

# EMPRESAS DE BIOTECNOLOGÍA EN URUGUAY

## CARACTERIZACIÓN Y PERSPECTIVAS DE CRECIMIENTO

### AUTOR

CARLOS BIANCHI

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRACIÓN, INSTITUTO DE ECONOMÍA, UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

*La biotecnología es una de las áreas estratégicas en la política industrial y de innovación en Uruguay. Sin embargo, es muy escasa la información sobre este tipo de actividades en las empresas, un agente fundamental de cualquier sistema de innovación. Este artículo presenta evidencia novedosa sobre actividades de biotecnología en empresas de Uruguay entre 2010 y 2012 que permite analizar el crecimiento de las firmas de biotecnología expresado en sus capacidades y base de conocimiento.*

La biotecnología moderna consiste en la aplicación tecnológica de conocimientos desarrollados mediante investigación científica fundamental para la transformación de seres vivos con determinados objetivos específicos. Cuantificar las actividades de biotecnología que se realizan en empresas —privadas o públicas— es un desafío para cualquier país. La biotecnología refiere a un conjunto de actividades que se desarrollan en diversos sectores económicos, por lo que las estadísticas económicas sectoriales no captan esta actividad adecuadamente. Esto ha motivado el desarrollo de metodologías específicas para la medición de las actividades de biotecnología en empresas (OCDE, 2005).



Los esfuerzos por elaborar metodologías y llevar a cabo relevamientos del uso y desarrollo de biotecnologías en empresas se justifican por la percepción creciente, y empíricamente justificada para los casos en los que existen estudios (CSLS, 2011), sobre la incidencia de la biotecnología en el valor de uso y precio de venta de los bienes y servicios de distintas cadenas productivas. Esto hace que las herramientas para medir la importancia económica de la biotecnología se enfoquen tanto en la creación y desarrollo de nuevos bienes o servicios de «ruta» biotecnológica como al impacto de la aplicación de esas tecnologías en la producción de bienes ya existentes. La generación de datos al respecto es un insumo fundamental para la política pública, para la cual se requiere información confiable que contribuya a la elaboración y evaluación de políticas.

El objetivo de este artículo es presentar y discutir los resultados del último ejercicio de medición de las actividades de biotecnología en empresas de Uruguay, que es a su vez el primero que se realiza de acuerdo con una metodología estandarizada y comparable a nivel internacional. En Uruguay se han registrado esfuerzos para mapear y estimar diferentes dimensiones de las actividades de biotecnología en empresas e instituciones de ciencia y tecnología desde inicios de la década de 1990. Más recientemente, los trabajos de PNUD (2005) y Pittaluga et al. (2006) ofrecen un completo diagnóstico sobre el número de empresas actuantes en biotecnología en Uruguay. El trabajo de Capdeville et al. (2008) se centra en una serie de propuestas de política para el sector, pero parte también de un diagnóstico de la biotecnología en Uruguay. Más recientemente, Pereira (2011) realizó una síntesis de estos y otros trabajos.

Existen también antecedentes a nivel internacional (Statistics Canada, 2005; Hermans y Luukkonen, 2002) y regional (Gutman, 2010; Anlló, et al., 2010; BRBIOTEC, 2011; Biominas, 2011; Bianchi, 2013). Esos estudios identifican un conjunto relativamente reducido de empresas; Anlló et al. (2010) consignaron 120 empresas de biotecnología actuantes entre 2008 y 2009 en Argentina, y la BRBIOTEC (2011) estimó que en Brasil existían 237 empresas de biotecnología en 2011. Como se corrobora en esas y otras mediciones, en todos los casos nacionales para los que se dispone de información se aprecia que son pocas las empresas que hacen biotecnología moderna y menos aun las que tienen esa actividad como su principal negocio.

En los trabajos sobre Brasil y Argentina es posible identificar dos tipos de empresas según el uso que hacen de la biotecnología en su modelo de negocios:

empresas diversificadas, aquellas que surgieron y se desarrollaron con otra base tecnológica, típicamente la química, y que se diversifican mediante la incorporación de biotecnologías, pero sin abandonar su línea anterior; y empresas estrictamente dedicadas a biotecnología, que centran su negocio en el área (Gutman, 2010). En base a esa clasificación básica se reconocen algunos patrones similares entre los países vecinos. Tanto para Argentina como para Brasil, en el sector de salud y farmacéutica que produce en territorio nacional e incorpora la ruta biotecnológica, casi no existen empresas multinacionales, como sí ocurre en el sector agrícola, que aplica intensivamente biotecnologías (Vargas y Bianchi, 2013).

Como se describirá más adelante, en el caso uruguayo es muy escasa la presencia de capital extranjero en esta área. Es importante señalar que las empresas vinculadas a agronegocios que se encuestaron fueron principalmente proveedoras de servicios biotecnológicos al agro y producción de semillas. Por lo tanto, la presencia de inversión extranjera en ese sector puede estar subestimada si se considera el uso de biotecnología en la producción agropecuaria y especialmente los procesos de mejora implementados directamente en los predios.

Los antecedentes mencionados corroboran que en cualquier contexto nacional el desarrollo de la biotecnología se verá favorecido si existe un número de empresas suficiente para constituir una masa crítica dinámica. Esto quiere decir que, si bien en cualquier país que se analice son pocas las empresas que se dedican a biotecnología, la existencia de esas empresas permite generar nuevas interacciones de oferta y demanda de conocimientos aplicados a problemas específicos de cada país o región. Uruguay, por razones de escala que afectan a todas las actividades tecnológicas y económicas, enfrenta mayores dificultades en este aspecto que sus vecinos, que también lo sufren.

Estudios internacionales sobre empresas de biotecnología muestran cómo la trayectoria que sigue una firma está fuertemente determinada por sus capacidades (Cooke, 2003). Según ese abordaje, la firma debe analizarse como un conjunto de recursos, y su trayectoria describe cómo se emplean esos recursos en procesos de innovación y cambio. Estos análisis se complementan con trabajos empíricos que analizan cómo el crecimiento de las firmas de biotecnología se concentra en ampliar sus capacidades tecnológicas y su base de conocimiento, lo cual no necesariamente se refleja en resultados económicos en el corto plazo (Brännback, et al., 2009).

## Relevamiento de datos

El diseño metodológico buscó identificar un conjunto de unidades (empresas) que conforman un universo (empresas que hacen biotecnología) cuyo tamaño era desconocido a priori. Esto es consecuencia de que se trata de una tecnología transversal que se aplica en múltiples actividades económicas y que no se registra como tal en las estadísticas oficiales. Al no conocer el universo no es posible seleccionar una muestra estadísticamente representativa, lo que obliga a emplear un método de muestreo no probabilístico que no permite realizar ejercicios de inferencia para la población de firmas no encuestadas. Los resultados obtenidos son válidos, pero deben ser analizados considerando siempre las restricciones para generalizar los comportamientos observados en las empresas encuestadas respecto a toda la población. De lo que se trata es de recurrir siempre a la descripción de los casos observados como casos válidos en sí mismos.

Se eligió un muestreo no probabilístico por cuotas según tipo de empresa. El procedimiento para identificar las empresas a encuestar fue la revisión sistemática de todos los registros de empresas que realizaron actividades de biotecnología según los antecedentes disponibles (Pittaluga, et al., 2006; BIOTECSUR, 2010). El listado final de empresas fue contrastado con la opinión de expertos

en el área que identificaron nuevos casos y revisaron la información existente.

A eso se agregó, ya durante la aplicación de la encuesta, el procedimiento denominado «bola de nieve» (Atkinson y Flint, 2001), mediante el cual se solicitó a cada encuestado que indicara otras empresas que realizan actividades de biotecnología. Esto permitió ampliar la muestra y aplicar el criterio de saturación para muestreos no probabilísticos.

El método de selección de casos distinguía tres estratos: 1) empresas dedicadas a biotecnología (EDB); 2) empresas que hacen biotecnología (EHB), y 3) empresas usuarias de biotecnología (EUB). La condición de usuarios de biotecnología es compartida por los tres tipos de empresas, pero aquellas que están exclusivamente en el tercer estrato son las que emplean regularmente biotecnología para su proceso productivo, sin crear productos o procesos biotecnológicos propios. A su vez, la noción de empresa que hace biotecnología abarca los estratos 1 y 2, pero este último se compone por empresas que hacen biotecnología moderna aunque no sea ese su principal negocio. Finalmente, el conjunto correspondiente al estrato 1 (EDB) reúne empresas cuya actividad principal es la comercialización de bienes o servicios de ruta biotecnológica que son desarrollados o significativamente transformados por la misma empresa. Para la identificación de esas cuotas se partió de las definiciones básicas que se presentan en la Tabla 1.

<p><b>Biotechnología:</b> «toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos» (MIEM-DNI, 2012, p.67).</p>	
<p><b>Producto biotecnológico:</b> es un bien o un servicio cuyo desarrollo requiere el uso de una o más técnicas de biotecnología moderna.</p>	<p><b>Proceso biotecnológico:</b> es un proceso que utiliza una o más de las técnicas de biotecnología moderna.</p>
<p><b>Técnicas de biotecnología moderna:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I. DNA/RNA: Genómica, farmacogenómica, sondas génicas, ingeniería genética, secuenciación/síntesis. Técnicas de genotipado y selección molecular de plantas.</li> <li>II. Proteínas y otras moléculas: Secuenciación /síntesis/ingeniería de proteínas y péptidos, métodos de mejora y disponibilidad de drogas que contengan moléculas grandes, proteómica, aislado y purificación de proteínas, identificación de receptores celulares.</li> <li>III. Cultivo de células y tejidos y bioingeniería: Incluye vacunas/estimulantes, manipulación de embriones, micropropagación de plantas.</li> <li>IV. Técnicas de procesos de biotecnología: Fermentación usando biorreactores, bioprocesamiento, biolixiviado, biopulping, bioaclarado, biorremediación, biofiltración.</li> <li>V. Bioinformática: Construcción de bases de datos genómicas, secuencias de proteínas, modelado de procesos biológicos complejos.</li> <li>VI. Aplicaciones médicas: Terapia génica, vectores génicos.</li> </ul>	

**Tabla 1.** Biotecnología moderna: algunas definiciones.

Fuente: Elaboración propia en base a OCDE (2005) y Statistics Canada (2005).



El relevamiento fue realizado mediante una encuesta presencial en la empresa, entre mayo y agosto de 2013, que alcanzó una tasa de respuesta similar a la de otros relevamientos a nivel regional (Tabla 2).

Muestra	Relevamiento
Inicial: 41 Final: 73 Casos válidos: 62	Respuestas: 37 (59,67%) Rechazos: 4 Otros: 21 No corresponde: 11

**Tabla 2.** Muestra y tasas de respuesta. Fuente: Encuesta a empresas de biotecnología, Uruguay 2013 (ver Fuentes).

## Biotecnología en empresas de Uruguay

El grupo de empresas encuestadas presentan las características típicas de las empresas de biotecnología en todo el mundo. Son principalmente pequeñas o medianas, jóvenes y, en su amplia mayoría, de capital netamente nacional. Solo ocho de ellas tienen participación de capital extranjero, y solo en cuatro este es mayoritario en la composición del capital de la empresa.

En total, las empresas encuestadas ocupan 2.106 personas en empleos directos y 491 personas con contrato temporario. No obstante, es importante tener presente que si se separa el efecto de la empresa más grande de la muestra —que ocupa a 800 empleados

directos y 250 contratados— estas firmas emplean directamente a 1.306 personas y 241 contratados, lo que totaliza 1.547 empleos.

Los datos sobre facturación recabados en la encuesta se organizan por tramos (Tabla 3). Para complementar la información que surge de la descripción por tramos se estimó el monto de facturación de estas empresas mediante datos sobre peso relativo de las exportaciones recabados en la propia encuesta y los valores de exportación de productos biotecnológicos en 2012 identificados por Bentancor et al. (2014). Este procedimiento, que implica un encadenamiento de supuestos y debe ser tomado simplemente como un orden de magnitud, permitió estimar una cifra total de facturación, correspondiente exclusivamente a bienes biotecnológicos, de US\$ 63.000.000 para 2012 en 35 firmas encuestadas. Se dejó de lado la mayor empresa debido a su peso relativo. Si se la considerase, la facturación total sería del orden de US\$ 130.000.000.

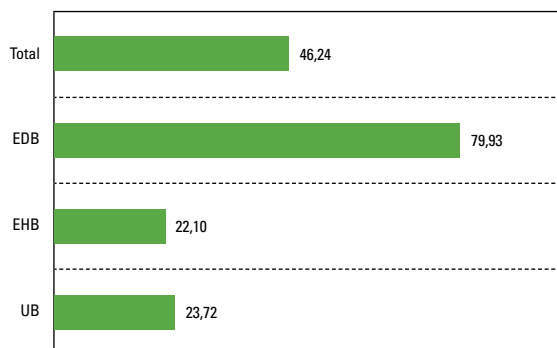
### Tipos de firmas

Se identificaron 36 empresas que declararon haber desarrollado productos o empleado procesos biotecnológicos entre 2010 y 2012. Esta fue una primera aproximación a las empresas clasificables en las cuotas de muestreo 1 y 2. A efectos de asegurar que efectivamente se tratase de EHB se controló que aplicasen técnicas de biotecnología moderna. De esa manera se identificaron 25 EHB. A su vez, dentro de las EHB se identificaron 15 EDB, empresas que reúnen las características de las EHB y cuyo principal producto es biotecnológico.

Tramos de facturación anual, 2012 (US\$)	Nº de empleados (directos y contratados)				
	Menos de 5	6-20	21-100	Más de 100	Total
1.250.000 o más	0	1	8	7	16
625.000-1.249.999	0	2	3	0	5
312.500-624.999	1	4	0	0	5
150.000-312.499	2	2	0	0	4
50.000-149.999	0	1	0	0	1
Menos de 50.000	4	0	0	0	4
No tuvo ventas	1	1	0	0	2

**Tabla 3.** Tramos de facturación según número total de empleados. Fuente: Encuesta a empresas de biotecnología.

La alta participación de los productos biotecnológicos en la facturación de las empresas encuestadas (Gráfico 1) permite validar la identificación de la muestra genérica de «empresas de biotecnología» y especialmente de las EDB.



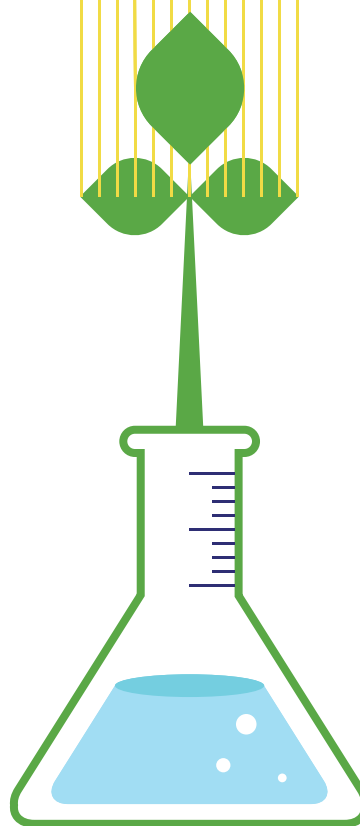
**Gráfico 1.** Porcentaje promedio de facturación por productos o servicios biotecnológicos según tipo de empresa. Fuente: Encuesta a empresas de biotecnología.

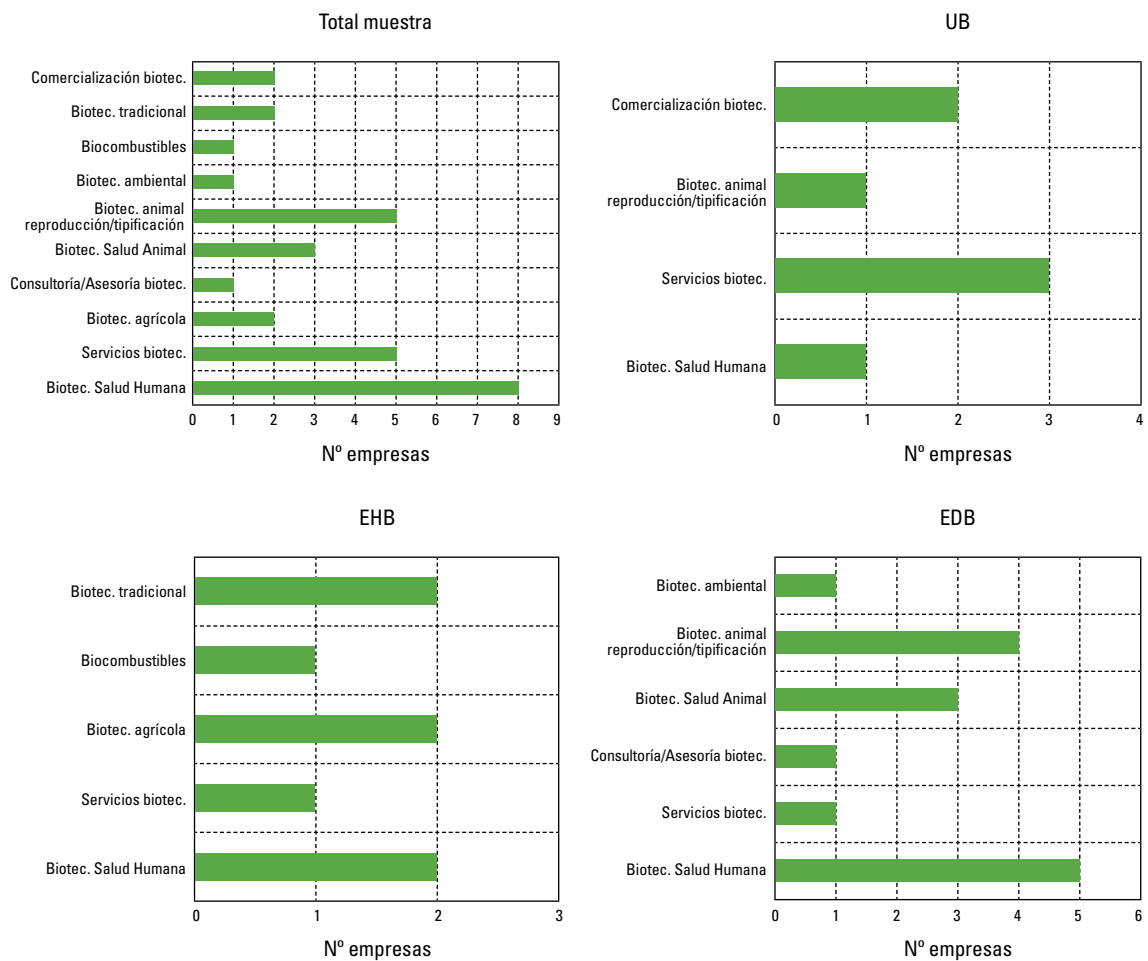
## Productos y mercados

Las empresas encuestadas participan en mercados muy diversos que tienen estructuras, formas de regulación y comportamientos productivos diferentes. El principal mercado de destino es el nacional, casi la mitad de ellas (47%) no exportó bienes o servicios en 2012. Sin embargo, si se observa específicamente el comportamiento exportador de las EDB se aprecia que la mayoría de esas empresas exporta, y para 9 (60%) de ellas las exportaciones representaron más del 20% de su facturación.

En la base de datos aparecen dos empresas que declaran que el 100% de su facturación corresponde a exportaciones. Seleccionando el resto de la muestra para evitar sesgos, el promedio de facturación por ventas en el exterior para las EDB es de más de 60%. Esto parece mostrar una situación diferente a la que se relevó en 2003-2004, cuando se destacaba la fuerte dependencia del mercado interno (PNUD, 2005). Al observar lo que ocurre en la región, Gutman y Lavarello (2010) destacan que las firmas de biotecnología argentinas exportan más de un tercio de su producción y que si bien en términos mundiales son empresas muy pequeñas, son muy activas en el mercado internacional.

Consultadas por el origen del proveedor de los insumos clave para la producción de la empresa —excluyendo bienes de capital—, casi el 60% de las firmas





**Gráfico 2.** Principal producto biotecnológico según tipo de empresa. Fuente: Encuesta a empresas de biotecnología. Nota: El principal producto biotecnológico se refiere al primer producto mencionado en la encuesta en la pregunta sobre los cuatro principales productos biotecnológicos elaborados o comercializados en 2012.

encuestadas declaró que más del 50% de sus insumos son provistos desde el exterior. La amplia mayoría de los proveedores extranjeros son extra regionales (88%), dentro de los que se destaca la participación de EEUU (44%), Alemania (16%) y China (12%). A su vez, el total de las importaciones de insumos críticos de la región provienen de Brasil (8%) y Argentina (4%).

Los principales productos de las EUB y EHB no son productos biotecnológicos. Esto reafirma la importancia de no aplicar un criterio sectorial para el análisis de actividades de biotecnología en empresas, ya que se constata la presencia de firmas que efectivamente hacen biotecnología pero que definen su estrategia comercial según las pautas de sectores en los que

rigen formas de regulación, sistemas de promoción, precios relativos y bases técnicas diferentes. Por otra parte, el tipo de productos que elaboran y comercializan las EDB en Uruguay evidencia la importancia de dos grandes sistemas de innovación y producción para esta área, como lo son el de salud humana y el agropecuario.

El área de actuación de los clientes de las empresas encuestadas abarca diversas actividades que se clasificaron en sectores agregados. El sector pecuario (50%), el de cuidados de la salud humana (41%), el de agricultura para alimentación (38%) y el de farmacéutica (32%) son los que recibieron más menciones en el total de la muestra. Las EDB se especializan principalmente como proveedoras de la actividad pecuaria y los cuidados de la salud humana,

mientras que en las EHB, que mencionaron también al sector pecuario, se destacan las menciones a los diferentes sectores agrícolas: forestal, alimentación y energía.

En la gran mayoría de los casos las empresas participan en mercados donde tienen una presencia significativa —más del 10% del mercado local es provisto por la empresa— pero solo en tres casos declaran actuar en condición de monopolio del mercado local. Tampoco se registran casos de empresas que operen

en monopsonio, aunque sí en 13 de las 15 EDB identificadas se aprecia que el porcentaje de ventas destinado al principal cliente es superior al 25%. Si bien se requieren más datos que permitan discriminar el tipo de integración productiva con los clientes, para empresas tecnológicamente muy especializadas la participación en mercados cuasi monopsonicos puede representar una barrera al crecimiento, si esto implica dependencia comercial, financiera o tecnológica.

		Equipamiento nacional	Equipamiento importado	Construcciones	Otros (activos intangibles)	Total inversiones
UB	Nº de firmas	11	11	11	11	11
	Monto de inversión (US\$)	111.000	622.635	187.506	622.045	1.543.186
	Inversión media por firma (US\$)	10.091	56.603	17.046	56.550	140.290
EHB	Nº de firmas	9	9	9	9	9
	Monto de inversión (US\$)	91.076	501.667	1.251.567	571.384	2.415.694
	Inversión media por firma (US\$)	10.120	55.741	139.063	63.487	268.410
EDB	Nº de firmas	15	15	15	15	15
	Monto de inversión (US\$)	661.000	1.656.450	1.625.330	30.000	3.972.780
	Inversión media por firma (US\$)	44.067	110.430	108.355	2.000	264.852
Total	Nº de firmas	35	35	35	35	35
	Monto de inversión (US\$)	863.076	2.780.752	3.064.403	1.223.429	7.931.660
	Inversión media por firma (US\$)	24.659	79.450	87.554	34.955	226.619

**Tabla 4.** Montos de inversión realizados en 2012 según destino y tipo de empresa. Fuente: Encuesta a empresas de biotecnología. Nota: En el cuadro se registran 35 empresas ya que no se considera el caso que no se identifica como empresa de biotecnología ni la mayor firma encuestada a efectos de no sesgar los valores promedio.





En paralelo, las ventas al sector público son muy escasas. Casi el 30% de las firmas encuestadas no le vende al Estado, y más del 50% le vende menos del 10% de su facturación. Este resultado es consistente con trabajos anteriores que destacan múltiples barreras para que las empresas nacionales de biotecnología operen como proveedores del sector público (Ferreira-Coimbra y Labraga, 2012).

### Trayectoria de crecimiento de las firmas

Tanto si se consideran sus perspectivas de inversión y empleo como lo que declaran ya haber realizado en proyectos de inversión e innovación, la encuesta muestra razonable evidencia de que se trata de firmas que están ampliando sus recursos productivos.

Casi todas las empresas encuestadas declararon tener proyectos de inversión en curso, principalmente asociados a la creación de nuevos productos o servicios. Estos proyectos, aun sin considerar la mayor firma encuestada, representan en total más de US\$ 140.000.000.

Para esta encuesta se aplicó una adaptación de la batería de preguntas sobre actividades de innovación que se aplica en las Encuestas de Actividades de Innovación en Industria y Servicios que lleva adelante la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII). Las Encuestas de Actividades de Innovación se realizan oficialmente desde 2001, siguiendo la metodología del Manual de Bogotá (Jaramillo, et al., 2001). El formulario, así como las modificaciones aplicadas se pueden consultar en el sitio web de la ANII (ANII, s.d.). Asimismo, el formulario de la Encuesta de Empresas de Biotecnología 2010-2013 se encuentra disponible en Bianchi (2014).

De la comparación de los resultados de la Encuesta de Empresas de Biotecnología y las Encuestas de Actividades de Innovación surge que las empresas de biotecnología muestran un comportamiento innovador mucho más dinámico que la media de las firmas nacionales; 33 de las 37 firmas encuestadas (89%) declaró realizar al menos una actividad de innovación. En las encuestas de innovación en industria y servicios que se realizan en Uruguay desde el año 2000, ese porcentaje oscila en torno al 30% en las firmas industriales y algo más de 25% en las firmas de servicios (Bittencourt, 2012a y 2012b).

Asimismo, el porcentaje de ventas que las empresas declaran reinvertir en actividades de I+D es de casi 6% en el total de las empresas de biotecnología y de casi 11% en las EDB, mientras que en el total de

las firmas industriales ha sido siempre menor al 0,2% (Bittencourt, 2012a).

A la luz de esos datos resulta claro que la muestra relevada de empresas de biotecnología para Uruguay, en todas las cuotas de muestreo, reúne empresas con un comportamiento innovador diferente a la media de la economía nacional.

EUB	Nº de firmas	11
	Inversión media por firma	1,45%
EHB	Nº de firmas	10
	Inversión media por firma	4,10%
EDB	Nº de firmas	13
	Inversión media por firma	10,92%
Total	Nº de firmas	35
	Inversión media por firma	5,97%

**Tabla 5.** Porcentaje de facturación que se reinvierte en actividades de I+D (2012). Fuente: Encuesta a empresas de biotecnología. Nota: En el cuadro se registran 34 empresas, ya que no se considera el caso que no se identifica como empresa de biotecnología ni dos firmas que declararon reinvertir el 100% de la facturación en actividades de I+D, a efectos de no sesgar los valores promedio.

Esto permite corroborar algunos de los supuestos básicos sobre las empresas que realizan biotecnología, y además se percibe como un resultado robusto dado que confirma la información de los antecedentes directos (PNUD, 2005). No obstante, se trata de datos que solo se pueden comparar a efectos ilustrativos del tipo de empresas. Las encuestas nacionales de actividades de innovación son encuestas representativas a nivel nacional que se realizan mediante muestreo probabilístico estratificado, lo cual quiere decir que se pregunta a cualquier empresa, no partiendo de si desarrolla o no actividades de innovación. En la encuesta realizada para este estudio se seleccionó a priori un conjunto de empresas porque realizan actividades de biotecnología que, en la gran mayoría de los casos, implican actividades de innovación.

Incluso considerando estas salvedades es posible apreciar que se trata de firmas con una intensa actividad de innovación, en particular en actividades de I+D, para las que invierten montos significativos y de las cuales declaran obtener resultados en forma de nuevos productos biotecnológicos.

		<b>Inversión en I+D</b>	<b>Inversión en actividades de innovación</b>
UB	Nº de firmas	11	11
	Monto de inversión (US\$)	516.000	1.363.382
	Inversión media por firma (US\$)	46.909	123.944
EHB	Nº de firmas	10	10
	Monto de inversión (US\$)	739.243	1.357.316
	Inversión media por firma (US\$)	73.924	135.732
EDB	Nº de firmas	15	15
	Monto de inversión (US\$)	1.177.000	3.392.600
	Inversión media por firma (US\$)	78.467	226.173
Total	Nº de firmas	36	36
	Monto de inversión (US\$)	2.432.243	6.113.298
	Inversión media por firma (US\$)	67.562	169.814

**Tabla 6.** Montos de inversión en actividades de innovación según tipo de empresa (2012). Fuente: Encuesta a empresas de biotecnología. Nota: En la tabla se registran 36 empresas ya que no se considera el caso que no se identifica como empresa de biotecnología.

Entre las empresas encuestadas, 19 declaran haber introducido nuevos productos biotecnológicos entre 2010 y 2012. Sin embargo, solo 5 empresas solicitaron patentes sobre productos biotecnológicos. Este panorama coincide con el comportamiento de las empresas observado en el informe de PNUD (2005) que destacaba que las firmas del ámbito de biotecnología casi no recurrían a formas legales de protección de la propiedad intelectual.

Los resultados presentados muestran el dinamismo inversor e innovador de las empresas encuestadas, lo cual debería redundar en diferentes formas —en tamaño, nivel operativo o complejidad tecnológica— de crecimiento de las firmas. Para analizar la trayectoria potencial de las firmas se suele estudiar algunos aspectos considerados como la base de recursos de las mismas. Hasta aquí se ha analizado la inversión medida en recursos financieros, otro aspecto fundamental es el crecimiento en las capacidades de la firma medidas a través de los recursos humanos que emplea.

Como se abordó anteriormente, las empresas encuestadas son mayoritariamente pequeñas, especialmente en términos de personal ocupado. La previsión general entre los empresarios encuestados es que el número de personal empleado no disminuirá, pero especialmente en las EDB —en 11 de las 15 empresas de ese grupo— se

prevé un crecimiento del número de profesionales y técnicos empleados. Algo similar pero en menos empresas se registra para las EHB.

Aumentar el número de profesionales en estas empresas, en particular en las EDB, supone un gran desafío. En primer lugar, este es un problema generalizado en las empresas uruguayas que realizan actividades de innovación (Bianchi, et al., 2011; Bittencourt, 2012a). Pero, además, en este caso particular se trata de un conjunto de firmas que ya emplea un alto número de profesionales (Tabla 7). Por lo cual aumentar este número implica necesariamente que exista la oferta de recursos humanos para cubrir esas tareas, y formarlos luego en la práctica específica.

El número total de profesionales científico técnicos (C&T) que ocupan estas empresas es significativo para el empleo profesional uruguayo. En 2009 el total de la industria nacional empleó 983 profesionales en actividades de innovación (Bittencourt, 2012a). Considerando el total de la muestra (Tabla 8), las empresas encuestadas emplearon 388 profesionales, que si bien no son específicamente dedicados a actividades de innovación, sí son exclusivamente profesionales C&T, mientras que el dato para el total de la industria abarca todo tipo de profesionales.

		Profesionales C&T	Prof. C&T Jornada completa	% Prof. C&T JC / empleados
UB	Promedio profesionales por firma	9,8	9,2	40%
	Total profesionales	98	92	
EHB	Promedio profesionales por firma	12,1	10,6	20%
	Total profesionales	121	106	
EDB	Promedio profesionales por firma	7,2	5,5	40%
	Total profesionales	108	83	
Total	Promedio profesionales por firma	9,1	7,8	30%
	Total profesionales	328	282	

**Tabla 7.** Profesionales científico técnicos según tipo de firma (2012). Fuente: Encuesta a empresas de biotecnología. Nota: No se registran los casos de la empresa que declaró no hacer biotecnología ni otros casos que no respondieron algunas de las preguntas específicas.

	UB	EHB	EDB	Total
Total profesionales	112	145	130	388
Profesionales jornada completa	106	128	104	339
Profesionales C&T	98	121	108	328
Prof. C&T jornada completa	92	106	83	282
Químicos y físicos	57	47	17	121
Ingenieros (no informáticos)	7	18	8	34
Ing. de sistemas, estadísticos y matemáticos	3	5	20	28
Médicos y dentistas	6	8	4	18
Biólogos y bioquímicos	9	12	31	52
Veterinarios y agrónomos	18	31	28	77
Ciencias sociales y administración	14	24	22	60

**Tabla 8.** Número de profesionales según tipo de formación y tipo de empresa. Fuente: Encuesta a empresas de biotecnología. Nota: Profesionales científico técnicos (C&T) incluye todas las formaciones que aparecen en la tabla, a excepción de «ciencias sociales y administración».

De acuerdo a la percepción de los empresarios, las principales barreras que aparecen para el crecimiento de las firmas están asociadas con problemas de regulación, comercialización y financiamiento. El financiamiento de los proyectos de inversión, según declaran las empresas encuestadas, es principalmente a través de fondos propios (re inversión de utilidades). Esto coincide con todos los antecedentes para la industria uruguaya (Bittencourt, 2012a). Uno de los principales mecanismos externos con que cuentan las empresas para superar las barreras que encuentran para su crecimiento son los programas públicos de apoyo que se instrumentan en el marco de diferentes políticas. Las empresas encuestadas, en particular las EHB y las EDB han hecho un uso relativamente intensivo de los cuatro programas por los que se consultó. Parece aconsejable profundizar en el estudio de la relación entre las barreras que perciben los empresarios y el uso que hacen de los instrumentos de política. Por ejemplo, de las 9 empresas que identificaron como muy importante la carencia de recursos humanos calificados y de las 8 que destacaron los problemas referidos a canales de marketing y comercialización, ninguna hizo uso de los programas públicos de apoyo. A título especulativo, esto podría estar indicando un desajuste entre el tipo de problemas que atienden esos programas y los que perciben los empresarios del área. Desde luego, para pasar del plano de especulación sería necesario profundizar en el estudio de estas dimensiones.

## Conclusiones

Esta encuesta supone la primera medición sistemática de las empresas de biotecnología en Uruguay realizada mediante una metodología comparable a nivel internacional. La metodología parte de una definición explícita que permite identificar actividades de biotecnología moderna y su aplicación en procesos de producción de bienes o servicios.

A su vez, más allá del aspecto informativo que representa una medición novedosa, este trabajo presenta los conceptos básicos para la discusión de la trayectoria de las firmas de biotecnología en Uruguay. Un estudio econométrico adecuado requiere de nuevas mediciones que se espera realizar en un futuro cercano, a fin de confeccionar un panel de firmas. No obstante, a partir de la primera medición es posible presentar indicadores en forma de indicios, no de conclusiones, que habiliten la discusión sobre el tipo de trayectoria de crecimiento que siguen las empresas de biotecnología en Uruguay.

Los datos más relevantes que surgen de esta encuesta son aquellos que muestran el comportamiento tecnológico de las firmas de biotecnología, específicamente la proporción de profesionales C&T y la tasa de reinversión en actividades de I+D. Como se destaca en la literatura internacional, las empresas de biotecnología muchas veces no muestran altas tasas de lucro, aun operando en segmentos muy especializados, debido a sus altas tasas de reinversión. Se trata de firmas que crecen ampliando su base de recursos o capacidades, lo que para Uruguay parece ser una «tendencia robusta» a la que ya se aludía en trabajos previos.

A partir de los datos recabados en este estudio es posible también identificar algunos de los principales desafíos para las empresas de biotecnología en Uruguay. En particular la necesidad de cubrir una demanda creciente de recursos humanos altamente calificados en un plazo relativamente cercano.

La evidencia aquí presentada representa una buena caracterización de la biotecnología en empresas que realizan biotecnología, es decir, aquellas que proveen la oferta de este tipo de actividades. Resta realizar nuevas mediciones que permitan estimar la demanda de biotecnología en empresas de diversos sectores de actividad. Ese tipo de estimaciones, dado el carácter transversal de la biotecnología, haría posible una aproximación mucho más precisa del valor agregado de estas actividades en la economía nacional.

Asimismo, la articulación de nuevas mediciones de la oferta y la estimación de la demanda permitirían profundizar en la pregunta sobre las características dinámicas de estas firmas. Esto es, si se trata de evidencia que muestra algunos casos de crecimiento aislados o si el crecimiento de esas firmas se expresará en la creación de nuevas empresas que a su vez permitan un crecimiento de las capacidades agregadas en el área.

## Agradecimientos

Este trabajo se basa en la encuesta a empresas de biotecnología financiada por la Asociación Uruguaya de Biotecnología (AUDEBIO) y la Dirección Nacional de Micro y Pequeñas Empresas (DINAPYME) del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), a las cuales se agradece la autorización para el uso y difusión de los datos con fines de investigación.

## Fuentes

Encuesta a Empresas de Biotecnología en Uruguay 2010-2013. Base de datos de 37 registros y 235 variables. Depositarios: Asociación Uruguaya de Biotecnología y Consejo Sectorial de Biotecnología en convenio con el Instituto de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y Administración-UdelaR, para el uso de los datos con fines académicos.





## Referencias

- ANII, s.d. *Documentos de CTI: publicaciones sobre innovación en la industria* [En línea]. Montevideo: ANII. [Consulta marzo de 2012]. Disponible en: <http://www.anii.org.uy/web/?q=node/255>
- Anlló, Guillermo, Bisang, Roberto y Stubrin, Lilia, 2010. *Las empresas de biotecnología en Argentina*. Buenos Aires: CEPAL. (Documento de proyecto).
- Atkinson, Rowland y Flint, John, 2001. Accessing hidden and hard-to-reach populations: snowball research strategies. En: *Social Research Update*, (33), Summer 2001.
- Bentancor, Lorena, Labat, Juan, Lucas, Eugenia, Ramos, Álvaro y Sanguinetti, Carlos, 2014. *Análisis de requisitos para incrementar la producción de bienes y servicios biotecnológicos en Uruguay*. Montevideo: CONSUR-ORT; Uruguay XXI.
- Bianchi, Carlos, 2013. A indústria Brasileira de biotecnologia: montando o quebra-cabeça. En: *Economía & Tecnología*, 9(2), pp.99-116.
- Bianchi, Carlos, Gras, Natalia y Sutz, Judith, 2011. Make, buy and cooperate in innovation: evidence from Uruguayan manufacturing surveys and other innovation studies. En: Cimoli, M., Primi, A. y Rovira, S. *National innovation surveys in Latin America: empirical evidence and policy implications*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Bianchi, Carlos, 2014. *Empresas en el área de biotecnología en Uruguay, 2010-2012. Informe de investigación* [En línea]. Montevideo: Consejo Sectorial de Biotecnología; Asociación Uruguaya de Biotecnología. [Consulta: 8 de diciembre de 2014]. Disponible en: [http://gp.gub.uy/sites/default/files/documentos/empresas\\_en\\_el\\_area\\_de\\_biotecnologia\\_en\\_uruguay-2010-2012-may\\_2014.pdf](http://gp.gub.uy/sites/default/files/documentos/empresas_en_el_area_de_biotecnologia_en_uruguay-2010-2012-may_2014.pdf)
- Biominas, 2011. *Diretório de empresas de biociências do Brasil*. Belo Horizonte: PwC-Biominas.
- BIOTEC SUR, 2010. *Catálogo de empresas y centros de investigación Uruguay* [En línea]. Buenos Aires: BIOTEC SUR. [Consulta: 29 de mayo de 2014]. Disponible en: [http://www.biotecsur.org/bases-de-datos/empresa\\_search\\_results?nombre=&sector=&actividad=&country=UY&SUBMIT=Buscar](http://www.biotecsur.org/bases-de-datos/empresa_search_results?nombre=&sector=&actividad=&country=UY&SUBMIT=Buscar)
- Bittencourt, Gustavo, 2012a. IV Encuesta de actividades de innovación en la industria uruguaya (2007-2009). Montevideo: ANII.
- Bittencourt, Gustavo, 2012b. II Encuesta de actividades de innovación en servicios en Uruguay (2007-2009). Montevideo: ANII.
- Brännback, Malin, Carsrud, Alan, Renko, Maija, Östermark, Ralf, Aaltonen, Jaana y Kiviluoto, Niklas, 2009. Growth and profitability in small privately held biotech firms: preliminary findings. En: *New Biotechnology*, 25(5), pp.369-376.
- BRBIOTEC-Associação Brasileira de Biotecnologia, 2011. *Brazil biotech map 2011*. São Paulo: BIBIOTEC-CEBRAP.
- Capdeville, Fabián, Chabalgoity, Alejandro y Silveira, Rodolfo, 2008. *Informe final de la consultoría sobre biotecnología en el marco del PENCTI*. Montevideo: ANII.
- CSLS-Centre for the Study of Living Standards, 2011. *Measuring the contribution of modern biotechnology to the Canadian economy*. Ottawa: CSLS. (Research Report 2011-18).
- Cooke, Philip, 2003. The evolution of biotechnology in three continents: Schumpeterian or Penrosian? En: *European Planning Studies*, 11(7), pp.757-763.
- Ferreira Coímbra, Natalia y Labraga, Juan, 2012. *Relevamiento de potencialidades y obstáculos de compras estatales en productos y servicios biotecnológicos*. Montevideo: Gabinete Productivo.
- Gutman, Graciela, 2010. *Hacia una tipología de empresas biotecnológicas en Argentina*. Buenos Aires: CEUR-CONICET. (Documentos de Trabajo del CEUR 1/2010).
- Gutman, Graciela y Lavarello, Pablo, 2010. *Desarrollo reciente de la moderna biotecnología en el sector de salud humana*. Buenos Aires: CEUR-CONICET. (Documentos de Trabajo del CEUR 3/2010).
- Hermans, Raine y Luukkonen, Terttu, 2002. *Findings of the ETLA survey on Finnish biotechnology firms*. Helsinki: The Research Institute of the Finnish Economy. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers, n°. 818).
- Jaramillo, Hernán, Lugones, Gustavo, Salazar, Mónica, 2001. *Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina. Manual de Bogotá*. Bogotá: RICYT; CYTED; OEA.
- MIEM-Ministerio de Industria, Energía y Minería, DNI-Dirección Nacional de Industrias, 2012. *Plan sectorial biotecnología*. En: MIEM-DNI. *Plan industrial fase 1*. Montevideo: Gabinete Productivo.
- OCDE-Organización para la Cooperación y el Desarrollo

- Económico, 2005. *A framework for biotechnology statistics*. París: OCDE.
- Pereira, Ignacio, 2011. Informe de caracterización del sector biotecnológico. *Insumos técnicos elaborados para el diseño de instrumentos de promoción productiva estratégica para el largo plazo. Apoyo al Gabinete Productivo*. Montevideo: OPP; MIEM-DNI.
- Pittaluga, Lucía, Plottier, Cecilia, Ottati, Rosario, 2006. *Actualización y profundización del análisis de los sectores pre identificados como 'clusterizables'*. Montevideo: Cluster de Ciencias de la Vida.
- PNUD-Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, 2005. *Informe nacional de desarrollo humano. Uruguay: hacia una estrategia basada en el conocimiento*. Montevideo: PNUD.
- Statistics Canada, 2005. *Biotechnology use and development survey 2005*. Ottawa: Statistics Canada.
- Vargas, Marco y Bianchi, Carlos, 2013. *Incorporação da rota biotecnológica na indústria farmacêutica brasileira: desafios e oportunidades*. Brasília: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

