, a las presiones sobre los recursos naturales provenientes del área alimenticias se suman -en particular- la de los biocombustibles (de primera y segunda generación) y -en general- de la bio-industria.

Frente a este escenario y con distintos ritmos -según países, iniciativas y consensos sociales- se consolida el concepto de bio-economía como un enfoque económico donde las restricciones últimas están dadas por las dotaciones de factores naturales no renovables a corto plazo -los minerales, la cantidad de agua, los cambios en el clima-; tiene como meta el desafío de hacer consistente el desarrollo masivo –basado en la extensión de las pautas actuales de consumo-con criterios de sustentabilidad ambiental (Georgescu-Roegen N. , 1996; OECD, 2009).

Encuentra su punto de partida en el reemplazo creciente del uso de materia prima no renovable (inerte) por otra de origen biológico reproducible y sustentable intertemporalmente. En los inicios del esquema productivo, se trata de captar la energía libre en reemplazo creciente de aquella de origen fósil no renovable; “aguas abajo”, intenta modificar la genética vegetal y animal y su interacción con el medio ambiente; mas “industrialmente”, los contenidos de reactores químicos de petro-origen tienden a reemplazarse por otros en base a biomasa donde enzimas (generalmente recombinadas) “producen” las estructuras básicas de las principales síntesis químicas. Metafóricamente más que en el *cracking* del petróleo como epicentro del paradigma energo-intensivo, a futuro las economías desarrolladas apuntan al *cracking* del maíz (u otros cultivos, planta, animales u otros seres vivos) como estadio inicial de la transformación productiva. Plantas y animales no son pensados estratégicamente como exclusivas fuentes alimenticias sino como captadores y transformadores de energía libre -vía fotosíntesis-. Nuevamente apelando a las metáforas se transita lentamente del agro al *molecular farming*.

En este proceso, uno de los “factores claves” es la moderna biotecnología, aplicada como una herramienta de uso horizontal y múltiple que mejora la eficiencia transformadora de energía de los procesos, crea nuevos productos y/o facilita los actuales procesos industriales (reduce costos, mejora rendimientos, estabiliza



comportamientos, etc.). De allí que la biotecnología se convierte paulatinamente en unos de los epicentros de la bioeconomía como enfoque aplicado a la producción.

Se trata de una disciplina consistente en “*la aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, así como a partes, productos y modelos de los mismos, con el objeto de alterar materiales vivos o no, con el fin de producir conocimiento, bienes y servicios*” (OECD, 2005).

Como tal tiene una fuerte impronta científica de corte general y una serie de especificidades en lo que hace a su aplicación a campos productivos particulares. O, en otros términos, se conforma en base a una plataforma de conocimientos muy específicos pero de usos -en términos de principios generales- múltiples.

Indudablemente el *cracking* celular abre tantas posibilidades como reparos a la hora de su aplicación al mundo concreto, pero más de allá de ello debe reconocerse su poder disruptivo y su potencial económico, especialmente para aquellas sociedades - como la local- cuya economía tiene -en sus diversas variantes- su vórtice en el desarrollo de los recursos naturales (Encrucijadas, 2001; Anlló et. al, 2013).

En ese sentido, y a modo de hipótesis, las bases para el despegue de la biotecnología tienen una larga trayectoria evolutiva en distintos planos que se aúnan en las últimas décadas y dan como resultado el nivel y perfil actual de la actividad. Más de una centuria de investigaciones en materia de biomedicina sentaron las bases para algunos desarrollos actuales aplicados a la restauración de la salud humana; coincidentemente, existe una larga tradición en la formación de recursos humanos e investigaciones en materia de biología; con similar tendencia, en otro plano, el desarrollo de las carreras de agronomía, veterinaria (y afines) y otras iniciativas públicas y privadas fueron sentando las bases para el dominio en los procesos de fito-mejoramiento vegetal y en las mejoras de razas de animales que, a posteriori, servirán como las plataformas operativas para la aplicación de la moderna biotecnología. Una mención particular cabe al sector farmacéutico que también



desarrolló un sendero evolutivo que lleva más de una centuria y que servirá de soporte a los desarrollos biotecnológicos.

De esta forma, la relevancia de los desarrollos en materia biotecnológica tiene por un lado la relevancia estratégica en el marco del incipiente desarrollo de la bio-economía y, por otro, en las capacidades pre-existentes para su aplicación a casos concretos en la economía argentina.

De manera casi excluyente, el impacto real de esta actividad sobre el desarrollo de la sociedad se ve mediada por la actividad de las empresas -públicas o privadas-. Sin desconocer el rol desempeñado por algunos institutos públicos de CyT como "transferidores" de productos biotecnológicos al medio productivo, el grueso del impacto real depende del accionar de las denominadas empresas de biotecnología.

Precisamente este trabajo apunta a brindar un panorama económico y productivo de las empresas de moderna biotecnología en argentina. Cabe advertir, tempranamente, al lector que se trata de una aproximación por varias razones. Inicialmente conviene identificar con precisión el contenido de la expresión antes mencionada. Definimos como "...*empresas de biotecnología a aquellas que : i) desarrollan el proceso desde la investigación (sea propia o subcontratada) hasta el producto final<sup>1</sup>; ii) las empresas privadas que sin efectuar investigaciones científicas se ocupan del escalado industrial, afinamiento del proceso y venden a otras empresas usuarias insumos biotecnológicos<sup>1</sup>; iii) empresas que detentando el desarrollo de productos y/o procesos biotecnológicos lo reproducen para su posterior uso final (caso de las productoras de semillas y/o empresas de reproducción animal y/o micro-propagación vegetal)*" (Anlló, Bisang y Stubrin, 2011). De allí que queden excluidas aquellas producciones que surjan del uso posterior de productos (o insumos) calificados como biotecnológicos -por ejemplo los granos provenientes de semillas modificadas genéticamente, o los kits de diagnósticos en base a enzimas recombinadas<sup>1</sup>- y los

---

<sup>1</sup>En este caso se considera la producción de semillas obtenidas usando técnicas de la moderna biotecnología pero se excluyen la cosecha de los agricultores de granos (aunque estos sean transgénicos).



productos biotecnológicos obtenidos por técnicas convencionales -como el caso de las levaduras-. Aun así se priorizó un criterio amplio que permite incluir unos pocas empresas con capacidad de acceder sin mayores dificultades al uso y/o desarrollo de la moderna biotecnología.

Sumado a ello, la definición de moderna biotecnología es lábil y sujeta a cambios constantes. El criterio empleado fue la calificación de las empresas a partir del uso de una serie de técnicas específica siguiendo criterios internacionales (OECD, 2005). Ello tiene dos ventajas: aporta objetividad al análisis y permite (tentativas) comparaciones internacionales<sup>2</sup>.

Finalmente la captación de información se refirió a parámetros económicos de empresas que en algunos casos desarrollan otras actividades complementarias (demandando estimaciones realizadas por los propios interesados respecto a "lo biotecnológico"); se trata de estimaciones referidas al año 2012 captadas a través de un instrumento específico y desarrollado principalmente en el primer semestre del año 2013 (MINCYT, 2013).

A partir de estas advertencias, el trabajo se estructura de la siguiente manera: en el capítulo inicial se brinda un panorama general del accionar de las empresas de biotecnología en argentina con algunas comparaciones internacionales. A posteriori el análisis se desagrega en función de varias áreas específicas de aplicación a fin de contextualizar la relevancia de la aplicación de esta tecnología.

---

<sup>2</sup> En este caso las comparaciones internacionales se basan en diversos trabajos que tienen tres vertientes: i) compilación de estadísticas por parte de organismos internacionales (OECD y otros); ii) informes nacionales realizados por asociaciones de productores o autoridades públicas de los respectivos países; iii) trabajos llevados a cabo por consultoras internacionales focalizados hacia los mercados de capitales en los que operan estas empresas (Ernst and Young, Deloitte, AMX entre otras). Para el caso local además de la mencionada Encuesta, se utilizan trabajos similares previos e información secundaria proveniente de los balances de las empresas, las Cámaras empresarias y otras fuentes secundarias para datos específicos (Mercado, Prensa Económica y otras).



## CAPITULO I: PANORAMA GENERAL DE LAS EMPRESAS DE BIOTECNOLOGÍA EN ARGENTINA

### 1.1 Las empresas de biotecnología en Argentina

A lo largo del año 2012 se ha registrado la presencia de *178 empresas de biotecnología (EB)* en Argentina, dedicadas a una amplia gama de actividades que van desde la producción de semillas a los medicamentos de uso humano pasando por la fertilización humana asistida, la reproducción animal, el desarrollo de insumos biotecnológicos aplicables a la industria y otras actividades.

Dicha cifra surge del “Relevamiento Nacional de Biotecnología” llevado a cabo desde la Dirección Nacional de Información Científica en relación con el desarrollo de las tecnologías de propósito general y a los lineamientos estratégicos establecidos en el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, “Argentina Innovadora 2020<sup>3</sup>”.

Se trata de empresas calificadas como empresas biotecnológica (EB) a partir de las definiciones mencionadas en la introducción siguiendo los criterios establecidos

---

3. El proyecto tuvo como objetivo inicial recabar información acerca del esfuerzo y del comportamiento de investigación, desarrollo e innovación de las empresas y de los grupos de investigación de las instituciones públicas de CyT vinculados al desarrollo de la biotecnología en el país, con la finalidad de conformar un sistema de indicadores y generar insumos para la planificación de políticas orientadas a la mejora del sector. Dicho relevamiento se desarrolló a lo largo del año 2013, en base a un formulario específico (Relevamiento Nacional de Empresas de Biotecnología que se anexa) y a partir de la confección de un padrón tentativo de empresas de biotecnología en Argentina. En base a diversas fuentes de información se conformó un padrón tentativo inicial de 299 empresas potenciales en cuanto a realizar alguna actividad relacionada a la biotecnología. La Encuesta fue enviada a la totalidad de dicho universo y las respuestas obtenidas -que captaron respuestas de la casi totalidad de las empresas relevantes- permitió establecer la existencia de conjunto de 178 empresas. Para este universo de empresas comprobadamente biotecnológicas, se recabaron los datos de contacto e información general de cada una de ellas, contemplando tanto las grandes empresas como los micro-emprendimientos y las diferentes actividades de aplicación económica relacionadas al campo de la Biotecnología: *Salud humana, Inoculantes, Reproducción animal, Insumos Industriales, Semillas, Fertilización humana asistida, Salud animal, y Micro-propagación Vegetal*. Esta clasificación facilitó tanto la identificación de las empresas y la conformación del padrón, como así también contar con información que permita criterios de expansión para la totalidad del mercado. De allí que aunque se mencione a la Encuesta como eje de captación de la información en los hechos los datos tienen sentido censal.



oportunamente por la OECD, que registran producciones de productos biotecnológicos o utilizan técnicas catalogadas como de moderna biotecnología.

El primer interrogante que surge es acerca del significado de esta cifra. En búsqueda de alguna aproximación cabe señalar que -a diferencia de lo que ocurre en otros campos empresarios en expansión de empresas ligadas a tecnologías de punta como el de las TIC donde se cuentan por miles- la biotecnología conforma una actividad altamente selectiva y con rasgos de exclusividad acotado a un número menor de firmas. Ello remite a la comparación internacional-con todas las prevenciones del caso para este tipo de perspectivas- para “ubicar” las cifras argentinas.



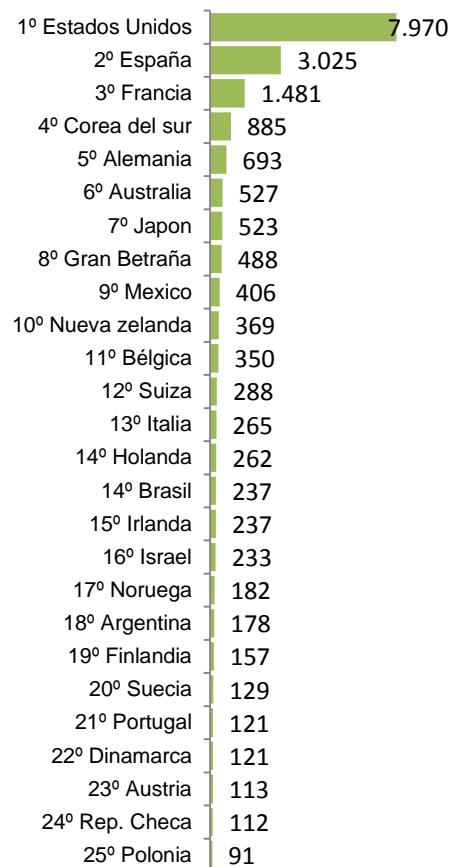
Cómo se desprende del gráfico Nro. 1 se trata de un sub-segmento tan acotado como relevante donde la pre-eminencia recae en los países más desarrollados, especialmente los Estados Unidos<sup>4</sup>(operan cerca de 8.000 de este tipo de empresas).

Recordando que se trata de cantidad empresas -independientemente de sus niveles de facturación y capitales técnicos- Argentina si bien no se cuenta entre los países líderes se ubica convenientemente entre los veinte países más relevantes.

A nivel mundial cuenta con registros similares a países con niveles de desarrollo muy superiores -como los casos de Italia y/o los países escandinavos-.

Se ubica en cambio, con cierto liderazgo en términos latinoamericanos, a niveles similares de Brasil –cabe recordar que dicho país tiene un PBI que sextuplica al argentino<sup>5</sup>.

**Gráfico Nro. 1.  
Empresas Biotecnológicas.  
Países Seleccionados  
-cantidades-**



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de OECD (2013) y Brazilian Association of Biotechnology (2011).

<sup>4</sup> Se destaca que la cifra de empresas de los Estados Unidos está influida por la presencia de un gran número de empresas constituidas como tales al solo efecto de operar en los mercados de capitales y acceder a capitales líquidos o simplemente vender activos tecnológicos (especialmente patentes y/o modelos de productos) sin que necesariamente y de manera previa hayan encarados procesos de producción comercialmente exitosos. Las cifras son compatibles -en líneas generales- a las presentadas para algunos países en los informes anuales de Ernst and Young (2013).

<sup>5</sup>No se cuenta con información de las empresas de México, que conforma otro de los países de la región con actividades en el campo de biotecnología.



El conveniente posicionamiento del país tiene como punto partida un sendero evolutivo empresarial de más de tres décadas. En tal sentido, diversos autores señalan que ya en los años 80 -cuando comenzaron a aparecer en el mercado los primeros productos biotecnológicos aplicados a la salud humana y genética vegetal- nuestro país contaba con desarrollos comerciales exitosos en base al uso de estas tecnologías. La producción de interferón, enzimas microbianas, micro-propagación de cultivos y reactivos químicos fueron los primeros desarrollos con sus respectivos correlatos empresariales en simultáneo con el desarrollo de firmas similares en Estados Unidos y Europa (Bercovich y Katz, 1990; Dellacha J. et al, 2002 y 2003).

El valor del mercado mundial de productos biotecnológicos es de magnitud incierta dada la multiplicidad de aplicaciones y la labilidad de la cobertura de "lo biotecnológico". Aun considerando ello y a título sólo indicativo, cabe señalar que de acuerdo a un informe privado de un relevamiento realizado en USA, los países de la CEE, Canadá y Australia se registran poco más de 4.400 empresas -que cotizan en los principales mercados accionario de tales países- con una facturación del orden de los 89.000 millones de dólares, un nivel de empleo de 165,100 personas y una inversión en actividades de I+D de 25.500 millones de dólares(o sea una tasa de inversión sobre respecto de las ventas del 28 %) (Ernst and Young, 2013).

Estas empresas -con mayoría de origen norteamericano- operan en un mercado expansivo y de alta tasa de creación/mortalidad de firmas, con valores de sus acciones que crecen por encima del promedio industrial y sujeto a múltiples procesos de adquisiciones, fusiones y acuerdos estratégicos para desarrollos comunes.

El fenómeno se inscribe en la habitual tendencia de una alta presencia de empresas "jóvenes" sobre el stock de firmas, propia de las actividades incursas en cambios tecno-productivos radicales. Un informe referido a las empresas mundiales más dinámicas que cotizan en los mercados de capitales indica que en USA sólo el 22% de las firmas -que cotizan en los mercados accionarios de ese país- tiene más de un lustro, mientras que en los países de la CEE 1/3 del stock de empresas de tiene más



de 5 años (Ernst and Young, 2013). Si bien los datos americanos y europeos deben relativizarse dado que se trata de espacios de negocios donde las fuentes de financiación son prioritariamente los mercados de capitales (con los riesgos que ello conlleva), y que la base de datos se refiere a empresas muy influidas por este tipo de prácticas y que no se contemplan a firmas que adquieren a otras (o que siendo de otros rubros incursionan con una división de negocios en biotecnología), como se examina a continuación el perfil empresario local es compatible con la tendencia internacional.

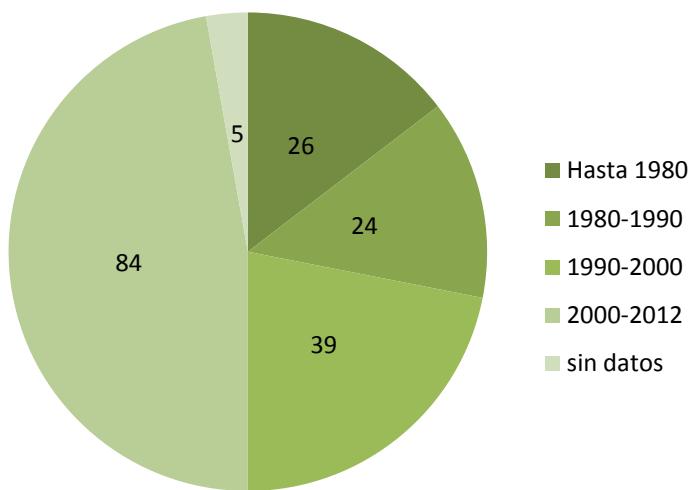
En menor medida algo similar ocurre en Argentina: un desarrollo contemporáneo con los primeros desarrollos exitosos internacionales y un perfil etario dominado por firmas de reciente desarrollo. El temprano desarrollo empresarial argentino, que remonta a inicios de los años 80, tuvo su epicentro en acotado número de empresas y productos. Los económicamente azarosos años 80 y 90 conformaron un ambiente complejo para el desarrollo de estos emprendimientos; no obstante ello, la mayoría persistió -en algunos casos por su propia solidez y en otros, además de ello, por formar parte de estrategias empresarias que incluían otras actividades de soporte- y se relanzaron cuando la economía retomó su sendero de crecimiento en la última década.

En ese sentido, un pequeño núcleo fue creado antes de 1980 (generalmente empresas dedicadas a actividades colaterales que ingresan tardíamente a la biotecnología) y otro segmento de similar relevancia lo hizo en la década de los años 80. (Ver Gráfico Nro. 2).



Gráfico Nro. 2. Perfil de Empresa por año de fundación

-cantidad-



**Nota:** Las cifras incluso subestiman el fenómeno dado que se considera el año de fundación desechando la posibilidad -como de hecho se verifica en varias empresas- de firmas que son de larga data pero recientemente ingresan a la producción de productos biotecnológicos.

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de la Encuesta Nacional de Empresas de Biotecnología MINCYT, 2013.

El dato más destacable es que el 47% de las firmas en operación actualmente fueron fundadas en la última década; se trata de poco más de 80 empresas que comenzaron sus operaciones desde el año 2000 a la fecha.

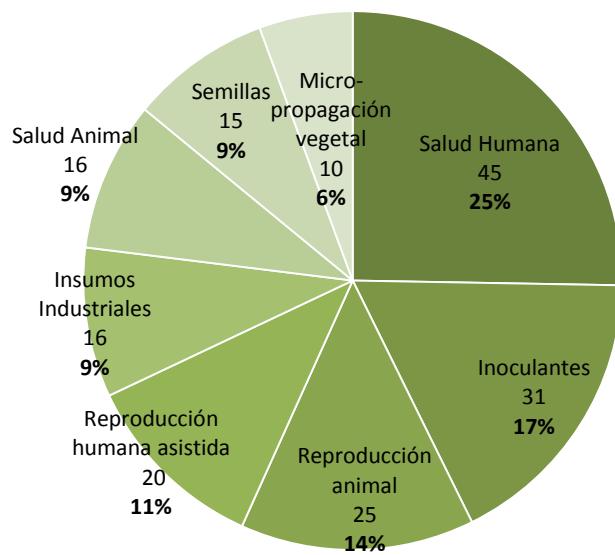
Para completar el sucido panorama general a nivel empresario cabe remarcar que – considerando cantidades de firmas (no su facturación) – existe una fuerte presencia de empresas de capital nacional (casi el 90% revista en tal categoría). La presencia de firmas de capital nacional por actividades de aplicación tiene, en general, similar presencia, a excepción del mercado de las semillas donde predominan las subsidiarias de empresas globales.

A que se dedican estas empresas, o ¿en qué campos de actividad operan? Considerando exclusivamente la cantidad de firmas (sobre las participaciones en base a los niveles de facturación abundaremos en la próxima sección) cabe señalar



que un cuarto de la cantidad de las empresas se dedican a Salud Humana y producción de medicamentos principalmente (26%), mientras que cerca del 10% son empresas semilleras (Gráfico Nro. 3). Ambos sectores de actividad son los más relevantes en cuanto a la presencia de grandes empresas y, en el caso de las empresas de salud, existe un aumento significativo de las micro y pequeñas empresas creadas recientemente.

**Gráfico Nro. 3. Distribución de las empresas según área de actividad  
-cantidades y porcentajes-**



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de la Encuesta Nacional de Empresas de Biotecnología MINCYT, 2013.

En relación al resto de las empresas, la mayoría se concentran en actividades vinculadas a la agroindustria; específicamente, a la producción de inoculantes, a la reproducción y salud animal y a la micro-propagación vegetal (17%, 14%, 9% y 6%) sobre el total de empresas, respectivamente). Por último, también el desarrollo de biotecnología en el país está asociado a las actividades de los laboratorios y centros dedicados a la reproducción humana asistida (11%) y a las empresas que producen insumos industriales como las enzimas y aditivos para la industria alimenticia (9%).



## 1.2 Perfil económico de las empresas de biotecnología en Argentina.

La facturación total de las empresas de biotecnología argentinas en el año 2012 supera los 9.500 millones de pesos (poco más de 2.100 millones de dólares<sup>6</sup>). Dicha facturación corresponde al universo de las 178 firmas definido por sus actividades estrictamente biotecnológicas.

Pero cabe recordar que existen dos perfiles de empresas: aquellas exclusivamente biotecnológicas y otras que además cuentan en su cartera de productos otros bienes y/o servicios (por lo general destinados a mercados relacionados). De esta forma si consideramos el total facturado por las casi 180 empresas -entre productos biotecnológicos y resto- la suma crece considerablemente superando los 30 mil millones de pesos (poco más de 6.600 millones de dólares<sup>7</sup>).

Ocurre que en varios casos -como las producciones de semillas modificadas genéticamente, los medicamentos o la micro-propagación aplicada a la actividad forestal- las empresas biotecnológicas son comercializadoras de granos, productoras de otros insumos agropecuarios (herbicidas, fungicidas, fertilizantes, semillas no transgénicas, etc.), medicamentos de síntesis química, rollizos y maderas, todos productos catalogados como no biotecnológicos. Como resultado de ello, de la facturación total de las empresas de biotecnología un 31,5 % de las ventas corresponden exclusivamente a productos biotecnológicos, mientras que si se consideran las exportaciones de este tipo de producto representa el 20% del total exportado por el conjunto empresario.

---

<sup>6</sup>Cotización promedio para el año 2012, tipo de cambio oficial para transacciones comerciales 1 dólar = 4,55 pesos.

<sup>7</sup> Cotización promedio para el año 2012, tipo de cambio oficial para transacciones comerciales 1 dólar = 4,55 pesos



**Cuadro Nro. 1. Panorama Económico de las Empresas de Biotecnología Argentina.  
Año 2012 -pesos corrientes, dólares y cantidades-**

Actividad de Aplicación	Cantidad de empresas	Ventas		Exportaciones		Investigación y Desarrollo	
		-En \$ -		-En U\$S -			
		Totales	Productos Biotecnológicos	Totales	Productos Biotecnológicos	Gasto - en \$-	RRHH
Salud Humana	45	5.603.972.878	760.127.690	158.901.388	62.167.480	104.092.751	306
Inoculantes	31	478.756.312	291.461.958	25.188.687	22.592.773	14.989.160	156
Reproducción animal	25	89.581.763	27.907.843	1.958.800	504.964	6.647.919	51
Reproducción humana asistida	20	94.355.825	11.312.124	-	-	2.306.448	53
Insumos Industriales	16	553.644.572	442.164.290	70.230.617	67.600.902	7.783.846	62
Salud Animal	16	1.002.917.185	558.484.874	75.667.216	29.345.434	11.508.192	125
Semillas	15	22.340.065.776	7.463.088.514	1.258.827.924	136.685.665	217.045.175	700
Micro-propagación vegetal	10	228.799.143	24.755.373	371.128	153.792	4.704.634	58
<b>Total</b>	178	<b>30.392.093.453</b>	<b>9.579.302.664</b>	<b>1.591.145.760</b>	<b>319.051.010</b>	<b>369.078.124</b>	<b>1.511</b>
		<b>6.679.580.979</b>	<b>2.105.341.245</b>	<b>1.591.145.760</b>	<b>319.051.010</b>	<b>81.116.071</b>	

Nota: Los valores en rojo están expresados en dólares usando el la cotización promedio para el año 2012, tipo de cambio oficial para transacciones comerciales 1 dólar = 4,55 pesos

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Encuesta Nacional de Empresas de Biotecnología MINCYT, 2013.



¿Cómo califica la facturación de las empresas de biotecnología con referencia a los niveles de ventas de otras actividades? La comparación necesariamente se torna imprecisa dado que, por un lado, los datos de valor bruto de producción (o de facturación) se compilan por sector -por ejemplo, maquinaria agrícola- y los registros de las actividades biotecnológicas son horizontales en cuanto a su aplicación concreta cubriendo varias actividades. Aun así los datos del cuadro Nro. 2 son reveladores de la magnitud que, imperceptiblemente, genera la biotecnología en Argentina.

**Cuadro Nro. 2. Valor Bruto de Producción de sectores seleccionados y facturación de las empresas argentinas de biotecnología. Año 2012**  
**-millones de pesos corrientes-**

Motocicletas	1.108
Maquinaria agrícola	7.537
Confecciones	8.388
Vinos	8.858
Calzado	9.108
Textiles	9.336
Industria Frigorífica	16.575
Industrial del software	18.730
Bienes de capital	23.228
Elaboración de lácteos	26.855
Molienda de soja y derivados	30.927
Productos medicinales	23.557
Automotriz	50.111
<b>Biotecnología</b>	<b>9.579</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Encuesta Nacional de Empresas de Biotecnología MIINCYT (2013) y fuentes secundarias.

Recordando siempre que se trata de valores brutos de producción (símil de facturación sin impuestos) los lugares relevantes lo ocupan las actividades automotrices, los productos medicinales y el complejo oleaginoso. Resulta destacable la performance de dos sectores “nuevos” de aplicación horizontal como son la industria del software y la biotecnología; mientras que la primera duplica a la segunda, la suma de ambas supera a los complejos lácteos, bienes de capital y



medicamentos; en sentido contrario, sólo es superado por las facturaciones automotrices y oleaginosas (dominado por el complejo sojero).

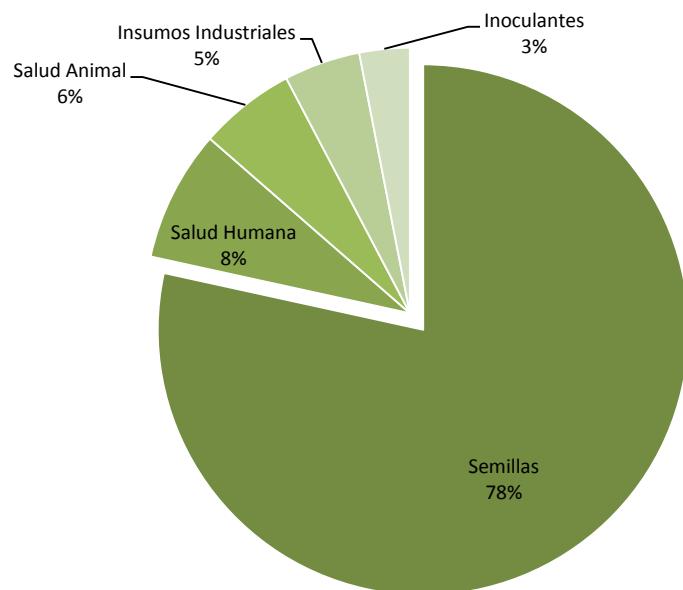
Individualmente, la biotecnología como “industria nueva” está en niveles similares que la industria textil, la de confecciones, los calzados y los vinos. Supera largamente a la industria de la máquina agrícola.

Sintetizando se trata de una “industria nueva y de aplicación horizontal” que tiene una imperceptible (bajo el formato de las cuentas nacionales tradicionales) relevancia más aún si se considera que la misma es plataforma con múltiples aplicaciones (y como tal efecto multiplicador).

Más allá de las valoraciones cualitativas de sus efectos multiplicadores, se trata de una actividad de creciente relevancia económica. Como es esperable, existe un peso relativo diferencial entre las distintas actividades de aplicación: los datos de facturación revelan la predominancia de las producciones de semillas y en menor medida, de salud humana.



Gráfico Nro. 4. Participación de los sectores en las ventas de productos biotecnológicos.  
-porcentajes-



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Encuesta Nacional de Empresas de Biotecnología MINCYT, 2013.

En un segundo plano, se destaca las ventas de las empresas dedicadas a Salud Animal, Insumos Industriales y producción de inoculantes (6%, 5% y 3% respectivamente).

Completando el panorama económico general cabe destacar que se trata de una actividad con fuerte presencia exportadora, expresión a su vez de su capacidad competitiva genuina basada en aspectos tecnológicos. Una breve revisión indica que Argentina -como abundaremos en los análisis a nivel sectorial- se posiciona en varios mercados internacionales biotecnológicos -medicamentos, semillas, genética animal- como un exportador de cierta relevancia, a la vez que en el contexto exportador local las empresas de biotecnología hacen un creciente aporte (que se denota al compararlo con otras actividades).

En su conjunto, casi dos centenares de empresas biotecnológicas exportaron a lo largo del año 2012 unos 319 millones de dólares. Si se considera una facturación



anual estimada en poco más de 2.100 millones de dólares, se concluye que 15 de cada 100 dólares producidos son volcados hacia el mercado externo. Comparativamente, como se indica en el cuadro siguiente, las exportaciones de productos biotecnológicos, tienen cierta significación.

Cuadro Nro. 3. Exportaciones actividades seleccionados. Argentina 2012.  
-millones de dólares corrientes-

Rubro	Exportaciones
Leche Entera	769,4
Hortalizas y Legumbres	699,4
Papel, cartón e imprentas	524,1
Azúcar, cacao y confituras	464,1
Máquina agrícola	406,1
Caucho y manufacturas	392,2
Tabaco	370,1
Textiles y confecciones	328,5
Pescados y mariscos elaborados	326,5
Miel	215,1
Lanas Elaboradas	157,6
Marroquinería	44,9
Calzados y Componentes	33,1
<b>Exportaciones Biotecnológicas</b>	<b>319,1</b>

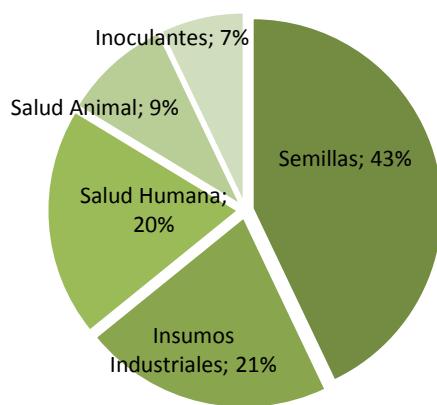
Fuente: Elaboración propia en base a datos de INDEC (2013).



Son similares a las colocaciones externas de “sectores intermedios” como textiles y confecciones, tabaco, caucho y manufacturas e incluso la dinámica producción de maquinaria agrícola. En el otro extremo supera largamente las colocaciones externas de calzado y marroquinería o de los productos derivados de la elaboración de lana.

Estructuralmente la composición de las exportaciones de biotecnología reflejan el perfil productivo interno: las exportaciones de semillas cubren más del 40% del total posicionando –como examinaremos a posteriori- de manera creciente a Argentina en el mercado de la genética vegetal.

Gráfico Nro. 5. Composición sectorial de las exportaciones de productos biotecnológicos  
-porcentajes-



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Encuesta Nacional de Empresas de Biotecnología MINCYT, 2013.

Pero se destaca, además la presencia del rubro insumos industriales -exportaciones de enzimas por parte de un grupo multinacional- y en similar magnitud la de salud humana.

Sintetizando se trata de poco menos de unas 180 empresas que facturaron alrededor de unos 2.100 millones de dólares en el año 2012, con colocaciones externas



cercanas a los 320 millones de dólares. Se trata de un mosaico empresarial joven -la mitad de las empresas tienen menos de una década- con marcada presencia de firmas de tamaño mediano y pequeño predominantemente bajo el control de capitales nacionales.

Esa multiplicidad de facetas incluye un importante conjunto empresarial para quienes si bien las actividades biotecnológicas son relevantes, estas aún no se constituyen la actividad principal. Centrando el análisis en las ventas, solamente en insumos industriales, inoculantes y salud vegetal, los ingresos provenientes de productos biotecnológicos constituyen el grueso de la facturación empresaria; en el extremo opuesto, para las empresas dedicadas a la salud humana (medicamentos y otros), micro-propagación de cultivos y reproducción humana asistida, solamente una mínima proporción de sus ingresos proviene de la venta de productos biotecnológicos; representan, el 14 %, 11% y 12% de sus ventas totales. Si el análisis se refiere a las colocaciones externas el panorama es similar: en el caso de las semilleras y reproducción animal, sólo el 8% de sus exportaciones son "biotecnológicas", en otras –como insumos industriales, salud humana e inoculantes- parte relevante de las colocaciones externas corresponden a este tipo de productos.

Cabe por último destacar dos aspectos cualitativos de relevancia en vistas al desarrollo futuro del sector. El primero se refiere a la virtual inexistencia de quiebras, cierres o reducciones significativas de empresas de este tipo firmas a lo largo de las últimas décadas.<sup>8</sup> El segundo es la presencia creciente presencia de grupos empresarios de envergadura económica suficiente como para encarar desarrollos comerciales sustantivos en base a estas tecnologías.

---

<sup>8</sup> De acuerdo a las publicaciones del Registro Nacional de Concursos y Quiebras y a diversos sitios web de información sobre Ventas, Fusiones y Adquisiciones.



### 1.3 Investigación y desarrollo en Biotecnología

Las empresas de biotecnología tienen una estructura productiva donde las actividades de innovación ocupan un lugar crucial. En un extremo, la dinámica de una actividad en plena expansión presiona para que constantemente las firmas estén desarrollando tareas de I+D a fin de lograr nuevos productos o métodos de producción que ensanchen su cartera de productos y les permitan mantenerse en el mercado; en el extremo opuesto, aun contando con excelencia productiva necesitan, en muchos casos, conocimientos específicos para la aplicación aguas abajo -por parte de los usuarios- de los productos biotecnológicos que venden; y, en el intermedio, el propio proceso de producción demanda constantes ajustes que demandan capacidades científicas propias o contratadas.

A partir de ello, el dato relevante es que las empresas encuestadas invierten en actividades de I+D un monto cercano a los 369 millones de pesos anuales (poco más de unos 80 millones de dólares<sup>9</sup>). La evaluación de la cifra tiene múltiples aristas: luce relevante en el contexto interno, pero mínima en función de las inversiones que habitualmente reportan las mayores empresas mundiales de biotecnología. Un punto de referencia es la comparación de estas inversiones con las realizadas a nivel global por empresas de biotecnología similares.

De acuerdo a datos de la OECD, y con las prevenciones que requieren estas comparaciones, la idea central es que el caso argentino en términos de inversión en I+D es compatible con el desarrollado por el estamento medio de las empresas de biotecnología mundiales.

---

<sup>9</sup> A valores del año 2012, utilizando una cotización de 1 dólar = 4,55 \$ (promedio del año cotización oficial mercado financiero).



Cuadro Nro. 4. Inversiones en I+D de empresas de biotecnología en países seleccionados.  
Año 2011 o último disponible  
-millones de dólares PPP(\*)-

Ranking	País	Millones de dólares PPP
1º	Estados Unidos	27.374
2º	Francia	2.790
3º	Japón	1.230
4º	Alemania	1.168
5º	Corea del Sur	1.083
6º	Canadá	945
7º	Suiza	922
8º	Dinamarca	922
9º	España	749
10º	Bélgica	661
11º	Suecia	533
12º	Italia	471
13º	Holanda	420
14º	Israel	401
15º	Irlanda	381
16º	Austria	203
17º	Noruega	170
18º	Rusia	137



19º	Argentina	126
20º	Australia	120
21º	Finlandia	111
22º	México	88
23º	República Checa	80
24º	Sudáfrica	70
25º	Eslovenia	69
26º	Polonia	41
27º	Portugal	38
28º	Estonia	29
29º	Eslovaquia	10

Nota: (\*) Para el caso argentino se consideran dólares re estimados en función poder de compra de una canasta de bienes (PPP, Índice 2.009).

Fuente: Elaboración propia en base a datos de OECD (2013) y Encuesta Nacional de Empresas de Biotecnología (2013).

Como se desprende del cuadro la posición relativa de las empresas locales es consistente con la cantidad de firmas y los niveles de facturación. Muy alejada de las grandes potencias mundiales de la biotecnología, pero compatible con los países de desarrollo intermedio, muchos de los cuales tienen un PBI por habitante y total claramente superior al de Argentina.

Con este marco resta examinar el posicionamiento de estas empresas en el ámbito local. Inicialmente cabe resaltar que el monto de inversión en I+D representa -en promedio para todas las firmas y actividades- poco más del 3,8% de las ventas. Este indicador es claramente superior al registrado por el grueso de las firmas industriales



como se indica en el cuadro Nro. 5 captados en distintos relevamientos desarrollados en los últimos años.

Cuadro Nro. 5. Comparación en la intensidad de inversión en I+D -porcentajes-	
Relevamiento	Inversión en I+D / Ventas
Encuesta Nacional de Empresas de Biotecnología	3,85
Encuesta Nacional sobre innovación y conducta tecnológica (ENIT 2005)	0,19
Encuesta Nacional de Dinámica del Empleo y la Innovación (ENDEI Piloto 2011)	0,40

Fuente: Elaboración propia.

Como es de esperar, casi el 60 % de la inversión total en I+D corresponde al sector de Semillas, mientras que el 30% a Salud Humana y el 10% restante a los demás sectores.



Cuadro Nro. 6. Inversión en I+D por área de actividad biotecnológica, Año 2012 -pesos corrientes y porcentajes-		
Actividad	I+D	I+D / Ventas
Salud Humana	104.092.751	13,69
Inoculantes	14.989.160	5,14
Reproducción animal	6.647.919	23,82
Reproducción humana asistida	2.306.448	20,39
Insumos Industriales	7.783.846	1,76
Salud Animal	11.508.192	2,06
Semillas	217.045.175	2,91
Micro-propagación vegetal	4.704.634	19,00
Total	355.387.724	3,85

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Encuesta Nacional de Empresas de Biotecnología MINCYT, 2013

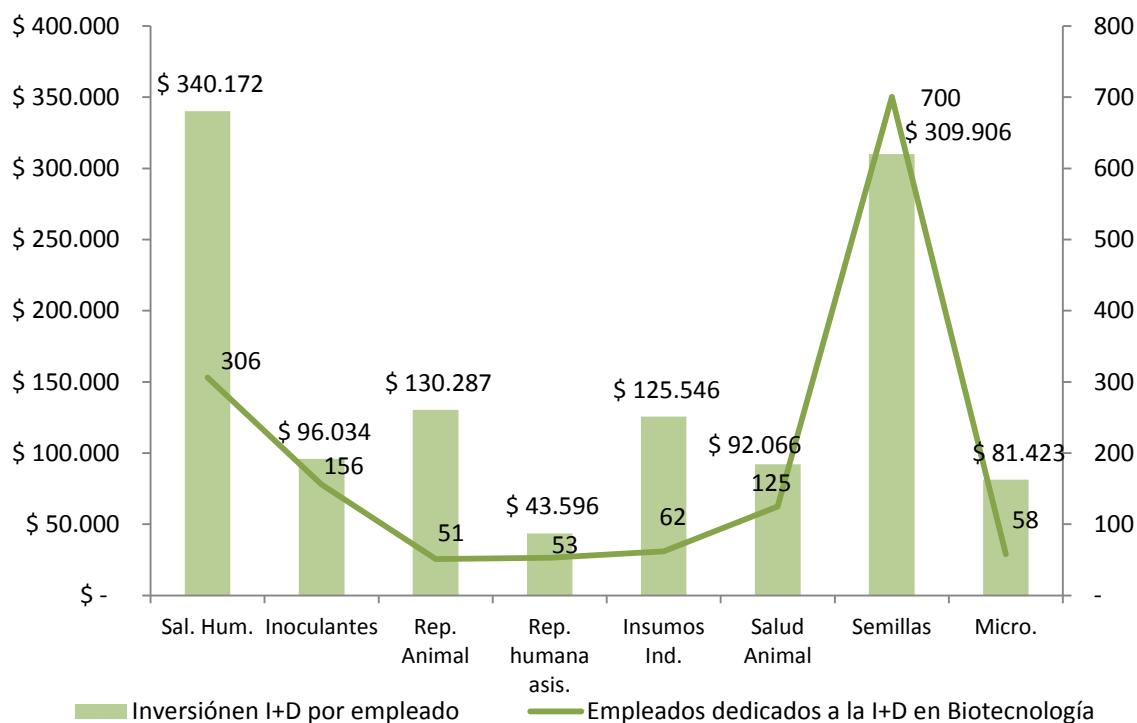
No obstante, se observa que la intensidad de las actividades de I+D es muy superior en el sector de Salud Humana que en Semillas. El primero representa casi el 14 % de las ventas de productos biotecnológicos, mientras que el segundo no alcanza el 3 %. De todas formas, los niveles de inversión en ambos sectores permite inferir que existen grandes empresas que están realizando altas inversiones en I+D en actividades biotecnológicas, considerando que las mismas aún son actividades secundarias y que, en algunos casos, las empresas todavía no cuentan con productos biotecnológicos en el mercado.



A esto cabe sumar tres actividades –reproducción humana asistida, reproducción animal y micro-propagación vegetal- que si bien no registran elevados niveles absolutos de inversión en I+D, destinan un elevado porcentaje de sus ventas a tales actividades.

Complementariamente a los aspectos monetarios y en relación a los recursos humanos dedicados a la I+D en Biotecnología cabe consignar que el total de las empresas emplean más de 1.500 personas en estas actividades.

**Grafico Nro. 6. Cantidad de empleados dedicados a la I+D en Biotecnología e Inversión de I+D en Biotecnología por empleado, por sectores de actividad - Año 2012 -cantidades y pesos-**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Encuesta Nacional de Empresas de Biotecnología MINCYT, 2013



Al analizar la inversión en I+D en biotecnología por empleado, se tornan relevantes las empresas de Salud Humana que alcanzan los \$ 340.172, superando en un 16% lo invertido en semillas. También se destaca la intensidad de los sectores de Reproducción Animal e Insumos Industriales que invierten cerca de \$130.000 por empleado dedicado a la I+D en biotecnología.

#### **1.4 Empresas nacionales de biotecnología: comparación internacional y perspectiva local.**

Una perspectiva general sobre las empresas de biotecnología en Argentina indica, de acuerdo con lo expresado previamente, la presencia de casi dos centenares de firmas, la mayoría de reciente creación, con niveles de facturación aceptables en el contexto local, gastos de I+D similares -en términos relativos- a los parámetros internacionales y una destacada –respecto de otras empresas locales- inserción externa. Adicionalmente cabe señalar que en el marco de una economía muy oscilante en las últimas tres décadas, estas firmas han tenido cierto éxito comercial - no se registran quiebras masivas ni fracasos técnicos de magnitud- que pronto atrajo el interés inversor de los principales grupos económicos argentinos.

Este panorama debe necesariamente ser contextualizado en términos internacionales, ámbito en donde están las mayores posibilidades de acumulación y crecimiento. Si bien en su conjunto, Argentina se ubica entre los primeros 20 países por cantidad de empresas y/o en puestos destacados en función del control de determinadas tecnologías -como la capacidad de clonación de animales o de generación de bio-fábricas-, no es menos cierto la existencia de una enorme distancia en términos de magnitudes de facturación y/o esfuerzo innovativo.

En ese sentido un primer indicador es la facturación promedio de las empresas de biotecnología local: 178 empresas facturan poco más de 2.100 millones de dólares e invierten en I+D poco menos de 85 millones de dólares. Ello deriva en una facturación promedio anual del orden de los 12 millones de dólares con una inversión



en I+D que ronda escasamente el medio millón de dólares anuales. Considerando siempre que se trata de cifras promedio con los desvíos sectoriales que ello pueda tener, estos valores corresponden a una empresa de tamaño mediano o pequeño en el plano internacional.

El ámbito de las empresas mundiales de biotecnología es selecto, acotado, pasible de grandes movimientos económicos y no exentos de fracasos comerciales. El escenario -en cada uno de los sub-mercados- se caracteriza por la rápida irrupción de empresas de gran magnitud, frecuentes adquisiciones (incluso hostiles), -fusiones y múltiples alianzas estratégicas en redes donde conviven unas pocas grandes empresas con miles de firmas privadas (Ernst and Young, 2013; Deloitte, 2013). En ese contexto, las mayores empresas argentinas, especialmente las de capital local, califican positivamente en el aspecto técnico pero menos favorablemente en el plano económico donde son catalogadas como de tamaño pequeño y excepcionalmente, mediano. Los datos del cuadro siguiente abundan sobre el particular.

## Cuadro Nro. 7. Comparación del Perfil económico de empresas internacionales de biotecnología. Casos Seleccionados -millones de dólares y cantidades-

Panel Empresas Internacionales <sup>1</sup>					
Empresa	Ventas	Empleo	Gastos en IyD	Actividad	
NovoEnzyme	11.234	6.041	1.527	Enzimas	
Amgen	17.265	16.500	3.380	Medicamentos	
Monsanto	13504			Semillas y protección	
	(5814)	21.500	1.517	cultivos	
Syngenta	14.202			Semillas y protección	
Celgene	(3.273)	27.262	1.232	cultivos	
Biogen Idec	5.506	4.700	1.727	Salud humana	
Gilead Sciences	5.516	5.950	1.334	Medicamentos	
Life Technologies	9.700	5.100	s/d	Salud Humana	
DSM	3.789	1.200	342	Salud Humana	
Cr Hansen	11.961	23.498	2.153	Aditivos, enzimas	
	959	3.692	59	colorantes	
				Aditivos, enzimas	
				colorantes	
<b>Panel Empresas Nacionales <sup>2</sup> (promedio 3 principales empresas de capital nacional)</b>					
Medicamentos	39,41	425		Medicamentos y reactivos	
Semilleras	75,962	305		Semillas	
Inoculantes	8,831	213		Inoculantes y otros	

Nota: Las cifras en rojo corresponden a semillas y protección de cultivos de origen biotecnológicos; para el resto de las empresas las cifras de facturación corresponden en su totalidad a productos biotecnológicos

Fuente: Elaboración propia en base a datos de:<sup>1</sup> Annual Reports de las empresas (provenientes de sus respectivas páginas webs) y <sup>2</sup> Encuesta Nacional de Empresas de Biotecnología MINCYT, 2013.

Las mayores empresas de biotecnología del mundo tienen niveles de facturación que en algunos casos superan los 20 mil millones de dólares e invierten en las cruciales actividades de investigación y desarrollo cifras que oscilan entre 1000 y 2.000 mil millones de dólares.

Las comparaciones con el caso local adquieren mayor significación cuando se refieren a actividades específicas.



Si se considera el mercado de medicamentos, AMGEN es habitualmente citado como el caso paradigmático a nivel internacional; se trata de una empresa iniciada a mediados de los años 80 que factura poco más de 17 mil millones de dólares de productos farmacéuticos de origen biotecnológico. Otros casos similares en trayectoria pero menos relevantes económicamente exhiben facturaciones del orden de los 4/5.000 millones de dólares anuales. En el ámbito local, el promedio de facturación para el mismo año de las empresas argentinas oscila en el entorno de los 40 millones de dólares (unas 100 veces menos).

Resulta interesante destacar que ambos perfiles de firmas invierten en I+D porcentajes similares, pero ello arroja montos absolutos de financiación, para estas actividades, radicalmente distintos. Las distintas magnitudes de las inversiones totales en I+D se traducen en el desarrollo de un *pipe line* de nuevos productos totalmente distintos: mientras que las firmas locales se concentran en unos pocos casos, sus pares internacionales trabajan sobre distintas plataformas, con lo cual las posibilidades de éxitos -en términos de tasas de lanzamientos de nuevos productos- es claramente asimétrica<sup>10</sup>.

Un panorama similar es dable de observar en el terreno de las enzimas; nuestro país - a pesar de la relevancia productiva de su industria agroalimentaria- cuenta con unas pocas empresas de tamaño mediano y la subsidiaria de una firma internacional de gran porte (que exporta el grueso de su producción en el marco de la estrategia global de su casa matriz). Mientras que la casa matriz de la subsidiaria local controla -

---

<sup>10</sup> Biogen menciona en su reporte anual del año 2012 el desarrollo de 4 nuevas moléculas en fase I, otras 4 en fase II, 5 en la fase III, 2 en proceso de lanzamiento y 10 aprobadas en los últimos 8 años. En su cartera de ventas, los productos lanzados en los últimos 5 años representan el 50% de sus ingresos. Esto significa que se trata de una empresa con una plataforma completa que le brinda un flujo de renovación de productos casi asegurada para el próximo lustro. Una empresa local, invirtiendo una tasa similar en I+D/Ventas trabaja sobre dos o tres proyectos en un lapso de maduración similar, pero con un número de lanzamientos comerciales mucho más acotado; de esta forma en su perfil de ventas, los productos recientes son menos relevantes en la cartera de fármacos. Como resultado tiene una tasa de crecimiento menor que su par internacional.



según su Reporte Anual- el 47% del mercado de las enzimas, los productores locales producen entre 2 y 4 enzimas destinadas exclusivamente al mercado local.

Finalmente el complejo productor de semillas también tiene rasgos similares. En este caso la presencia en el ámbito local de empresas multinacionales es mayoritario - especialmente en las especies alógamas o los híbridos donde las posibilidades de captación de la renta tecnológica están garantizadas-; los niveles de facturación de las firmas de capital (total o parcial) local es sensiblemente inferior a sus pares internacionales, pero aun así son intensivas en inversiones en I+D/ventas; sin embargo las magnitudes de las erogaciones en esas actividades redonda en que mientras que las grandes empresas multinacionales trabajen sobre una docena de líneas -con bancos de germoplasmas globales- la firmas locales reducen su accionar a unos pocos eventos.



## CAPITULO II: APLICACIONES SECTORIALES DE LA MODERNA BIOTECNOLOGÍA EN ARGENTINA

### 2.1 Genética vegetal: semillas de cultivos anuales.

Las producciones agrícolas y pecuarias se encuentran, en las últimas décadas, sujetas a una fuerte presión dada la presencia de una demanda creciente y una oferta que, si bien es dinámica, responde a una velocidad menor; el resultado es un persistente incremento en los precios internacionales a partir del primer lustro de los años 2000.

Estos desequilibrios, junto con la dinámica propia de los desarrollos tecnológicos aplicados al agro, han devenido en el diseño -aún incompleto- de nuevos paquetes tecnológicos<sup>11</sup>; el más destacado es la conjunción de las semillas modificadas genéticamente, la siembra directa y el uso masivo de herbicidas asociados.

Existiendo una limitante en la cantidad de tierras cultivables (y en la infraestructura asociada) existe una fuerte presión sobre los rendimientos, induciéndose a una carrera en el desarrollo de nuevas semillas; éstas son percibidas crecientemente como innovaciones a partir de una conformación génica inicial dada por la naturaleza; en otros términos son asimilables a bienes de capital -o sea bienes con capacidad de reproducir bienes- que captan energía solar, foto-sintetizan, extraen minerales del suelo, interactúan con elementos del ambiente (humedad, temperatura, otros seres vivos) y reproducen un número variable de nuevos granos. El contenido tecnológico

---

<sup>11</sup> Definido éste a partir de una semilla con un código genético determinado, un conjunto de elementos de cobertura incorporados a la misma a través de la *pelletización* (inoculantes, fungicidas, promotores de crecimiento y otros), herbicidas asociados (dada las modificaciones génicas incorporadas a la semilla) e insecticidas. Cada uno de estos elementos se suman a un proceso de implantación y cuidado acorde con las especificidades de cada suelo y clima particular. Ello se distribuye comercialmente bajo marcas registradas de las empresas semilleras (que además ofrecen individual o consorciadamente los demás componentes del paquete técnico) en Centros de Servicios especializados diseminados en las zonas potenciales de siembra; en la operatoria puede adicionarse el financiamiento del paquete completo.



de las semillas más avanzadas queda evidenciado en los precios: una tonelada de semilla de maíz (insumo) de última generación supera unas 40 veces al precio de una tonelada de granos de maíz (resultado de la agregación de valor a nivel de producción)<sup>12</sup>.

Un dato adicional otorga otra complejidad al proceso: suelos, y ambientes no tienen rasgos universales sino son específicos de cada localización demandando mínimamente procesos adaptativos; y además son sistemas abiertos que evolucionan asimétricamente. De esta forma suelos y climas específicos de cada localización conlleven la necesidad de desarrollos (radicales o adaptativos) locales. De allí que recientemente comience a revalorizarse el papel de las semillas y sus procesos de cultivos (y otras expresiones de mejoras genéticas aplicadas a otros seres vivos) en las mejoras de competitividad (que anteriormente estaba mayoritariamente centradas en la maquinaria agrícola) (Kloppenburg J., 2004; Olmstead A. and Rhode P., 2008).

Aun así y dada la creciente adopción de métodos industriales en las producciones agrícolas, comienzan a existir mercados internacionales no solo de granos -para posteriores consumos- sino también de semillas. La genética vegetal en su acepción más amplia se torna en este contexto en una actividad tecnológica altamente estratégica. Se estima que el mercado mundial de semillas ronda los 44 mil millones de dólares anuales y como tal involucra a una decena de grandes empresas con una fuerte impronta tecnológica. El mercado más relevante es Estados Unidos -con 12.000 millones de dólares- seguido por China -con algo más de 9.000 millones de dólares- y Francia con 3.600. En el caso latinoamericano el país más destacado es

---

<sup>12</sup> Datos comerciales correspondiente a agosto 2013 (época de toma de decisión en la siembra de maíz) indican que una bolsa de semilla de maíz transgénico fiscalizado (RR de calidad media) de 62.000 semillas equivalente a uno 25kg tiene un costo de 175 dólares (o sea un precio del orden de los 7.000 dólares la tonelada); a esa fecha el precio FOB/Chicago del maíz (sin retenciones) era de 185 dólares por tonelada; o sea que el precio de la semilla de maíz es poco menos que 40 veces al del grano final. En el caso de la soja, para idéntica fecha, el precio de la bolsa de 40 kg de semilla fiscalizada RR de ciclo V primera marca era de 42 dólares por bolsa (unos 1050 dólares por tonelada) contra una cotización FOB de la soja de 418 dólares FOB/Chicago implica una diferencia de 2,5 veces.



Brasil con una industria semillera cuya facturación ronda los 2.625 millones de dólares (ISF 2012).

Las exportaciones mundiales de semillas alcanzan a los 10.543 millones de dólares anuales (año 2012) con una fuerte participación de los cultivos de cereales y oleaginosas (6.792); la presencia argentina en tal comercio ronda el puesto décimo sexto con ventas del orden de los 280 millones de dólares.

El proceso de producción de semillas -especialmente para los cultivos comerciales masivos- ha crecido en sofisticación comenzando con el fito-mejoramiento hasta la obtención de una variedad deseada (actividad calificada grosso modo de laboratorio); el paso posterior es la multiplicación controlada a campo para obtener volúmenes de semillas capaces de abastecer la demanda; esta fase necesariamente está asociada a los climas propios de cada país y ha dado lugar a la tercerización de estas actividades hacia países cuyas localizaciones permiten “ganar” un ciclo de cosecha; de esta forma se ha generado un creciente comercio de “contra-estación” en la multiplicación de semilla a favor de países con climas y suelos benignos y con capacidades técnicas y garantías regulatorias para sustentar flujos de comercio masivo de estos bienes. Así el comercio mundial tiene al menos tres vertientes: semillas fiscalizadas destinadas a la siembra; semillas de contra-estación (“maquiladas por cuenta y orden” y asemejadas a la exportación de un servicio tecnológico de alta complejidad) y materiales de base para el desarrollo de nuevas variedades.

El mercado argentino de producción de semillas tiene una larga tradición que sirvió de base para su reciente consolidación. Con distintas vicisitudes, a lo largo de una centuria ha atravesado distintas etapas (los inicios –públicos y privados-, las primeras iniciativas públicas, la irrupción del INTA, la introducción de materiales de origen mexicanos, el tardío salto de los híbridos y, más recientemente, la temprana introducción de eventos transgénicos) que dieron como resultado un sector que no sólo es una de las bases de sustentación de la actual competitividad agrícola sino



también es un proveedor internacional destacado. (Gutiérrez M. 1988 y 1991; Brieva S., 2006; Cluster de Semilla 2011; Campi M., 2012).

Se estima que, en su conjunto, la actividad semillera (fiscalizada) tiene una facturación que ronda los 950/1000 millones de dólares anuales<sup>13</sup>. De ese total, aproximadamente 500 millones corresponde a maíz (un cultivo alógamo y además sujeto a hibridaciones), poco más de 200 millones a soja y 55 a trigo (autógamas y como tales pasibles de segundas reproducciones sin mayores pérdidas de atributos con los consiguientes problemas de derechos de propiedad). Otros cultivos de menor porte como el girasol, el sorgo la cebada el centeno y las semillas forrajeras completan el panorama.

Argentina es un activo participante en el mercado de la genética vegetal mundial, particularmente a partir de las exportaciones de contra-estación. Las exportaciones totales del año 2012 alcanzaron los 280 millones de dólares, con un crecimiento de más del 90% respecto de los valores registrados una década atrás.

La actividad -que se remonta a los inicios de la agricultura argentina- está conformada por unas 900 empresas que emplean de manera directa 8.200 personas entre las cuales cabe destacar la actividad de unos 500 investigadores y genetistas. Tiene su epicentro en la zona central pampeana y en localizaciones específicas por condiciones agroecológicas (como la provincia de San Juan).

Recientemente se ha conformado un *cluster* de la semilla -iniciativa privada-publica- que identifica una serie de potencialidades y problemas a solucionar en el marco de un actividad conjunta entre la parte privada y el sector público (desde institutos de investigación a otros de control y regulación). El mencionado *cluster* "se ubica en la

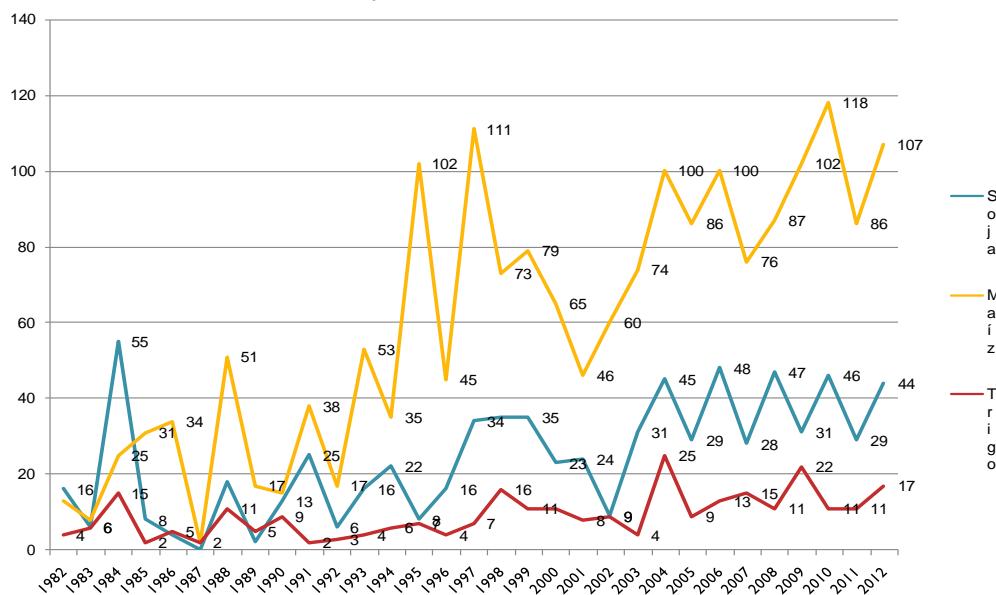
<sup>13</sup> Otras estimaciones, referidas a la cuenta de semillas en la contabilidad de la producción agraria, indica -para años anteriores- unos 1.500 millones de dólares para el año 2007 (Lódola et al, 2010) y 1.761 para el año 2010 -cifra que contiene las ventas de inoculantes lo que al detraer estos ronda los 1.600 millones de dólares- (CREA, 2012). La diferencia -respecto de los 1.000 millones contabilizados por las cámaras sectoriales- responde a los costos de comercialización y a la presencia de semillas de reproducción ilegal.



zona de producción núcleo de la República Argentina, comprendiendo un radio de 180 km entre las ciudades de Pergamino y Venado Tuerto. En este territorio aproximadamente 878 empresas se han instalado con el objetivo de producir semillas. El *cluster* se compone por alrededor de 2,5 millones de ha cultivables donde, durante la campaña 08/09, se cultivaron un total de 419.875 ha de maíz, sorgo, girasol, soja y trigo de las 558.403 ha totales que se cultivan en la República Argentina. Asimismo de las 709.010 Toneladas producidas durante el mismo período, 538.965 toneladas se han producido dentro del *Cluster Semillero*" (Cluster de Semilla, 2013).

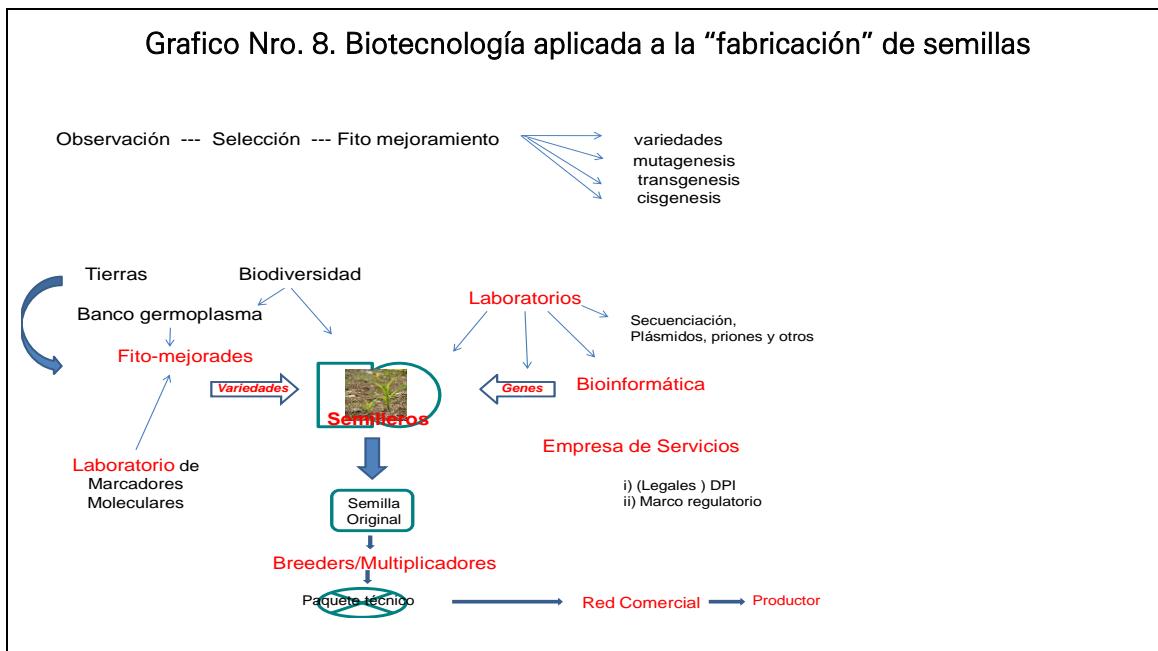
El aporte de los productores de semillas al desarrollo tecnológico puede aproximarse de diversas maneras: mejoras en la productividad, ampliación de las áreas cultivadas, reducciones de costos, etc., pero todas confluyen en la cantidad de variedades que se aprueban anualmente para ser introducidas comercialmente en el mercado. El grueso de las variedades corresponde a inscripciones de firmas (o entes públicos) de capital nacional.

Gráfico Nro. 7. Evolución de la cantidad de variedades aprobadas anualmente.  
Principales cultivos. -cantidades-



Fuente: Elaboración propia en base a datos de INASE (2013).

Las variedades son la base para la posterior aplicación de la moderna biotecnología. ¿Cómo ingresa la moderna biotecnología en esta actividad? El gráfico siguiente pretende ilustrar sucintamente una guía de las posibilidades.



Fuente: Elaboración propia.

En perspectiva desde la sedentarización de la agricultura, la selección de semillas ha sido una de las claves del modelo agrícola; la separación de productores agrícolas de las empresas dedicadas a la producción de semillas marca un hito a partir del cual a los criterios de observación se suman los conocimientos científicos en la búsqueda de variedades con atributos particulares (rendimientos, resistencias a insectos, etc.).

Gregor Mendel y su célebre ley de herencias establece una guía en la búsqueda de los entrecruzamientos, a la vez que la masiva introducción masiva de las técnicas de hibridación implica -hace más de siete décadas- un salto cuantitativo en el modelo de generación de semillas. Siempre trabajando con cruzamientos naturales/tradicionales entre especies idénticas.

La moderna biotecnología se incorpora a los procesos de selección tradicional principalmente a través de uso de marcadores moleculares a fin de identificar *in vitro*



y a nivel de laboratorio- la presencia de determinados rasgos deseados asociados con la presencia de genes predeterminados. El esquema se selección in vitro usando estas técnica conlleva dos posibilidades con consecuencias empresariales. La primera es el montaje de equipamiento para la identificación de marcadores moleculares por parte de la empresa fito-mejoradora y la segunda es la tercerización a favor de laboratorios especializados. En el caso local se dan casos de los dos tipos, iniciándose por distintas vías una incipiente tendencia al uso de estas herramientas en los procesos de selección natural.

Adicionalmente otra área de actividad es el mapeo de los genomas de las especies, actividades más cercanas a lo científico académico que a la propia actividad semillera; aun así ello demanda la manipulación de gran cantidad de datos lo cual abre la posibilidad a la presencia de empresas especializadas en bio-informática. Otros desprendimientos relacionados con la biotecnología -aún en el plano del fito-mejoramiento tradicionales- se asocian con los aspectos legales, tanto de derechos de obtentores vegetales como de patentes<sup>14</sup>.

De esta forma en ese sendero a lo largo de las últimas dos décadas, la moderna biotecnología, irrumpe el sendero previo de desarrollo en varios frentes:

- a) Aporta técnicas -como los marcadores moleculares, la conformación de los mapas genéticos y/o la secuenciación de genes- que permiten mejorar ampliamente el “tradicional” proceso de selección en la búsqueda de nuevas variedades; las mejoras derivadas de la aplicación de estas técnicas devienen de dos resultados: acortan los tiempos de selección y otorgan mayor precisión en la búsqueda de determinados atributos;
- b) Desarrolla plantas transgénicas a partir de la introducción selectiva de genes que otorgan conductas particulares a la plantas (y su relación con el entorno) y/o contenidos finales de los granos (transgenia);

---

<sup>14</sup> Existe al menos una decena de estudios jurídicos especializados, que no han sido incorporados ni considerados en el presente trabajo pero que son esenciales en el funcionamiento de la red de generación de nuevas semillas



- c) Identifica los genes mutantes induciendo mutaciones controladas que previamente se obtenían por otras vías (mutagénesis);
- d) A partir del conocimiento del mapa genético y del funcionamiento de los genes induce internamente cierta modificaciones que afectan la conducta de las plantas y/o los contenidos de sus granos (cisgenia);

En el marco de este panorama general sobresale, el uso de eventos transgénicos, ámbito en el cual la agricultura local ingresa tempranamente y en simultáneo con líderes mundiales. A la fecha, los eventos transgénicos aprobados y comercializados son indicados en el cuadro siguiente.

**Cuadro Nro. 8. Eventos transgénicos aprobados para su liberación Comercial.  
Argentina 2013**

Especie	Característica introducida	Evento de Transformación	Solicitante	Año
Soja	Tolerancia a glifosato	40-3-2	Nidera S. A.	1996
Maíz	Resistencia a Lepidópteros	176	Ciba-Geigy S.A.	1998
Maíz	Tolerancia a Glufosinato de Amonio	T25*	AgrEvo S.A.	1998
Algodón	Resistencia a Lepidópteros	MON531	Monsanto S.A.I.C. Argentina	1998
Maíz	Resistencia a Lepidópteros	MON810	Monsanto S.A.I.C. Argentina	1998
Algodón	Tolerancia a glifosato	MON1445	Monsanto S.A.I.C. Argentina	2001
Maíz	Resistencia a Lepidópteros	Bt11	NovartisAgrosem S.A.	2001
Maíz	Tolerancia a glifosato	NK603	Monsanto S.A.I.C. Argentina	2004
Maíz	Resistencia a Lepidópteros y tolerancia a Glufosinato de Amonio	TC1507	Dow AgroSciencesS.A.y Pioneer Argentina S.A	2005



Maíz	Tolerancia a Glifosato	GA21	Syngenta Seeds S.A.	2005
Maíz	Tolerancia a glifosato y resistencia a Lepidópteros	NK603xMON810	Monsanto S.A.I.C. Argentina	2007
Maíz	Resistencia a Lepidópteros y tolerancia a Glufosinato de Amonio y Glifosato	1507xNK603	Dow AgroSciences S.A.y Pioneer Argentina S.A	2008
Algodón	Resistencia a Lepidópteros y Tolerancia a glifosato	MON531xMON1445	Monsanto S.A.I.C. Argentina	2009
Maíz	Tolerancia a glifosato y Resistencia a Lepidópteros	Bt11xGA21	Syngenta Agro S.A.	2009
Maíz	Tolerancia a glifosato y Resistencia a Coleópteros	MON88017	Monsanto S.A.I.C. Argentina	2010
Maíz	Resistencia a Lepidópteros	MON89034	Monsanto S.A.I.C. Argentina	2010
Maíz	Tolerancia a glifosato y resistencia a Lepidópteros y Coleópteros	MON89034 x MON88017	Monsanto S.A.I.C. Argentina	2010
Maíz	Resistencia a Lepidópteros	MIR162	Syngenta Agro S.A.	2011
Soja	Tolerancia a glufosinato de amonio	A2704-12	Bayer S.A.	2011
Soja	Tolerancia a glufosinato de amonio	A5547-127	Bayer S.A.	2011
Maíz	Resistencia a Lepidópteros y tolerancia a glifosato y a glufosinato de amonio	Bt11xGA21xMIR162	Syngenta Agro S.A.	2011
Maíz	Tolerancia a glifosato y a herbicidas que inhiben la enzima acetolactatosintasa	DP-098140-6	Pioneer Argentina S.R.L.	2011
Maíz	Resistencia a Lepidópteros y a Coleópteros y tolerancia a glifosato y a glufosinato de amonio	Bt11xMIR162xMIR604xGA21 y todas las combinaciones	Syngenta Agro S.A.	2012
Maíz	Resistencia a Coleópteros	MIR604	Syngenta Agro S.A.	2012
Maíz	Resistencia a Lepidópteros y tolerancia a Glufosinato de Amonio y Glifosato	MON89034xTC1507xNK603	Dow AgroSciences S.A.y Monsanto Argentina	2012



			S.A.I.C		
Maíz	Resistencia a Lepidópteros y tolerancia a Glifosato	MON89034xNK603	Monsanto S.A.I.C	Argentina	2012
Soja	Resistencia a Lepidópteros y Tolerancia a glifosato	MON87701xMON89788	Monsanto S.A.I.C	Argentina	2012
Soja	Tolerancia a herbicidas de la clase de las imidazolinonas	CV127	BASF S.A.	Argentina	2013
Maíz	Resistencia a Lepidópteros y tolerancia a glufosinato de amonio y glifosato	TC1507xMON810xNK603 y TC1507xMON810	Pioneer Argentina S.R.L.	S.R.L.	2013

Fuente: Elaboración propia en base a datos de MINAGRI (2013).

El peso del uso de las semillas que tienen “biotecnología moderna” es casi excluyente en la agricultura argentina actual: En soja se estima que el 98 % es transgénica; en maíz y algodón supera el 85% de lo sembrado (Argenbio, 2013).

Un capítulo adicional lo constituyen las semillas mutagénicas. Se trata de modificaciones inducidas por métodos externos pero que se producen sobre la misma especie; inicialmente se utilizaron agentes químicos, luego radiaciones y por últimos herramientas de la moderna biotecnología que permiten identificar los genes responsables de las mutaciones (Prina, A. 1995, 2011; Mc Callum et al 2000). Operativa y comercialmente este camino de fito-mejoramiento tiene una gran ventaja temporal en lo referido a los sistemas de aprobación para su liberación comercial dado que no implican cruzamientos inter especies sino modificaciones al interior de una determinada variedad. Nuestro país, de la mano de un grupo de investigadores del INTA y la CONEA, tiene una larga historia en materia de mutagénesis; oportunamente estas técnica se aplicó a la obtención de ciertas resistencias a determinados herbicidas que combaten malezas en el arroz; como resultado poco más del 35% de la superficie de arroz sembrada en el años 2012 corresponden a variedades resistentes a determinado herbicida obtenidas a través de mutagénesis. Avances comercialmente probados también se verifican en el uso de esta técnica por parte de algunas empresas proveedoras de semillas de girasol.



Sumado a ello cabe resaltar el uso de marcadores moleculares en los procesos de selección de nuevas variedades no transgénicas (o sea el fito-mejoramiento tradicional), donde los principales semilleros afirman usar -con facilidades propias o de terceros- estas tecnologías que le ahorran tiempo y mejoran el proceso de selección.

Se ha detectado una quincena de empresas que utilizan biotecnología en la producción de semillas transgénicas y/o fito-mejoradores tradicionales pero asistidos con técnicas propias de la moderna biotecnología. Existe otra decena de firmas que eventualmente utilizan estas tecnologías o contratan servicios a terceros de estas características (por ejemplo de marcadores moleculares).

Un *racconto* del perfil empresario indica:

- a) Una fuerte presencia de empresas de capital multinacional -de gran porte- en el marco de un panorama donde este perfil de empresas es relevante en eventos transgénicos mientras que las firmas locales -de tamaño mediano o pequeño- son predominantes en las actividades de fito-mejoramiento tradicional; sobre un total facturado -en todo concepto- de 7,4 mil millones de pesos, las empresas de capital nacional (total o parcial) no sobrepasan los 1,1 millones de pesos; en otros términos el 85% del mercado de semillas biotecnológicas es captado por poco menos de una decena de firmas de capital externo que se catalogan en las mayores empresas mundiales del rubro; esa preeminencia es casi absoluta en aquellos cultivos -como el maíz- donde los propios rasgos técnicos (hibridación y alógamas)- permiten una marcada apropiación de la renta tecnológica y una virtual inexistencia de comercio de semillas no fiscalizada (conocido como bolsa blanca);
- b) Un fuerte impulso a las actividades de I+D, orientadas tanto a los procesos de mejoras adaptativas como -en unos pocos casos- al aislamiento, selección e introducción de eventos propios; se estima que trabajan unas 700 personas



en actividades de I+D con una erogación del orden de los 50 millones de dólares anuales<sup>15</sup>;

- c) Estos investigadores se desempeñan en laboratorios ubicados en espacios que contemplan no sólo las facilidades propias de éstos sino que se complementan además con viveros y campos de experimentación en distintas localizaciones acordes con las principales zonas agroecológicas; todas las empresas relevadas de biotecnología cuentan con estas facilidades productivos y en la mayoría de los casos se les adicionan capacidades de selección, limpieza y acondicionamiento de las semillas para expedición o posterior multiplicación.
- d) El sector en su conjunto exporta algo menos del 10% de su producción; las ventas externas se conforman tanto de semillas modificadas genéticamente para siembra como de ventas de semillas de contra-estación; se destacan las exportaciones de semillas de contra-estación al hemisferio norte, buena parte de las cuales corresponden a eventos transgénicos desarrollados en el exterior pero reproducidos y ampliados localmente.
- e) Esta internacionalización tiene otro aspecto complementario consistente en el diseño de estrategias regionales que cubren varios países lindantes; desarrollos de nuevos cultivares, líneas de investigación y lanzamientos comerciales son diseñados en función de las agriculturas conjuntas de todos los países agrícolas del CONOSUR; estas estrategias no son privativas de las firmas de capital externo, sino que en el caso de un acotado núcleo de empresas nacionales se manifiesta a través de la puesta en marcha -por fundación y/o adquisiciones- de subsidiarias en Uruguay, Paraguay y Brasil (Don Mario, 2013).

---

<sup>15</sup> Se excluyen de estas cifras las inversiones en plantas de mejora, selección y calificación de granos y otras inversiones en infraestructura -como viveros, campos experimentales, montos de arrendamientos y otros- dado su carácter puntual y asignación espaciada en los próximos ejercicios.



De esta forma, el dinamismo de la producción agraria, se sustenta y a la vez retroalimenta, “aguas arriba” un nodo de negocios -la industria de la semilla- fuertemente incidida por los desarrollos biotecnológicos. Se trata de un mercado donde la especificidad de suelos y climas conlleva la necesidad de una permanente adaptación a las condiciones locales; el sendero previo de desarrollo es clave y en ello se asienta cierta ventaja de las empresas de capital local, mientras que los eventos biotecnológicos -donde la presencia extranjera es casi excluyente- le otorga constante mejoras adicionales en costos, manejo o productividad. En un mercado mundial muy dinámico (y, presumiblemente, rentable) la oferta local, ha ido ganando en participación sumando una ventajosa localización y capacidad técnica<sup>16</sup>.

## 2.2 Genética vegetal: micro-propagación de cultivos

Complementariamente a la aplicación de técnicas biotecnológicas en los procesos de diseño y fabricación de semillas como medio de reproducción especialmente en el caso de cultivos masivos, existe otro procedimiento -también relacionado con la biotecnología- referida a la reproducción vegetal que es denominada micro-propagación de cultivos.

Se trata de una de las primeras aplicaciones comerciales de la moderna biotecnología al campo de la genética vegetal que consiste en la identificación de un ejemplar particular elegido por sus condiciones que se desea multiplicar. Las condiciones pueden referirse a resistencia a determinados factores ambientales, contenidos de ciertos rasgos, velocidad de crecimiento, forma, inexistencia de patógenos, etc. que hacen deseable su reproducción. La micro-propagación o propagación clonal, comienza aislando un fragmento (explante) de una (seleccionada) planta madre, para luego obtener una descendencia uniforme, con plantas genéticamente idénticas, denominadas clones. El explante más usado para los procesos de propagación son

<sup>16</sup> Un capítulo poco explotado es la aplicación de estas técnicas en la producción de forrajerías ámbito donde el país aúna una demanda creciente (impulsada por la reconfiguración ganadera) y una oferta limitada cubierta en su mayor parte con importaciones.



las yemas vegetativas de las plantas que se aíslan, segmentan y reproducen en medios de cultivos estériles (*in vitro*). A lo largo del proceso -que reproduce asexuadamente un ejemplar madre- se siguen los siguientes pasos: i) Desinfección de las yemas de la planta y/o desinfección de semillas (planta madre) ii) Introducción del material seleccionado *in vitro* (siempre a nivel laboratorio aséptico); iii) Multiplicación de brotes; iv) Enraizamiento (de forma individual y en recipientes ad-hoc); y v) Finalmente aclimatación ("rusticación") de los nößeles plantines a las condiciones ambiente. El resultado es el clon de la planta madre como inicio del ciclo productivo (en reemplazo de la aleatoriedad asociada con la reproducción por semilla). Como es de esperar este tipo de técnica, que permite un salto cualitativo en productividad, es compatible con cultivos acotados (por caso plantas ornamentales) o de ciclo plurianual (como los bosques artificiales, los cultivos de aromáticas, o sacáridos -como la caña de azúcar, algunos cítricos etc.-) dado que el ciclo productivo se inicia con el trasplante del plantín. La breve descripción del proceso señala los posibles ámbitos de actuación de empresas en esa cadena de producción y/o su desarrollo a través de una integración vertical.

Este fue uno de los inicios de la biotecnología comercial en Argentina, cuando dicha metodología reproductiva comenzó a aplicarse a cultivos de algunas frutas finas y a nivel ornamental. En la actualidad se trata de una tecnología relativamente estandarizada donde las fortalezas comerciales radican s en la selección de las plantas madres y en el montaje de una aceitada red que cubra los cinco pasos productivos antes mencionados más que en el control, del proceso tecnológico. Los viveros son canales claves por donde se difunden los ejemplares clonados (y a menudo el ámbito donde se clona).

Como fruto de ese proceso empresarial, en la actualidad existe una decena de empresas comercialmente exitosas que utilizan estas tecnologías tanto para proveerse de su material génico como para abastecer a las otras producciones agrícolas. Los inicios fueron impulsados por el dinamismo que décadas atrás evidenciaba el mercado de los arándanos, lo cual sentó las bases para el desarrollo de mínimas capacidades profesionales en la materia.



De la decena de empresas existentes se destacan algunas áreas particulares de desarrollo. En todos los casos existe una fuerte presencia estatal -que de manera directa como productor o como "abastecedor" de capacidades técnicas- que complementa la actividad privada.

Se trata de una actividad que involucra una decena de firmas con un nivel de facturación anual que oscila en el entorno a los 25 millones de pesos, emplea tres centenares de personas y una fuerza de I+D movilizada por unos 50 técnicos. Independientemente de ello, existen capacidades potenciales de utilizar estas técnicas asociadas a la posibilidad de expansión comercial en la medida que se reactiven determinados mercados específicos (como el de algunas frutas finas, plantas ornamentales, etc.).

Existen tres desarrollos relevantes. El primero de ellos se refiere a un emprendimiento de capitales estatales (con diversas instituciones involucradas) que abastece a una multiplicidad de clientes en base a una amplia línea de productos pasibles de ser propagados para su uso comercial (Biofabrica S.A., 2013).

Una segunda área lo conforma el recambio de cultivares en la producción de caña de azúcar, donde los plantines son provistos por un par de organizaciones público-privadas regionalmente asentadas en las zonas de cultivos; dichas instituciones -con distintas envergaduras tecno-económicas- comienzan con la selección/hibridación de los ejemplares madres, desarrollan todas las etapas y finalmente venden a los viveros los plantines. El esquema se completa con la transferencia subsidiada a los viveros de la Provincia de Tucumán como paso previo a su implantación en reemplazo de variedades menos productivas o con problemas sanitarios; como resultado, se reportan mejoras incrementales sustantivas y una clara disminución en la presencia de algunas patologías (Castagnaro, 2011; EEAOC, 2008, 2009 a, y, b 2010).



Un tercer segmento del negocio de micro-propagación es realizado por empresas forestales<sup>17</sup> o de cultivos perennes de gran envergadura. Se trata de ciclos de negocios de largo plazo que se inicia con las plantaciones, pasibles de ingresar a producción -para uso de rollizos en el caso forestal o de recolección de hojas/frutos en la industria tealera/cítrica- varios años más tarde e ingresar al circuito industrializador antes de llegar al consumo<sup>18</sup>.

En síntesis, y más allá de la magnitud económica de los emprendimientos exitosos en funcionamiento existe un núcleo empresario utilizando estas técnicas con un amplio potencial de expansión.

## 2.3 Genética animal

El desarrollo la genética animal, en particular la bovina, es una de las actividades más tradicionales de Argentina que se ve revalorizada recientemente por las favorables condiciones -actuales y previsibles para el futuro- de los mercados mundiales.

En el caso argentino, la carne bovina, tiene una suerte de "marca país" propia en función de algunos atributos de calidad (terneza, sabor, distribución de la grasa, etc.). Un panorama similar puede plantearse respecto de la producción láctea - Argentina

---

<sup>17</sup> En estos casos y dada la conformación del mercado -empresas industriales que transforman arboles de productores independientes- algunas empresas comienzan a utilizar ensayos de marcadores moleculares aplicados a los rollizos que compran a fin de identificar determinados parámetros del producto.

Un caso particular corresponde a Tapebicuá "La empresa ha desarrollado en Gobernador Virasoro nuevos materiales genéticos adaptados a las condiciones ambientales del norte de Corrientes. Sobre una amplia base genética de más de 2400 clones probados en ensayos se está concluyendo el proceso de registro de 4 de sus mejores clones seleccionados localmente. Hasta la fecha lleva plantadas 4.000 hectáreas de eucalipto clonal las que son manejadas en forma intensiva con controles de malezas y plagas de bajo impacto ambiental. Todo esto permite maximizar la producción de madera de calidad aumentando las proporciones destinadas a productos de alto valor agregado."(La Nación, 2013).

<sup>18</sup>Sobre el caso de Clonación en Establecimiento Las Marías puede verse Perrone M. y MasPOCH A. (2009)



ocupa un creciente rol en los mercados mundiales- donde los atributos deseables se refieren a productividad láctea, contenido de sólidos en leche y características reproductivas. Menos relevantes económicamente pero no por ello ajenos a los avances tecnológicos asociados con el uso de la biotecnología, son las producciones equinas (en particular caballos de polo<sup>19</sup>) y ovina.

En todos los casos el epicentro pasa por utilizar a la biotecnología como una herramienta que mejore los procesos de selección en la búsqueda de reproductores - machos y hembras- los que a su vez mejorarán las posteriores performances de sus descendencias. Existe una segmentación de mercado a lo largo del tiempo que ha estatuido a las cabañas como el centro de mejora de los reproductores; se trata de obtener los mejores ejemplares que transformen pasto y granos en carne y/o leche en el menor tiempo posible y al menor costo; o en otros términos que mejoren la tasa de transformación de energía.

Delinearemos someramente el proceso evolutivo de soporte sobre el cual se asientan las actuales mejoras en materia biotecnológica. Una primera fase -en el caso de los bovinos- fue la selección y domesticación de animales salvajes (o su importación en el caso de sociedades tardíamente desarrolladas a fin de adaptarlo a las condiciones locales). La recolección/domesticación de animales tiene la impronta de las condiciones iniciales de entornos específicos (bovinos de zonas cálidas desarrollan ciertas características de resistencia al calor/consumo de agua y se alimentan naturalmente de pasturas que resisten altas temperaturas y climas cálidos; ídem para ovinos en zonas extremas)<sup>20</sup>. A partir de esa colección, se produce la separación aún

---

<sup>19</sup> En este acápite el análisis se refiere preponderantemente a las aplicaciones en las producciones bovinas; existen otros avances de menor jerarquía económico en las producciones equinas (especialmente en caballos de polo) y porcinas. En el primero de los casos, hay desarrollos comerciales destinados a clonar ejemplares de alta competición (Polo Consult, 2013; Polo Magazine, 2013).

<sup>20</sup> El tema tiene actualidad dado que crecientemente se revalorizan los recursos biológicos naturales no siempre valorizados correctamente; así tienen a cobrar significación actual, por ejemplo, las razas bovinas criollas o cebúinas -en la medida que se desplaza la ganadería a zonas semi-áridas- o poblaciones caprinas regionales con rasgos propios.



entre aquellos individuos seleccionados en líneas evolutivas: bovinos/ovinos para leche o carne; porcinos para carnes y/o fiambres.

El resultado de ello es el concepto de raza. Independientemente de que el proceso de recolección/domesticación pueda continuar, en paralelo, se inician los procesos de selección de reproductores en cada una de las razas. Inicialmente el criterio fue de observación tratando de relacionar los fenotipos seleccionados (en base a peso, relaciones de medidas corporales y otros criterios no siempre objetivos) con las prestaciones (rendimientos de carne, leche, lana, etc.). En ese proceso el seguimiento de leyes de Mendel fue relevante; como asimismo la biometría (captación de datos de evolución de seres vivos) para ir objetivando el proceso. Pero este tenía una restricción dado por la temporalidad biológica: es necesario contar con generaciones completas para ver su performance y establecer la estabilidad a lo largo del tiempo. De allí la amplia variedad de razas y dentro de éstas de rasgos según regiones<sup>21</sup>.

Un paso posterior -donde la documentación de la performance de los individuos para posteriormente evaluar los senderos de mejoras es relevante- fue el sistema de Diferencias Esperadas de Progenie (DEP); en lo sustantivo el enfoque parte del hecho que la base genética proviene de la hembra y el macho aporta las características diferenciales<sup>22</sup>; a partir de ello cruzando un determinado reproductor macho con distintas hembras se confirma el tipo de rasgos diferenciales que se pueden esperar del cruzamiento; ello permite establecer las características diferenciales aportadas

<sup>21</sup> Institucionalmente ello dio lugar a los registros genealógicos cuyo objetivo es velar por el mantenimiento de determinados parámetros que hacen a una raza.

<sup>22</sup> Del relevamiento de las capacidades en materia de I+D, surge que en el ámbito del INTA -en su Centro Castelar- de investigaciones, existe un grupo de trabajo dedicado a la recolección e inventario de reproductores de Angus que releva las Diferencias esperadas de progenie (DEP). Se trata de una actividad en el marco de un convenio del INTA con la Asociación de Criadores de Angus que releva para ello en una treintena de cabañas ubicadas en Buenos Aires las DEP de un centenar de reproductores. Ello permite contar con una serie de características de los reproductores que pueden luego asociarse con la presencia de determinados genes cuya presencia puede ser -objetivamente- identificadas en nuevos reproductores a través del uso de marcadores moleculares (Asociación Argentina de Criadores de Angus-INTA, 2013).

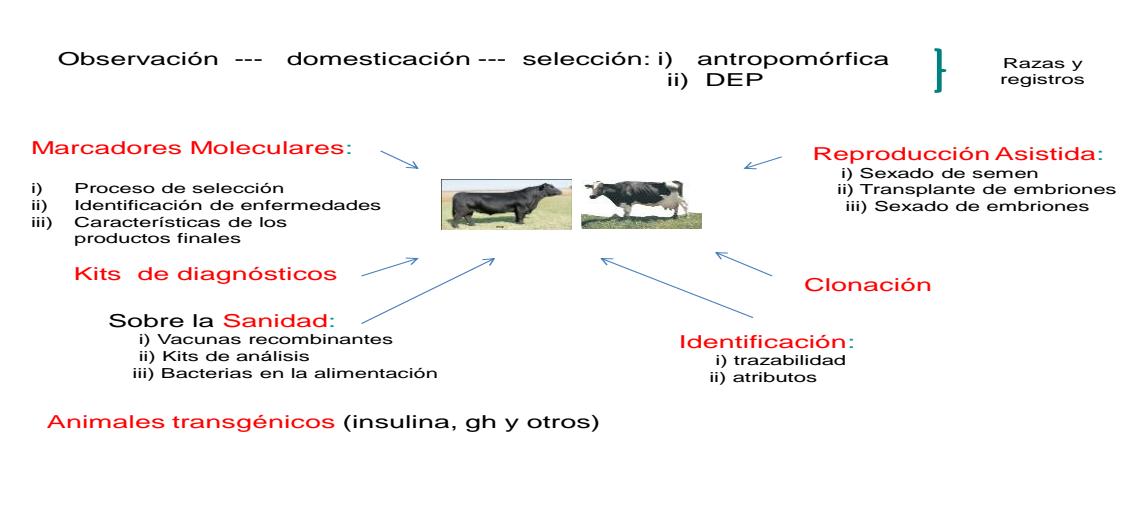


por determinados machos sobre las progenies posteriores. Ello implica ampliar los soportes de información dado que es necesario documentar las diferencias observadas y atribuir las a determinados reproductores y, a partir de ello, relacionar los atributos con la performance de los animales (por ejemplo, en calidad del producto final, velocidad de rendimiento y/o tasa de conversión de alimentos).

En el sendero de “afinar la máquina de producción”, los mecanismos de reproducción vía inseminación artificial permitieron un salto en el modelo de difusión de ejemplares exitosos; bajo esa técnica se tornó posible diseminar más ampliamente ciertos fenotipos. A posteriori, y para una parte del sistema, el tema se trasladó del campo al laboratorio cuando a partir de la extracción de óvulos y esperma la fecundación se produce *in vitro* y se reimplanta en madres receptoras (trasplante de embriones). Estas últimas son técnicas que –aunque de difusión acotada aún– acortan el tiempo de selección y masifican la difusión.

Más recientemente la moderna biotecnología implica un enfoque que si bien opera a partir de un proceso de selección más que centenario implica un enfoque diferente.

#### Grafico Nro. 9. Ganadería y Biotecnología



Fuente: Elaboración propia.



Mientras que en el caso previo la selección iba lentamente acotando el grado de subjetividad estableciendo pautas de rendimientos con fenotipos y otros atributos, en el enfoque actual se trata de identificar los genes que se expresan bajo la forma de determinados atributos en el producto final o performance de funcionamiento. A modo de ejemplo, se han identificado al menos 4 genes que afectan la terneza de la carne como condición necesaria para dicho atributos. En ese enfoque, la identificación de la presencia de genes de terneza, se realiza a través de análisis de marcadores moleculares, servicio que además no ser destructivo en el ensayo es un paso más en la objetivación de la calidad de los reproductores. Un paso posterior es la clonación de reproductores, vía que facilita el uso masivo de genética de alta productividad a los sistemas productivos generales<sup>23</sup> (Felmer R. 2004; INTA 2009; La Nación 2012).

De esta forma, en este sendero –donde las diversas técnicas corren en paralelo- un “salto” cualitativo lo constituye el uso de las herramientas que provee la moderna biotecnología -desde la selección natural por marcadores moleculares a los sistemas de clonación de reproductores y/o desarrollos de animales transgénicos con fines de producción industrial-.

El país cuenta con un stock de vientres en producción del orden de los 12,7 millones de cabezas (más unos 8,2 millones de vaquillonas), que se corresponden con un rodeo de toros estimado en poco más de 670 mil animales. (SENASA, 2013). Se estima que se repone un 25% del stock anual de toros, lo cual constituye el techo

---

<sup>23</sup> La clonación de especies (sujetas además a procesos de evolución constante) abre varios interrogantes no fácilmente resolubles: i) la elección del ejemplar a clonar (¿qué atributos debe tener? ¿En base a qué criterios productivos?); ii) eventuales problemas técnicos (envejecimiento, fidelidad de los ejemplares clonados); iii) el uso comercial de los ejemplares clonados (¿es para reproducir más rápido las características de un reproductor?, ¿para preservar un fenotipo de animal que no tienen sentido comercial actualmente pero que se desea preservar?); iv) los problemas de los derechos de propiedad de ejemplares clonados. Independientemente de ello y desde un punto de vista económico, cabe recordar que en la cadena de producción la genética es sólo (y nada menos que) el inicio del sistema; otros elementos (climas, agua, luz, alimentación, interacción con el medio) son tan o más relevantes que las condiciones de inicio.



máximo de colocación de reproductores por parte de los cabañeros; nótese que del stock total, los animales pedigüey puros por cruce solamente cubren una parte menor, el resto (independientemente de sus cualidades) corresponden a reproductores sin registros. Esto marca la potencialidad de introducción de mejora en el aspecto genético.

Una estimación recurriendo a padrones de las asociaciones de criadores de las principales razas para carne y leche bovina indica la existencia (mínima) de 1990 cabañas en el primero de los casos y de 2058 en el segundo; a ellos se suman unas 70 empresas de inseminación artificial.

Se ha detectado la existencia de unas 25 empresas activas y con cierta significación comercial en el rubro de reproducción animal usando técnicas de la moderna biotecnología. Pueden ser agrupadas en tres categorías (independientemente de su aplicación a ganado bovino o de otro tipo).

Un primer y selecto grupo tiene capacidad técnica y oferta comercial para la clonación de animales (bovinos, caprinos y equinos)<sup>24</sup>; se trata de empresas con intereses en otros sectores que desde hace alrededor de una década establecieron laboratorios propios y equipos técnicos con capacidad de clonar animales<sup>25</sup>. A este núcleo de empresas establecidas se suman casos exitosos de clonación desarrollados en ámbitos públicos.

Un segundo grupo de empresas corresponden a firmas que técnicamente sobrepasan el umbral de la fertilización in vitro y el trasplante de embriones; dos de

---

<sup>24</sup> Nos referimos a empresas que realizan clonaciones comerciales y que tienen registradas facturaciones por dicho concepto. Existen adicionalmente otras empresas o entes públicos que han clonado bovinos – previamente modificados- a fin de sobre-producir leche con determinados contenidos (de hormonas de crecimiento, de insulina para uso humano, de leches “maternizadas”), pero que aún no se encuentran en el mercado (INTA, Informa, 2013; Biosidus, 2013).

<sup>25</sup> Acorde con ello, existe un Registro de Animales Clonados con su respectivo reglamento que regula las inscripciones y los consecuentes derechos de propiedad. A fines del año 2008 se llevaban registro de alrededor de 200 animales clonados (Longoni, M. 2008).



esta veintena de estas empresas se destacan del resto por los volúmenes de operaciones que manejan y por su clara vocación exportadora (de embriones y sus servicios asociados). La evolución de la difusión de las técnicas más avanzadas - trasplantes de embriones, sigue la tendencia del mercado final de carnes; en tal sentido registra un pico entre los años 2007 y 2008 del orden de los 11 embriones anuales trasplantados (CABIO, 2013).

Finalmente existen otras firmas, catalogadas también como biotecnológicas, que o bien proveen de servicios o bien tienen laboratorios propios de marcadores moleculares que los aplican a los procesos de selección de reproductores<sup>26</sup>. La aplicación de este técnica deviene en dos posibilidades: la existencia de laboratorios de marcadores moleculares (acotado a unas pocas cabañas) o la tercerización de este servicios hacia empresas especializadas; precisamente parte de la facturación relevada corresponde a un laboratorio especializado en esta y otras técnicas que provee sus servicios a la mayoría de las cabañas usuarias.

Si consideramos las cinco principales empresas tres tienen fuertes intereses económicos en el mercado agropecuario, con lo cual buena parte de la facturación es extra actividad; la aplicación de la biotecnología a la selección de reproductores y la venta de servicios asociados es, en estos casos, un complemento al negocio principal.

En este mercado existen además unas cuarenta empresas dedicadas a la genética - bovina, porcina y equina- que si bien no pueden ser catalogadas como biotecnológicas cuentan con mínimas capacidades técnicas para entender y operar en dicha actividades, pero por razones que van desde el tamaño de la firma a las condiciones de mercado no ingresan aún de lleno a estas actividades. Varias de estas empresas operan en el mercado de trasplantes de embriones, sexado de semen y

---

<sup>26</sup> El tema ha cobrado relevancia a punto que las publicidades de los remates de reproductores de las principales cabañas para carne, hacen mención en su folletería a los datos fenotípicos, los datos DEP y la presencia de genes de terneza (calpaína 4751, calpaína 316, calpastatinaUoG y calpastatina 2959) (La Pluma de Firpo, 2012).



otras tecnologías avanzadas. Anualmente se comercializan 5,7 millones de dosis de semen, el grueso de las cuales (56%) van hacia la producción láctea y se refieren a la raza holando argentino.

Esta veintena de empresas tienen una facturación -en concepto de productos biotecnológicos- cercanos a los 6 millones de dólares anuales y cuentan con unas 50 personas dedicadas a los aspectos centrales de I+D e implementación de técnicas. En un mercado mundial plagado de regulaciones de diversos tipos, incursionan crecientemente en los mercados internacionales evidenciando colocaciones externas del orden de los 500 mil dólares anuales.

Sintetizando existe una capacidad biotecnológica aplicada a la genética animal compatible con los estándares internacionales; no sólo existen empresas comerciales exitosas en materia de trasplante de embriones y fertilización in-vitro, sino que Argentina forma parte del selecto grupo de países con capacidad de clonar ejemplares de elite (incluso de aquellos modificados genéticamente y convertidos en bio-fábricas); el potencial de desarrollo de la actividad –tanto en el plano local como internacional- se asocia con las evoluciones de las demandas –para carne y leche- como con las restricciones al comercio internacional.

## 2.4 Inoculantes

El desarrollo masivo del mercado de los inoculantes en Argentina fue *pa i passu* con la producción de soja. Siendo ésta una leguminosa con capacidad de fijar nitrógeno en la tierra a partir de la presencia de determinadas bacterias, el desarrollo industrial de los inoculantes aúna la dinámica de la soja y en menor medida otras leguminosas con las posibilidades de fertilizaciones -en lo que a la captación de nitrógeno hace- "naturales" (Perticari, A.2007).

Técnicamente existen varias claves: i) la identificación de la cepa; ii) su mejora y reproducción a escala industrial; iii) su incorporación a la semilla. Comercialmente,



resulta estratégico no sólo la calidad del inoculante (esto es su efectividad en terreno) ó la posibilidad de sumar el servicio de *pelletizado* (adhesión a la semilla) sino el esquema de llegada al productor que opera habitualmente con un paquete técnico al cual contribuyen una variada gama de muy heterogéneos grupos de empresa (que comprende la semilla, los biocidas, los fertilizantes y los inoculantes además del asesoramiento técnico). Asegurarse un lugar en el paquete tecnológico es tan esencial para que el negocio funcione como proveerse de adecuadas cepas para reproducir.

El desarrollo de esta actividad es sólo una parte de un modelo productivo en gestación que ahonda en investigaciones relacionadas con la interacción entre la dinámica propia del suelo, la forma en que las semillas -desarrolladas en laboratorio- se expresan a campo y la dinámica de los ambientes (clima, temperatura). La microbiología del suelo, la interacción entre bacterias y plantas, y la dinámica que anima a la interacción entre la evolución de los suelos y el comportamiento de las plantas es el escenario en el que las empresas de inoculantes diseñan y ponen en práctica sus estrategias de crecimiento. De hecho las principales empresas del sector -ya tienen varias décadas de actividad- rápidamente incursionan en estas temáticas utilizando la plataforma tecnológica construida en base a los inoculantes como base para ulteriores desarrollos en campos más complejos.

De acuerdo a los datos recabados operan en el país 29 empresas que producen y comercializan inoculantes, con una facturación anual del orden de los 290 millones de pesos (unos 70 millones de dólares) referidas exclusivamente a estos productos (que se expande a más de 100 millones si se incluyen otros productos relacionados con el acondicionamiento de semillas).

Estas empresas tienen tres perfiles:

- A. Un acotado núcleo de subsidiarias de empresas multinacionales que integran corporaciones de gran tamaño ubicadas en las frontera del conocimiento; estas empresas –autodefinidas como de ciencias de la vida, forman parte de



grupos internacionales desde cuyas matrices se abastecen de la cepas y otros conocimientos específicos; en el despliegue de su estrategias internacionales no pueden dejar de lado el caso argentino dado que el país es uno de los animadores centrales de la denominada nueva agricultura; los campos de investigación de estas empresas no se limitan a los inoculantes sino que se amplían hacia la microbiología del suelo, la biología de seres inferiores, su interacción con el ambiente y, necesariamente, el desarrollo de semillas “inteligentes”.

- B. Un segundo grupo se conforma a partir de una dupla de empresas de capital nacional que habiendo sido pioneras en los desarrollos locales -en asociación con entes públicos de I+D- han alcanzado un nivel de facturación y un *plafond* técnico destacado. En el contexto local, se trata de firmas de mediana envergadura, con departamentos de I+D desarrollados y formalizados que operan en base tanto a capacidades propias como en una amplia red de relaciones con terceras empresas y/o instituciones en el marco de proyectos de investigación (Corvalán 2007). Su tamaño y capacidad tempranamente las hizo rebasar el mercado local e incursionar -vía exportaciones, intercambios de conocimientos e incluso instalación de subsidiarias- en terceros países. Al igual que el núcleo empresario previo su accionar va más allá de los inoculantes aplicando la plataforma de conocimientos biotecnológicos en otros desarrollos. Asociado a la “fabricación” de semillas inteligentes, el sendero de expansión está centrado en los bio-activadores (sustancias que promueven el equilibrio hormonal de las plantas, aumentan la división y el alargamiento celular, promueven del crecimiento, estimulan la síntesis de clorofila, la fotosíntesis, la diferenciación de yemas florales y aumentan la absorción de nutrientes).
- C. Finalmente existe un número amplio de firmas de menor porte, centradas en los inoculantes, que tienen cobertura regional con inserciones en submercados específicos y un mínimo grupo interno de personal especializado; la mayoría carece de estructuras formales para el desarrollo de actividades de



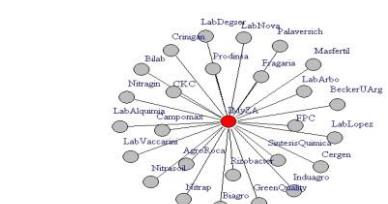
investigación pero guardan una larga relación con algunas instituciones públicas (en particular el Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola -IMyZA- del INTA y el CINDEFI de la UNLP).

Estructuralmente existe -para los últimos bloques de empresas- una estrecha relación con el INTA, como lo da cuenta el Gráfico Nro. 10.

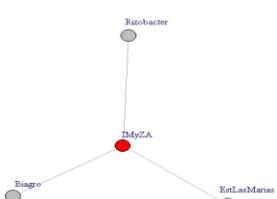
Gráfico Nro. 10. Vinculaciones de las Empresas de Inoculantes con el IMyZA (INTA).

Por tipo de convenios

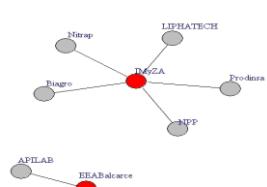
Convenios de Asistencia Técnica



Convenios de I+D



Convenios de Transferencia de Tecnología



Fuente: Elaboración propia en base a datos de presentación en INTA Expone 2011.

El esquema previo -más allá de las ponderaciones que se le otorgue a cada vínculo- resulta revelador de la articulación entre el accionar privado (como productor) y la esfera pública (como respaldo técnico). Se asienta sobre la base de 45 convenios firmado entre estas empresas y el INTA en las últimas décadas de los cuales a fines del año 2010, 38 estaban en vigencia; de estos convenios 27 eran de asistencia técnica; 7 de transferencia y 4 de investigación y desarrollo.



Este conjunto de firmas exporta unos 22 millones de dólares anuales, denotando con ello tanto cierto grado de saturación del mercado interno como la competitividad técnica para ingresar a otros países.

El empleo total supera las 600 personas de las cuales alrededor del 25% (unas 150 personas) se involucran en las actividades de I+D relacionadas con la biotecnología.

En suma se trata de un sector, que en una primera fase acompañó el desarrollo territorial de la principal leguminosa agrícola (la soja) con una cobertura que ronda el 70% de la superficie cultivada; con una fuerte articulación inicial con el sector público, la actividad tiende a alcanzar un cierto nivel de amesetamiento asociado a los límites que le impone el mercado interno. Frente a ello, un conjunto de firmas -que ya alcanzó un umbral mínimo de conocimientos y tamaño económico-, por un lado, accede a los mercados externos como ámbito de expansión y, por otro, amplía la gama de productos hacia desarrollos más complejos utilizando la plataforma biotecnológica generada inicialmente para el manejo de los inoculantes.

## 2.5 Salud humana y medicamentos.

Una de las áreas más relevante de la aplicación de la nueva biotecnología es el campo de los cuidados de la salud humana. Como tal ha sido históricamente el escenario de los primeros lanzamientos de nuevos productos -la insulina genéticamente modificada, el interferón y otros medicamentos- ya sea a nivel internacional como en el plano local.

Varios factores sustentan esta tendencia: la relevancia del campo de aplicación, la magnitud (y rentabilidad) del mercado de la salud humana y de cada uno de los principales insumos (especialmente el de los medicamentos y otros kits de uso humano), la fuerte presencia de la regulación pública y las previas capacidades del recurso humano acumuladas en materia de biomedicina.

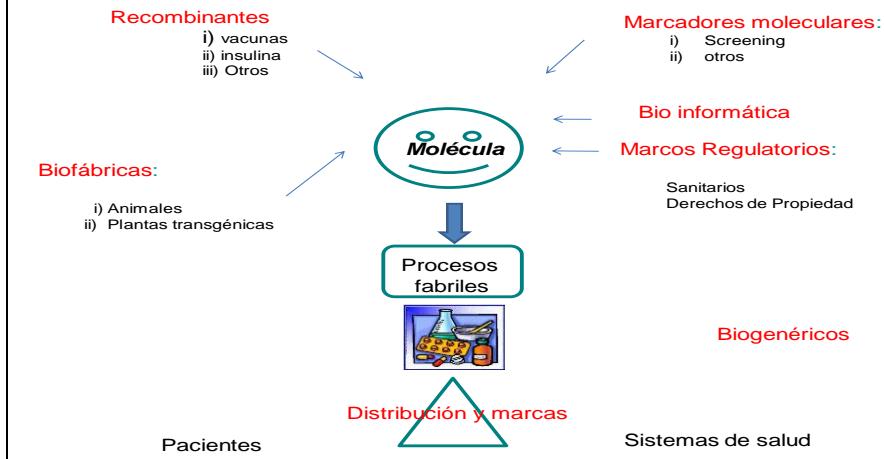


Se trata de una tecnología que disruppe -en varios casos- los paradigmas previos y toma la forma de:

- a) Producción de nuevos medicamentos; mientras que hace no muchas décadas el modelo sanitario tenía como epicentro los medicamentos provenientes (principalmente) de la síntesis química o (minoritariamente) de las extracciones/purificaciones de sustancias naturales, la moderna biotecnología permite, por distintas vía, generar nuevos medicamentos; el tema tiene particular relevancia dado que en las últimas décadas se asiste a un amesetamiento en el lanzamiento de moléculas químicas radicalmente nuevas a la vez que crecen los potenciales medicamentos biotecnológicos; los casos más avanzados (a punto tal que comienza la etapa de los bio genéricos dado el vencimiento de las patentes originales) corresponde a la eritropoyetina, la insulina genética y los monoclonales; o sea que en este caso se asiste a un cambio en la **tecnología de producto**;
- b) Producción de medicamentos por síntesis química “asistidos” por las modernas técnicas que se desarrollan en la biotecnología (el producto es el mismo pero la vía de obtención varía); el resultado en términos de producto final es idéntico pero **cambia incrementalmente la tecnología de proceso de producción**;
- c) “Rutas de producción” de principios activos radicalmente nuevas; en lugar de usar reactores de síntesis química para reproducir determinados principios activos se utilizan plantas y/o animales (modificaciones genéticamente) que “sobre producen” determinados principios activos (pre existentes en la naturaleza -inclusive en el cuerpo humano- o aislados previamente); **se modifican en este caso radicalmente las tecnologías de proceso**, dando lugar a las bio-fábricas.



### Gráfico Nro. 11. Biotecnología y Medicamentos

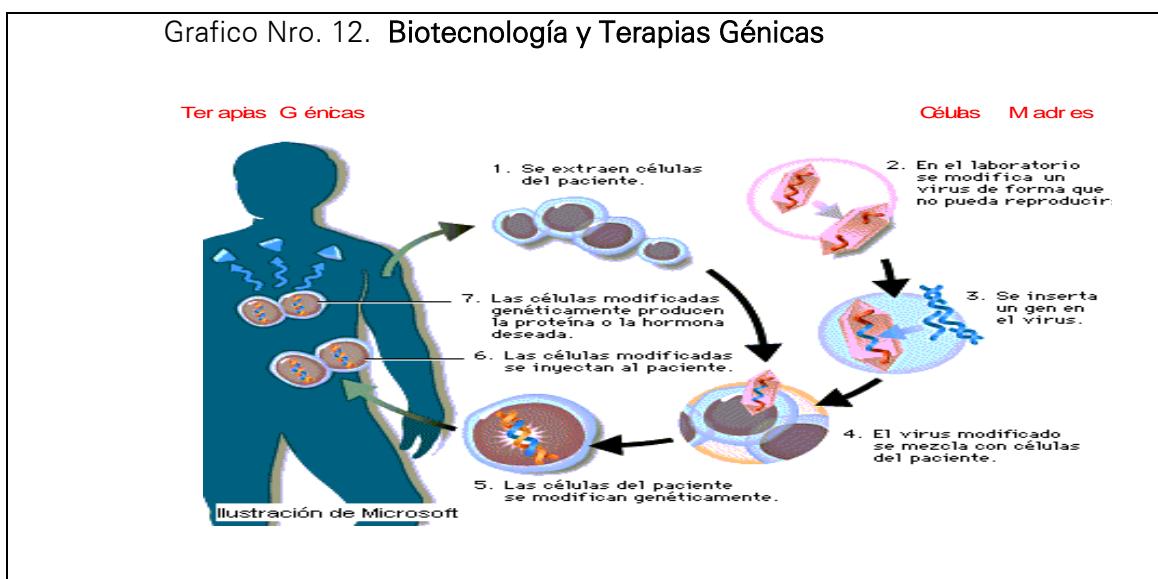


Fuente: Elaboración propia.

- d) Kits de diagnósticos obtenidos por técnicas biotecnológicas que cambian sistemas analíticas previos; de esta forma se reemplazan una serie de análisis por el uso test -basados en procesos biotecnológicos- que diagnostican más rápido y con mayores precisiones; son *productos radicalmente nuevos que ingresan como insumos* al cuidado sanitario (pero no son reparadores de salud, sino predictores del estado de salud); un capítulo adicional es el uso de reactivos –drogas testigos de alta pureza- en equipos analíticos, análisis o ensayos también producidas usando la moderna biotecnología;
- e) Desarrollo de terapias génicas donde el mecanismo tradicional de diagnóstico y posterior curación involucrando medicamentos (exógenos al cuerpo) son reemplazados por la identificación de la “anomalía” celular y su “inducción” a la auto-solución usando técnicas moleculares; se trata en este caso de *un cambio radical en el proceso de restablecimiento de la salud humana*; un hito en esta dinámica ha sido el desarrollo y posterior publicación del mapa del genoma humano con una multiplicidad de implicancias (desde las tecnológicas hasta las de corte ético) (Zamudio, 2013);



- f) Una larga lista de servicios relacionados con la salud humana (desde la detección de enfermedades congénitas en la etapa pre natal a las filiaciones parentales).



Fuente: Elaboración propia.

La aplicación de estas tecnologías no es neutra -en términos productivos- para Argentina por una serie de razones:

- a) La magnitud de los sistemas sanitarios, su relación con el gasto público (absorbe poco más del 9% del PBI)<sup>27</sup> y los desarrollos prestacionales preestablecidos (tanto públicos como privados);
- b) Los antecedentes en materia sanitaria y de aprovisionamientos de medicamentos por parte de empresas privadas (con fuerte peso de capitales locales) que cuentan con amplios activos complementarios (desde canales de comercialización y marcas hasta sistemas de producción e investigación y desarrollo) para la explotación comercial de las nuevas tecnologías;

<sup>27</sup> Incluyendo gasto público, gasto privado y seguridad social.



- c) Las capacidades pre existentes en farmacología, biología avanzada y biomedicina en los estamentos públicos académicos y en varios institutos de investigación.

El mercado argentino total de medicamentos alcanza -para el año 2012- los 23.000 millones de pesos (poco más de 5.000 millones de dólares<sup>28</sup>), de los cuales el 51% es provisto por empresas de capital nacional (un grupo acotado de las cuales tiene envergadura internacional mediana y fuerte arraigo en las actividades de I+D) (CILFA, 2006; BDO, 2013).

Esta actividad ha sido una de las pioneras en la aplicación local de la biotecnología a la producción en el marco de múltiples formas de relacionamiento con el aparato público (Bercovich y Katz, 1990; Aguiar, 2011; Petelski, 2012; Virdis, 2012).

Se ha detectado la presencia activa de 45 empresas de biotecnología cuyos productos se destinan al cuidado de la salud humana; de este conjunto, una treintena se dedica a la producción de medicamentos y de reactivos de diagnóstico, mientras que el resto lo hace principalmente en estudios genéticos y terapias génicas.

Se destaca la presencia de una decena de grupos económicos cuyos niveles de facturación son similares a las empresas medianas internacionales de esta actividad, tienen intereses productivos en variadas actividades, a la vez que controlan los canales comerciales hasta el paciente (marcas propias, distribuidoras, etc.). Varios de estos grupos económicos han comenzado a incursionar con inversiones de cierta cuantía en mercados de alta complejidad y elevado potencial futuro<sup>29</sup>.

---

<sup>28</sup> Tipo de cambio: 1 dólar = 4,55\$ cotización oficial mercado financiero, promedio 2012.

<sup>29</sup>Tal el caso del Grupo INSUD a través de su controlada Pharma ADN que recientemente puso en marcha una planta para producir monoclonales con una inversión del orden de los 15 millones de dólares. "(Política on line, 2012, PharmaAdn 2013). "Por su parte, **Chemo – Romikin**, también perteneciente al Grupo Insud, ha solicitado financiamiento al Programa del Bicentenario por \$ 130 millones para instalar otra planta para la producción de anticuerpos monoclonales, pero a una escala siete veces mayor a la recientemente inaugurada. Tendrá una capacidad productiva de 96 kilos anuales de ingrediente farmacéutico activo, permitiendo alcanzar una producción anual de 250 mil dosis de



En su conjunto, tienen una facturación anual del superior a los 700 millones de pesos -unos 155 millones de dólares<sup>30</sup>- con exportaciones de poco más de 60 millones de dólares de productos biotecnológicos.

Capacidades técnicas de cierta excelencia, facilidades productivas y control de activos complementarios tales como los canales comerciales, los registros y las marcas, rápidamente se convierten en factores competitivos internacionales que se traducen en exportaciones las que explican alrededor del 40% de sus ventas. Los niveles de exportación pueden estimarse como un umbral mínimo dado que el reciente vencimiento de las patentes de los primeros desarrollos biotecnológicos (el caso más relevante es la eritropoyetina) da inicio al mercado mundial de los bio-genéricos (con la consiguiente tensión sobre los aspectos regulatorios).

---

medicamentos monoclonales, incorporará 60 empleados y generará exportaciones anuales por \$ 165 millones. Además, otros laboratorios deciden asociarse para la producción de proyectos innovadores, que ponen a la Argentina en un rol líder a nivel regional. Por ejemplo, **Pfizer** y **Elea** anunciaron un acuerdo de cooperación para la elaboración de una de las vacunas más sofisticadas a nivel mundial, la antineumocócica conjugada 13 valente (contra el neumococo), que demandó una inversión de US\$ 15 millones" (Ministerio de Industria, 2013). "La última inauguración del año fue el nuevo complejo productivo de SinergiumBiotech, ubicado en la localidad de Garín (provincia de Buenos Aires). El mismo cuenta con una superficie de 20.000 m<sup>2</sup> y su construcción demandó dos años e implicó una inversión privada superior a los 80 millones de dólares. La planta fabricará 30 millones de dosis anuales de fármacos cuando esté funcionando a pleno y generará 160 nuevos empleos. SinergiumBiotech realizó, además, acuerdos con importantes compañías farmacéuticas internacionales como Novartis y Pfizer, así como con la empresa nacional PharmADN" (CID, 2012). "Con una inversión de US\$ 12 millones, la empresa AmegaBiotech levantará una nueva planta de fabricación de productos biotecnológicos en el parque Austral, en la localidad de Pilar. La nueva sede tendrá 3000 metros cuadrados y albergará las oficinas corporativas, un laboratorio de investigación y desarrollo y una planta de producción de proteínas recombinantes donde trabajarán 200 empleados. En la actualidad, AmegaBiotech exporta parte de su producción a América latina, Medio Oriente, el Sudeste Asiático, Rusia y el norte de África, con una facturación en 2011 de \$ 148,8 millones" (La Nación, 2012).

<sup>30</sup>El mercado interno de los medicamentos biotecnológicos para 2008, giraba en torno a los U\$S 390 millones, tomando en cuenta la producción interna de proteínas recombinantes y la importación de proteínas recombinantes, insulinas y anticuerpos mono-clonales (Gutman y Lavarello, 2010); ello implicaría que la producción local cubre poco más del 50% de las necesidades de este tipo de medicamentos. Se trata de productos específicos de última generación, destinados a nichos de mercados y con elevados precios unitarios.



Concurrentemente, esta dinámica productiva no puede sostenerse sin el desarrollo propio (y en colaboración con el sector público de I+D) de las actividades de investigación y desarrollo; así es dable destacar que para estas empresas casi el 10% del personal se dedica a estas actividades. En otro orden, ello está sustentado por un gasto en investigación y desarrollo del orden de los 100 millones de pesos anuales, cifra que representa casi el 15% de los niveles de venta; estos indicadores sobresalen largamente tanto de la performance del conjunto de las empresas biotecnológicas y más aún del promedio de todas las firmas industriales.

El perfil empresario es altamente heterogéneo. Inicialmente cabe distinguir dos caracterizaciones: Por un lado firmas de larga data, con posiciones relevantes en el mercado interno de los medicamentos que -marginalmente- ingresaron oportunamente en la biotecnología y actualmente cuentan con varios productos y plataformas técnicas altamente promisorias en lo que hace al acceso al mercado internacional de los bio-genéricos. Por otro lado, empresas de menor tamaño, productivamente orientadas a un número reducido de productos y con una trayectoria temporal en materia comercial y empresarial más reciente.

Adicionalmente, cabe señalar la presencia de capacidades técnicas que constituyen plataformas pasibles de ser usadas en varios desarrollos (casos como la clonación de animales que producen bio medicamentos; la producción de monoclonales; las tecnologías de bacterias recombinantes en vacunas y/o aquellas dedicadas a kits de diagnósticos).

## 2.6 Sanidad animal

A mitad de camino entre el desarrollo de capacidades técnicas asociadas con la salud humana y las demandas provenientes de la producciones pecuarias y otras complementarias (como la aviar y/o la ictícola), existe un amplio mercado de productos denominados genéricamente veterinarios (vacunas, kits de diagnósticos, suplementos, sistemas de identificación de animales, etc.).



Históricamente a este desarrollo sigue la misma lógica que en salud humana: esto es el uso de vectores atenuados para la producción de vacunas, moléculas de síntesis química que combaten determinadas patologías y -más recientemente- kits de diagnósticos de las principales enfermedades.

Atento al desarrollo de las producciones demandantes locales (ganadería, avicultura y en menor medida, piscicultura y porcinos) este sector productivo genera un mercado –por todo concepto- estimado en poco más de 150 millones de dólares<sup>31</sup> siendo abastecido por unas 10 empresas principales entre las cuales se destacan las líderes multinacionales y varias empresas nacionales de cierto porte que además operan en el mercado de la salud humana.

Las áreas donde la moderna biotecnología tiene impacto comercial nuevamente se relacionan con algunos nuevos productos -vacunas recombinantes que reemplazan a las de virus atenuados- como en el uso de técnicas de la moderna biotecnología en la producción de productos sanitarios convencionales. Como es de esperar, mercados previos consolidados conllevan el desarrollo de canales comerciales, marcas e incluso facilidades de producción que se acoplan con algunas nuevas iniciativas productivas basadas en la moderna biotecnología.

En lo referido a las empresas de biotecnología que operan en este sub-mercado, cabe señalar que se trata de una quincena de firmas -el grueso de las cuales son de capital local- que facturan alrededor de 600 millones de pesos en el rubro productos biotecnológicos y unos 1.000 millones de pesos bajo todo concepto.

Varios de los proyectos tienen una clara orientación exportadora, lo cual deriva que en su conjunto las colocaciones externas trepan a unos 30 millones de dólares anuales; ello implica que alrededor de 23 de cada 100 pesos vendidos se destinan a los mercados externos lo cual indica su capacidad competitiva.

---

<sup>31</sup>Dato estimado en base a Anilló G, Bisang R y Stubrin L. (2011).



Este conjunto de firmas es liderado por una cuya facturación supera largamente los 400 millones y tiene una marcada presencia en el mercado en base a ventas asociadas con vacunas anti-aftosa y suplementos dietarios.

En orden de importancia las empresas restantes son de menor porte pero mucho más orientadas a productos estrictamente biotecnológicos; este último tramo empresario, a su vez, revela un marcado dinamismo reciente y una activa conducta en materia de presentación de nuevos desarrollos.

Si bien su contribución al empleo es menor -en conjunto este núcleo de empresas ocupa menos de 1000 personas-, evidencian un fuerte potencial técnico. En tal sentido, invierten anualmente unos 11 millones de pesos en actividades de investigación a la vez que involucran casi 130 personas en estas actividades.

Se trata en definitiva, de un sector de alto potencial, más aún si -como algunas empresas lo planean- ingresan al circuito tanto de los kits de diagnóstico para enfermedades masivas ó a los suplementos dietarios en balanceados de alta productividad<sup>32</sup>.

---

<sup>32</sup>Proyectos de reciente lanzamiento, como el caso de Vetanco son indicadores del dinamismo de este sector. "La planta industrial de la firma Vetanco -del sector farmacéutico veterinario- demandó una inversión de 32 millones de pesos. Producirá la primera vacuna con plataforma biotecnológica desarrollada y producida en Argentina. La nueva instalación, ubicada en el partido bonaerense de General Rodríguez, más que duplicará la producción de la empresa y permitió la generación de 50 puestos de trabajo"(COFA, 2013). Respecto de Tecnovax "se impulsó la construcción de una nueva planta de 2000 m<sup>2</sup>situada en la ciudad de Mercedes, Provincia de Buenos Aires. La inversión requerida para esta nueva fase de crecimiento es de \$12 millones; la nueva planta industrial en Mercedes estará ubicada en un predio de 3,5 hectáreas y se convertirá en la más grande de Latinoamérica para la producción de vacunas. En el último trimestre de 2011 se logró, mediante una fuerte política de inversión, el dinero para afrontar esta expansión física que contará con una planta de producción con piletas de bioseguridad Clase III con el objetivo de llegar a mercados más controlados como Canadá y Noruega con los productos" (Virdis M. 2012).



## 2.7 Fertilización humana

Un núcleo acotado de empresas privadas -pero no por ello menos relevante social, económica y técnicamente- es el referido a los emprendimientos de salud que desarrollan técnicas de fertilización asistida.

Existen en el país una veintena de estas empresas, la mayoría de las cuales tiene una estrecha relación con el ámbito universitario y las prestaciones sanitarias de alta complejidad. Dentro del perfil de estas firmas, existe un núcleo acotado de 5 sanatorios que encabezan las prestaciones y son las responsables de aproximadamente 2/3 de los tratamientos exitosos desarrollados.

Frente a los problemas de fertilidad, cada caso tiene particularidades que obligan a tratamientos -si bien protocolizados- particulares, lo cual conlleva una demanda de alta especialización en estas prestaciones. La complejidad del tema, la lábil legislación que rodea estas actividades y los costos que implican, hace que los datos presentados sean marcadamente estimados y se incluyan en el presente informe en función de su relevancia social y técnica. Relevancia social por el tema particular y por la reciente decisión política de cubrir los costos de estas prestaciones -bajo ciertas condiciones- en el ámbito público. Y relevancia técnica pues se conforman a partir de grupos de trabajo con alta formación académica, relaciones con centros internacionales de excelencia y cotidiano trabajo hospitalario en temas de alta complejidad.

Recientemente, este conjunto de firmas, ha tenido una facturación estimada en unos 10 millones de pesos, en base al desarrollo de actividades que involucran a unas 50 personas en las tareas de investigación propias de cada caso.

En síntesis se trata de una actividad altamente especializada que se encuentra en puertas de un desarrollo sustantivo a partir tanto de la base técnica pre-existente como a las nuevas condiciones de una mayor cobertura de los sistemas sociales de salud.



## 2.8 Insumos industriales.

La biotecnología industrial se basa en la aplicación de las herramientas de la naturaleza a la industria. Esta rama de aplicación de la moderna biotecnología - también conocida como biotecnología blanca- usa organismos vivos y/o enzimas (en algunos casos recombinadas) para obtener productos degradables, y/o generar otras transformaciones orgánicas que mejoren las estructuras de costos (a través de la mayor eficiencia de los procesos productivos) y/o reduzcan desechos asociados con las producciones industriales. El uso industrial y dirigido de las enzimas es el área de mayor desarrollo de la biotecnología blanca; aventajan a los procesos industriales de los procesos químicos por razones de eficiencia y selectividad. Además, son biodegradables y habitualmente funcionan I bajo condiciones extremas. Preexisten en la naturaleza, pero con rendimientos aleatorios por lo que su aislamiento, modificación y reproducción (relativamente) controlada es el aporte de la moderna biotecnología. Son, en definitiva, insumos muy específicos y sofisticados de aplicación en múltiples industrias (farmacéutica, alimenticia, química, textil, de detergentes, del papel, etc.), lo cual transforma a estas tecnologías en verdaderas plataformas de múltiples posibilidades de uso en diversas actividades.

El gráfico siguiente indica sucintamente las principales “avenidas” de uso de las tecnologías blancas y consecuentemente donde operan las empresas.

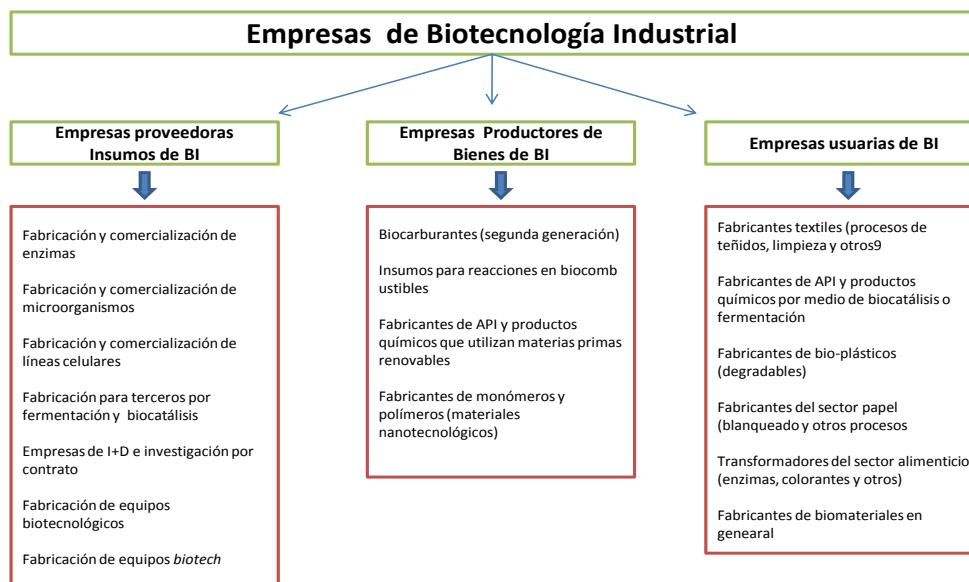
Las posibilidades de uso y desarrollo de la oferta local está relacionada directamente con la magnitud, complejidad y estructura del desarrollo empresario en cada una de las áreas de aplicación.

Un caso particular lo conforma la industria alimenticia, hecho relevante dado el desarrollo local en la materia. El uso de insumos -enzimas, aditivos, colorantes, etc.- obtenidos por los caminos biotecnológicos ha dado lugar a la conformación de empresas proveedoras especializadas que por su especificidad no solo operan como abastecedores sino también (y de forma complementaria) como oferente de servicios



para su uso en la línea de producción (dada la complejidad de los comportamientos de los agentes biológicos).

Gráfico Nro. 13. Áreas de aplicación de las tecnologías blancas.



Fuente: Elaboración propia en base a Castells i Boliart (2014) y Weng L and Huimin Z. (2009).

Otro se refiere a las nuevas fuentes de energía a partir de tecnologías limpias o verdes como pueden ser procesos de bio-transformación o biomateriales que generen residuos biodegradables reduciendo los efectos tóxicos sobre el medioambiente (bio-plásticos, nuevos tejidos, materiales para la construcción como tela de araña, etc.). Complementariamente los avances en los conocimientos biotecnológicos están permitiendo realizar transformaciones químicas de una forma más eficiente y efectiva, utilizando enzimas o células enteras diseñadas para optimizar transformaciones conocidas y otras aún por conocer, que da lugar a productos de química básica (como el hidrógeno), biomateriales (como el



propanodiol) y de química fina o bioquímicos (como las vitaminas). Así mismo, y gracias al desarrollo de la nanotecnología, se está comenzando a controlar y utilizar las moléculas provenientes de los seres vivos como base para producir nuevos productos y servicios (como nuevos secuenciadores de ácidos nucleicos y proteínas, células artificiales, biosensores, etc). Ello abre las puertas a los bio-procesos: utilizando las células como fábricas y el estudio de los diferentes bio-procesos, se están produciendo todo tipo de productos de una forma más eficiente o novedosa (nuevas enzimas para detergentes, degradación o conservación de materiales, vitaminas, proteínas recombinantes aplicados a la salud o a la alimentación).

Asociado con el cuidado ambiental la biotecnología blanca apunta a la limpieza de contaminantes: utilizando plantas y microorganismos se consiguen descontaminar aguas (lodos activos y digestiones anaerobias), suelos (fito-remediación) y la atmósfera (biofiltros).

A nivel internacional la denominada tecnología blanca se encuentra en pleno auge centrada en el gran dinamismo de las empresas dedicadas a la producción de enzimas<sup>33</sup> y bioplásticos. Es además, el epicentro de estrategias de desarrollo a futuro de varias economías desarrolladas (ASEBIO, 2014; OECD, 2011, Europa Bio, 2010; U.S. International Trade Commission (2008 ,EuropaBio and ESAB, 2005).

¿Cuál es el desarrollo de la oferta local en estas actividades? Se ha identificado una veintena de empresas dedicadas a la producción de diversos productos que pueden ser catalogados como de biotecnología industrial (o “blanca”).

Se estima una facturación global del orden de los 440 millones de pesos, y un nivel de exportaciones que ronda los 67 millones de dólares; las inversiones de estas empresas en materia de I+D se ubica en el entorno de los 7,7 millones de pesos (para el año 2012), empleando poco más de 60 personas en esta actividades.

---

<sup>33</sup> Ver Cuadro Nro. 7 los niveles de facturación de las empresas líderes (Novozyme, Cr Hansen y DSM).



Existe una amplia demanda local -especialmente en materia de enzimas- que es abastecida sólo parcialmente por la oferta local; un somero análisis del perfil de actividades de las empresas indica que se trata de emprendimientos acotados a productos y/o procesos particulares con demandas específicas.

El mercado de las enzimas es revelador de la dinámica de la actividad en su conjunto: el panorama general indica que se trata de un insumo aplicada localmente de manera casi masiva a la industria de la alimentación, con una fuerte dependencia del producto importado. La inercia histórica al abastecimiento externo, los vaivenes en los precios relativos asociado al abastecimiento externo, los (mínimos) volúmenes de una gran variedad de productos muy específicos y la reducida oferta interna son, entre otros, los factores que subyacen a este perfil de mercado. El análisis de este sub-mercado indica la presencia de tres perfiles de negocios distintos. Por un lado existe una gran empresa subsidiaria de uno de los mayores productores mundiales de enzimas cuya especialización productiva está asociada con la estrategia global de la casa matriz; como tal, a pesar de contar con un mix productivo potencial muy grande, se especializa en la producción de unas pocas enzimas que son derivadas casi en su totalidad a los mercados internacionales. Por otro, hay unas pocas empresas que comenzaron tardíamente su producción y se articulan con segmentos medios y pequeños de la industria alimenticia (especialmente de productos lácteos dedicada a la fabricación de quesos); constituyen un paso más sofisticado que el uso del cuajo como origen de la quimosina al producir la misma bajo procesos de fermentación a baja escala. Finalmente, y más recientemente se suma otra empresa cuya ruta de producción es el uso de plantas (cártamo) como bio-reactores también en la producción de quimosina<sup>34</sup>.

---

<sup>34</sup>Tal es el caso de Bioceres. "Molecular farming es la disciplina que utiliza a las plantas como fábricas de compuestos de interés comercial, denominados enzimas industriales. En esta línea de trabajo, la niña bonita del instituto es la obtención de semillas de cártamo modificado genéticamente, que contienen un compuesto utilizado en el cuajado de los quesos: la quimosina bovina. El proceso tradicional extrae dicho compuesto del cuarto estómago de los terneros vacunos. Pero en los últimos 20 años, el 80% de la quimosina se obtiene a través de la fermentación de bacterias, hongos y levaduras. Hoy, se importa cerca del 90 % de las necesidades de quimosina del país. En el INDEAR están convencidos de que en el corto plazo se puede producir toda la quimosina que necesita la Argentina, con sólo 400 hectáreas de



El resto de las empresas cubre una amplia gama de actividades y tienen varios rasgos comunes: i) son de reciente lanzamiento; ii) operan a partir de un desarrollo particular y se van expandiendo tratando de conformar plataformas técnicas que permitan mejorar su sustentabilidad en el mediano plazo; iii) guardan una estrecha relación con los mecanismos públicos de soporte tecnológico y iv) aunque no de manera significativa, tienen inserción externa o están insertas en ambientes internacionales competitivos<sup>35</sup>.

En síntesis, se trata de una oferta empresaria que opera en una actividad de incipiente desarrollo, alta potencialidad en términos de los sectores de uso y promisorias perspectivas de crecimiento.

---

cártamo modificado genéticamente. Esto permite identificar claramente, el enorme potencial e interés que despierta esta innovación en la industria láctea. Los costos competitivos, la calidad del producto, la inocuidad sanitaria y ambiental, el almacenamiento y la logística, son algunos de los beneficios del proyecto. Poniéndolo más claro: contar con semillas de cártamo permitiría, bajo un proceso industrial sencillo de purificación de las enzimas, disponer en forma controlada, eficiente y económica de la cantidad requerida de quimosina, lo que mejoraría enormemente la provisión de dicho insumo. Este proyecto, que el INDEAR espera lanzar comercialmente a finales de 2011, se encuentra en etapa de pruebas en una planta piloto instalada para tal fin, mientras se avanza en las respectivas actividades regulatorias para la aprobación por parte de los organismos oficiales" (Bioceres, 2014).

<sup>35</sup>Como el caso de Keclon "Keclon es la primera empresa argentina de biotecnología que recibió una inversión de capitales privados de 600 mil dólares a principio de 2012 y sobre finales del 2013 le llegó un nuevo desembolso de 500 mil dólares. Pero la firma rosarina va por más y está a punto de sumar nuevos inversores para poder concretar la construcción de una planta de producción de enzimas que mejoran notablemente la calidad del biocombustible. La empresa está liderada por un equipo de emprendedores y científicos reconocidos internacionalmente. Hugo Menzella, CEO de Keclon, es doctor en ciencias biológicas, investigador de Conicet y docente de UNR; Leandro Vetcher, fundador y CEO de Green Pacific Biologicals, el Dr. Salvador Peirú, científico de la UNR y Conicet, y Sebastián Bernales, investigador en la Fundación de Ciencia y Vida de Chile (FCV) y Director de ID, en Medivation. Además, el proyecto cuenta con la participación del chileno Pablo Valenzuela, un pionero en el mundo de los biocombustibles. La planta produciría 10 mil kilos de encima por día, es decir que limpiaría el 70 u 80% de la capacidad instalada en Argentina que son unos 4 millones de toneladas, detalló el CEO de Keclon" La Capital, 26/01/2014.



## CONCLUSIONES

En el marco de un proceso de cambio técnico radical que afecta a las producciones biológicas, Argentina cuenta con un potencial empresario que se ubica convenientemente en el contexto mundial. Desarrollos científicos, tecnológicos y empresarios previos en las principales áreas de aplicación de la moderna tecnología dan como resultado un panorama empresario caracterizado por:

- La presencia de 178 empresas de biotecnología en Argentina (compatible en sus actividades con las definiciones de la OECD);
- Dicho número de firmas ubica a nuestro país entre los 20 primeros del mundo; si bien alejado de los cinco líderes la cantidad de empresas locales es similar a la existente en varios países desarrollados cuyo producto por habitante supera largamente al argentino.

El potencial productivo local -que data de unas tres décadas y es simultáneo en su aparición con lo ocurrido en el plano internacional- se sustenta en una *estructura de la oferta* empresarial que se caracteriza por:

- Un gran número de firmas jóvenes de tamaño mediano y pequeño surgidas en la última década;
- Mayoría de empresas de capital nacional, dominantes en todos los mercados a excepción del de las semillas modificadas genéticamente y en insumos industriales;
- Un marcado dinamismo productivo evidenciado en la ausencia de empresas que quebraron en las últimas décadas y el ingreso paulatino de grupos empresarios nacionales de cierto porte económico y clara proyección internacional al negocio de lo biotecnológico.



Esta estructura productiva da como resultado un *perfil económico que:*

- A lo largo del año 2012 facturó 9.100 millones de pesos -unos 2,100 millones de dólares- a la vez que exportaron poco más de 319 millones de dólares;
- Para el grueso de las firmas, parte de la facturación proviene de otras actividades productivas; de considerarse la facturación total la suma sobrepasa los 31 mil millones de pesos -unos 6,670 millones de dólares- dando cuenta del respaldo económico de la actividad;
- Por sus niveles de facturación este conjunto de empresas es asimilable a las producciones de textiles, confecciones, maquinarias agrícola y vinos;
- La presencia de los mercados externos en casi una constante en todos los sectores biotecnológicos; en su conjunto la relación exportaciones/ventas supera el 15 % registro claramente superior al promedio de la industria en su conjunto;
- El grueso de la facturación proviene del rubro semillas transgénicas, seguido por productos destinados a la salud humana; un perfil similar domina las exportaciones pero en este caso se suma la ventas masivas de algunos productos biotecnológicos considerados insumos industriales (enzimas);

Desde el punto de vista de *las innovaciones* -factor crítico para este tipo de empresas- se destaca:

- Todas las empresas invierten en este tipo de actividades;
- La inversión privada en concepto de I+D ronda los 369 millones de pesos anuales -unos 80 millones de dólares-;



- Al igual que en lo referido a la cantidad de firmas, estos guarismos ubican a nuestro país, si bien alejado de los cinco países líderes, a niveles compatibles con el promedio de las 20 economías subsiguientes;
- Internamente los montos invertidos en I+D en relación con las ventas totales indica que se destinan a tales fines 3,8 \$ de cada 100 facturados; esta intensidad inversora se destaca respecto al conjunto industrial (que según diversas estimaciones y coberturas va del 0,19 al 0,41);
- Los esfuerzos en materia de I+D son más intensos en actividades muy específicas como el desarrollo de nuevos fármacos, fertilización humana asistida y micro-propagación de vegetales, pero los montos absolutos de recursos orientados a tales actividades corresponden -como es de esperar por su volumen- a la industria semillera;
- En su totalidad trabajan más de 1.500 personas en las actividades de I+D en las casi 180 empresas de biotecnología de argentina; los rangos de gastos por empleado en I+D tienen una marcada disparidad de acuerdo al tipo de actividad: oscilan alrededor de los 300 mil pesos anuales para las industrias semilleras y farmacéuticas a un nivel inferior ubicado en el entorno a los 80 mil pesos para micro-propagación y fertilización humana asistida.



## BIBLIOGRAFÍA

Aguiar D. (2011). Análisis de procesos socio-técnicos de construcción de tecnologías intensivas en conocimiento en la Argentina. Un abordaje desde la sociología de la tecnología sobre una empresa de biotecnología en el sector salud. El caso BioSidus S. A. (1975-2005). FLACSO, Enero 2011.

Anlló, G. Bisang R. y Campi M. (2013) Claves para repensar el agro argentino. EUDEBA, Buenos Aires, Septiembre 2013.

Anlló G. Bisang R. y Stubrin L. (2011) "Las Empresas de Biotecnología en Argentina" Documento de Proyecto Nro. 51. Oficina de la CEPAL en Buenos Aires. Buenos Aires, Diciembre 2010.

Argenbio (2013). Cultivos aprobados y en adopción. [www.argenbio.com](http://www.argenbio.com)

ASEBIO (2014) Desarrollo de una Agenda de Investigación Estratégica (AIE) para la Biotecnología Industrial. [www.suschem-es.org/docum/.../AIE\\_Española](http://www.suschem-es.org/docum/.../AIE_Española).

Asociación Argentina de Criadores de Angus-INTA (2013). Resumen de Padres Angus, Buenos Aires, 2013.

Bercovich, N. y Katz, J. (1990) Biotecnología y Economía Política: Estudios del caso argentino. CEAL-CEPAL. Buenos Aires, Junio 1990.

BDO Argentina (2013). Reporte Sectorial. Buenos Aires, 2013.

Bioceres (2014). [www.bioceres.com](http://www.bioceres.com)

Biofábrica Misiones S.A. (2013). [www.biofabrica.com](http://www.biofabrica.com)



Biosidus (2013) Animales Transgénicos para producir proteínas humanas recombinantes terapéuticas, [www.biosidus.com](http://www.biosidus.com)

Bisang R. Gutman G. Lavarello P. Díaz A. and Stwulwark S. (eds.), Biotecnología y desarrollo. Un modelo para armar en la economía argentina, PROMETEO-UNGS. Buenos Aires, Nov. 2006.

Brazilian Association of Biotechnology (2011). Biotech Map. Brasilia 2011.

Brieva S. (2006), Dinámica socio-económica de la producción agrícola en países periféricos: configuración y reconfiguración tecnológica en la producción de semillas de trigo y soja desde 1970 a la actualizada. Tesis. FLACSO, Buenos Aires, Agosto 2006.

Castagnaro A. (2011). Impactos Regionales de la Biotecnología aplicadas a las producciones sucro alcoholeras. BIOTECHFORUM 2011. 23 y 24 de junio, Rosario.

Castells i Boliart J. (2014). Aplicaciones de la biotecnología en la industria. Oportunidades para la renovación de la industria catalana. [www20.gencat.cat/docs/economia/ecocat](http://www20.gencat.cat/docs/economia/ecocat)

Cámara de Biotecnología de la Reproducción e Inseminación artificial (CABIA). Estadísticas, Buenos Aires, 2012. [www.cabia.com.ar](http://www.cabia.com.ar)

Campi M. (2012), Tierra, tecnología e innovación. El desarrollo agrario pampeano en el largo plazo, 1860-2007, Buenos Aires, Prometeo Buenos Aires Julio 2012.

CID Phama Packaging (2012). Principales Inversiones de la Industria Farmacéutica. Dic. 2012. [www.cidpharmapackaging.com](http://www.cidpharmapackaging.com)

CILFA (2006) Plan estratégico para el desarrollo del sector farmacéutico y farmoquímico nacional. Buenos Aires, Dic. 2006.



Corvalán, D. (2007); "Oportunidades de innovar desde la biotecnología clásica. Un estudio de caso", Ciencia Docencia y Tecnología N 35, Año XVIII, Noviembre.

COFA (2013). "Nueva planta industrial para productos farmacéuticos veterinarios". Nov. 2013. [www.cofa.com](http://www.cofa.com)

CREA (2012). De la Tierra al País. Radiografía del Gasto e Inversión. 2011/12. Buenos Aires, 2013. [www.aacrear.org.ar](http://www.aacrear.org.ar)

Cluster de Semilla (2011), "Presentación Cluster de Semillas", Venado Tuerto, Junio, Mimeo

Dellacha J. Carullo J. Plonsky A. de Jesús K. (2003) La biotecnología en el Mercosur: Regulación de la seguridad y de la Propiedad Intelectual. CABBIO, CONICET UNL. Buenos Aires, Diciembre 2003.

Don Mario (2005 y 2013) Un Sueño Argentino. Buenos Aires, 2005 y 2013.

Encrucijadas (2001), "Biotecnología El infierno puede esperar", Número especial sobre biotecnología, Buenos Aires, UBA, Marzo.

EEAOC (2010, 2009a y 2008). Informe Anual de la EEAOC. San Miguel de Tucumán, 2008-2009-2010.

EEAOC (2009 b) Cien Años de la EEAOC. San Miguel de Tucumán, 2009.

Ernst and Young, (2013), Beyond borders. Matters of evidence. Biotechnology Industry. Report 2013. USA, [www.ey.com/Publication/.../Beyond\\_borders.pdf](http://www.ey.com/Publication/.../Beyond_borders.pdf).

EuropaBio and ESAB (2005). Industrial or White BiotechnologyResearch for Europe.



Europa Bio. (2010) White Biotechnology: Gateway to a More Sustainable Future.  
[www.cinbios.be/.../White\\_biotech](http://www.cinbios.be/.../White_biotech)

FAS-USDA (2007), "2007 International Long-Term Projections to 2016", Office of the Chief Economist, World Agricultural Outlook Board, U.S. Department of Agriculture, [www.ers.usda.gov/data/](http://www.ers.usda.gov/data/)

FAO (2011), "El estado mundial de la agricultura y la alimentación. 2010-11", Roma, FAO.

Felmer R. (2004) Animales transgénicos: pasado, presente y futuro. Arch. Médico Veterinario XXXVI Nro. 2.

Georgescu-Roegen N. (1996) La Ley de la Entropía y el Proceso Económico. Fundación Argentaria/Visor. Madrid, 1996.

Gutman G. y Lavarello P. (2010), "Desarrollo reciente de la moderna biotecnología en el sector de salud humana"; documento de Trabajo del CEUR, Conicet.

Gutiérrez, M. (1988), "Semillas mejoradas: desarrollo industrial e impacto sobre la producción agrícola", en: O. Barsky (ed.), La agricultura pampeana. Transformaciones productivas y sociales, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica.

Gutiérrez M. (1991), "Políticas en genética vegetal", en: O. Barsky (ed.), El desarrollo agropecuario pampeano, Buenos Aires, INDEC/INTA/IICA.

ISF - International Seed Federation (2013). Seed Statistics. [www.worldseed.org](http://www.worldseed.org).

INDEC (2013) Estadísticas de comercio exterior. [www.indec.com.ar](http://www.indec.com.ar)

INTA (2009). Dos décadas de mejoramiento en la raza angus. INTA Informa. 2009. N° 557. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)



INTA Expone (2012). El mercado de Inoculantes. Presentación en INTA Expone 2012, Buenos Aires Julio 2012.

INTA Informa (2013). Rosita ISA produce "leche maternizada".  
<http://intainforma.inta.gov.arf.3 de junio de 2012>

Kloppenburg J. (2004) First the seed. The political economy of plant biotechnology. 1492-2000. University of Wisconsin Press, USA, 2004.

La Capital (2014) . Keclon: biotecnología para combustibles de nueva generación. Rosario, 20

La Nación (2012) EN LA BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE LOS GENES CAMPEONES .Félix Sammartino. 2012. La Nación, Sec. 5<sup>a</sup> Campo, Bs. As., 30.06.12.

La Nación (2012) Que pasa? Inversión en un laboratorio. 22/05/2012.

La Nación (2013) Premio excelencia Agropecuaria. [www.lanacion.com.ar/Tapebicuá](http://www.lanacion.com.ar/Tapebicuá)

La Pluma de Firpo (2012). Remate La Pluma 2012, Buenos Aires Julio 2012.

Lódola A. et al "Mapa de la Cadena Agroalimentaria de Argentina" en Anlló G. et al. Cambios Estructurales en las Actividades Agropecuarias. De lo primario a las cadenas globales de valor. Documento de Proyecto Nro. 50. Oficina de la CEPAL en Buenos Aires-PROSAP-Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. Buenos Aires, Noviembre 2010.

Longoni M. (2008) La Argentina ya cuenta con registro de bovinos clonados. Clarín 29 de Julio 2008.



McCallum, C. Comai, L., Green E. and Henikoff, S. (2000) "Targetting induced local lesions in genomes (TILLING) for plant functional genomics" *Plant Physiol* 132:439-442.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2013). [www.minagri.gob.ar](http://www.minagri.gob.ar)

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación. (2013) Encuesta Nacional de Empresas de Biotecnología Buenos Aires, 2013.

Ministerio de Industria (2012). Crecen las inversiones en el sector farmacéutico que apuesta a la innovación y la transferencia tecnológica. 23 junio, 2012. [www.industria.gob.ar](http://www.industria.gob.ar)

OECD (2005), A Framework for Biotechnology Statistics", OECD Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators.

OECD (2009). The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda. OECD. París. Nov 2009.

OECD (2011). Future Prospect for Industrial Biotechnology, Set. 2011

OECD (2013). Key Biotech Indicators Brusellas (2013).

OECD-FAO. (2008). Agricultural Outlook 2008-2017.OECD. París.

Olmstead A. and Rhode P. (2008). Creating abundance. Biological Innovation and America Agricultural Development, Cambridge University Press, NY, 2008.



Perticari, A. (2007). "Impacto de la Fijación Biológica de Nitrógeno en la Producción de Soja", IMIZA-INTA.

Perrone M. y MasPOCH A. (2009) FACTORES DE ÉXITO DE UNA EMPRESA YERBATERA. Tesis UCEMA. 2009.

Petelski, N. (2012) El rol de la vinculación público privada en la generación de conocimientos tecnológicos. Los casos de las empresas biotecnológicas Biosidus y AmegaBiotech. Tesis de Maestría. FCC-UBA Agosto 2012.

PharmaADN (2013) Planta de Producción [www.pharmaadn.com](http://www.pharmaadn.com)

PolíticaOnLine (2012). "Se inauguró en Munro la primera planta piloto de anticuerpos monoclonales", 4/06/2012. [www.politicaonline.com](http://www.politicaonline.com)

Polo Consult (2013). La clonación de caballos, la nueva frontera en el polo. [www.poloconsult.com](http://www.poloconsult.com)

Polo Magazine (2013) Adolfo Cambiaso clonará sus caballos estrella - Polo+10 [www.polo-magazin.de](http://www.polo-magazin.de)

Prina, A.R. (1995) "A developmental mutant barley with temperature-conditioned expression and both vegetative and sexual reproduction" en Induced Mutations and Molecular Techniques for Crop Improvement, Proc. Series IAEA, Vienna, STI/PUB/972, pp. 663-634.

Prina, A.R. (2011) "El INTA y la aplicación de las técnicas de mutaciones inducidas en apoyo al mejoramiento de cultivos en América Latina", INTA.



**Presidencia  
de la Nación**

Ministerio de  
Ciencia, Tecnología  
e Innovación Productiva



Secretaría de  
Planeamiento y Políticas

Virdis M. (2012). Caso Tecnovax. Despegue y evolución de una empresa exitosa de biotecnología en Argentina. Fundación Empresa Global, Buenos Aires, 2012.

U.S. International Trade Commission (2008) Industrial Biotechnology: Development and Adoption by the U.S. Chemical and adoption by the US chemical and biofuel Industries, Washington DC. 2008.

Weng L and HuiminZ (2009) Industrial biotechnology: Tools and applications, Biotechnology Journal, 2009, 4, 1725–1739. [www.biotechnology-journal.com](http://www.biotechnology-journal.com)

Zamudio, T (s/f), "Proyecto Genoma Humano. Su historia", Derecho, Economía y Sociedad, Equipo de Docencia e Investigación, Facultad de Derecho, UBA, en: [www.bioetica.org](http://www.bioetica.org)

---



**Presidencia  
de la Nación**

Ministerio de  
Ciencia, Tecnología  
e Innovación Productiva



**Secretaría de  
Planeamiento y Políticas**

Godoy Cruz 2320 [C1425FQD]  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires - República Argentina

[dnic@mincyt.gob.ar](mailto:dnic@mincyt.gob.ar) · [www.mincyt.gob.ar](http://www.mincyt.gob.ar)