

El impacto macroeconómico de la biotecnología

Milagros Dones Tacero, Julián Pérez García y Antonio Pulido San Román

Instituto L.R. Klein-Centro Stone. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid. España.

OBJETIVOS: Establecer una valoración económica general de la actividad biotecnológica en España determinando tanto su aportación a la producción total como al empleo y diferenciando la aportación directa y la derivada de las interrelaciones de las actividades biotecnológicas con el resto del sistema económico.

MATERIAL Y MÉTODO: Para el cumplimiento de los objetivos establecidos se han utilizado tanto datos económicos oficiales elaborados por el INE (cuentas nacionales, tablas input-output, estadísticas de innovación) como datos directos derivados de los estados contables de las empresas y recopilaciones específicas de proyectos de investigación realizadas por la Fundación Genoma España. El núcleo básico de la metodología utilizada es la estimación de una tabla input-output con consideración específica de la actividad biotecnológica, sobre la que se calcula tanto la aportación directa de estas actividades como los efectos inducidos en el resto del sistema económico.

RESULTADOS: De acuerdo con los últimos datos disponibles, las actividades de biotecnología en España habrían generado de forma directa una producción ligeramente superior a 1.600 millones de euros en el año 2005 y habrían dado empleo a unas 9.000 personas. Considerando todas las interrelaciones con el resto del sistema económico, la aportación macroeconómica de la biotecnología ascendería a unos 5.000 millones de euros (en torno al 0,6% del PIB nacional) y habría originado, directa e indirectamente, más de 44.000 empleos.

Palabras clave: Biotecnología. Impacto económico. Tablas input-output.

Biotechnology's macroeconomic impact

OBJECTIVE: This paper tries to yield an economic valuation of biotechnological activities in terms of aggregated production and employment. This valuation goes beyond direct estimation and includes the indirect effects derived from sectorial linkages between biotechnological activities and the rest of economic system.

MATERIAL AND METHOD: To deal with the proposed target several sources of data have been used, including official data from National Statistical Office (INE) such as national accounts, input-output tables, and innovation surveys, as well as, firms' level balance sheets and income statements and also specific information about research projects compiled by Genoma Spain Foundation. Methodological approach is based on the estimation of a new input-output table which includes the biotechnological activities as a specific branch. This table offers both the direct impact of these activities and the main parameters to obtain the induced effects over the rest of the economic system.

RESULTS: According to the most updated available figures, biotechnological activities would have directly generated almost 1,600 millions of euros in 2005, and they would be employed more than 9,000 workers. But if we take into account the full linkages with the rest of the system, the macroeconomic impact of Biotechnological activities would reach around 5,000 millions euros in production terms (0.6% of total GDP) and would be responsible, directly or indirectly, of more than 44,000 employments.

Key words: Biotechnology. Economic impact. Input-output tables.

Correspondencia: Dr. J. Pérez García.
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Autónoma de Madrid.
Francisco Tomás y Valiente, 5. 28049 Madrid. España.
Correo electrónico: julian.perez@uam.es

El proceso de estimación de la contribución económica de cualquier sector o actividad concreta a los agregados macroeconómicos de un determinado país es siempre una labor compleja, ya que dichos efectos trascienden de la simple aportación directa que realiza cada uno de los agentes integrados en dicho sector.

Adicionalmente, estas dificultades se multiplican cuando se trata, como en el caso de la biotecnología, de una actividad que presenta múltiples implicaciones tanto sociales como económicas, se encuentra en pleno proceso de expansión y afecta a un amplio espectro de empresas pertenecientes a diversos sectores productivos.

Como primera aproximación, debemos destacar que una valoración puramente «economicista» y con visión de corto plazo de la biotecnología sólo considera una parte de su impacto real en el bienestar social: «Los impactos económicos de la biotecnología probablemente son menos sustanciales que sus efectos en las condiciones medioambientales y en la calidad de vida..., lo que podríamos considerar su 'productividad social'».

Incluso si nos limitáramos a un contexto estrictamente económico, sería inevitable admitir la necesidad de valorar adecuadamente el efecto de la biotecnología en aspectos tales como las mejoras de calidad de los servicios públicos, la reducción de los costes implícitos en las «externalidades negativas», o la importancia del capital de conocimientos.

En el campo de la biotecnología, es evidente que una parte importante de los avances en salud humana o en el cultivo de transgénicos permitirá mejores servicios o productos más baratos, sin que necesariamente se incremente el valor de la factura a pagar. Más aún, como los servicios públicos se valoran por su coste (al no existir un precio de mercado), toda reducción de costes aparenta, contablemente, un menor valor de la producción.

A estas mejoras de calidad y a la reducción de posibles externalidades negativas en la producción de ciertos bienes, habría que añadir el valor intrínseco del conocimiento científico y tecnológico como factor de dinamicidad conjunta de una sociedad. Así, el Science and Technology Foresight Pilot Project de Canadá¹, al valorar los impactos potenciales en la sociedad y a largo plazo (10-25 años) de los avances científicos y tecnológicos, asigna un papel estratégico a la «biosistémica», como convergencia de nanotecnología, ciencia ecológica, biotecnología, tecnología de la información y ciencias del conocimiento, por sus impactos en materiales, gestión del sistema público biosanitario, sistemas integrales ecológicos y de alimentación, así como investigación de enfermedades.

Material y método

La mayoría de los estudios que tienen por objeto el análisis cuantitativo de los impactos de una actividad sobre un sistema económico más amplio, teniendo en cuenta los efectos cruzados que se producen entre las diferentes actividades como consecuencia de las múltiples relaciones cliente-proveedor que se establecen entre ellas, parten de la existencia o de la generación de tablas *input-output* (TIO).

En su planteamiento más simple, una TIO es un documento contable que recoge, en una tabla de doble entrada, el total de transacciones económicas que realiza una determinada economía en un periodo concreto (generalmente 1 año) y donde, por filas, se recogen las ventas que cada una de las ramas productivas realiza al resto (demanda intermedia) o a demandantes finales (consumo, inversión, exportación), mientras que, por columnas, se detallan las compras que realiza cada una de estas ramas productivas al resto de productores, así como los recursos primarios que utiliza (*inputs* primarios).

Dado que la actividad biotecnológica no está recogida de forma expresa y diferenciada del resto de actividades productivas en las TIO oficiales que elabora el INE, el desarrollo del presente trabajo ha hecho necesaria la construcción de las que hemos denominado TIO biotecnológicas españolas, en las que se incluye esta actividad como un sector específico dentro de la estructura productiva.

Para la elaboración de esta nueva TIO biotecnológica se procedió inicialmente a la actualización de la TIO nacional del año 2000 con el fin de hacerla compatible con la información directa recopilada para las actividades biotecnológicas. Esta actualización temporal se realizó aplicando el denominado método RAS básico ya que, por una parte, se trata de la aproximación más robusta desde una perspectiva teórica² y, por otra, los resultados obtenidos en numerosos análisis empíricos tienden a reafirmar esta técnica como la que proporciona resultados más próximos a los métodos directos de construcción de TIO³⁻⁵.

Una vez actualizada la TIO nacional se abordó el proceso de diferenciación de las actividades biotecnológicas identificándose un total de 12 ramas de actividad susceptibles de realizar dichas actividades (agricultura, captación, depuración y distribución de agua, industria química, industria de alimentación, bebidas y tabaco, industria textil, cuero y calzado, industria del papel, industria del caucho y materias plásticas, comercio, actividades informáticas e I+D, otros servicios no destinados al mercado, sanidad, saneamiento), y se procedió a identificar el conjunto de empresas de cada una de estas actividades que podían integrarse en el colectivo de empresas biotecnológicas.

Así, en una definición muy estricta de «empresa biotecnológica», como la establecida por la OCDE para las empresas completamente dedicadas a la biotecnología (ECDB), la muestra total se limitaría a menos de un centenar de empresas operativas en España.

En un sentido más amplio, lo que podríamos denominar empresas parcialmente dedicadas a la biotecnología (EPDB), podríamos incluir un número algo superior, en torno a las 125, que tienen algunas de sus líneas de negocio en este campo y, además, realizan actividades de inversión en I+D+i biotecnológica.

Identificado el conjunto de empresas que realizan actividades biotecnológicas y utilizando los datos públicos recogidos en sus respectivas cuentas económicas (balances y cuenta de pérdidas y ganancias), podemos obtener una primera aproximación a la valoración económica de la biotecnología empresarial.

A partir de estos datos generales se procede a reconstruir la TIO con una nueva fila y columna que aglutina todas las actividades vinculadas a la biotecnología, utilizando los datos agregados de sus estados contables y la estructura específica de distribución de clientes y proveedores de cada una de las ramas de actividad en las que se integran dichas empresas.

En el caso de las EPDB fue necesario realizar un ajuste previo sobre sus agregados contables a fin de depurar aquella

TABLA 1

Estimación del coeficiente de dedicación de las EPDB

	Sector biotecnológico		
	Número de investigadores	Ocupados totales	Coeficiente
Agricultura	81	1.502	0,050
Alimentación	198	12.840	0,020
Química básica	51	1.590	0,032
Agroquímica	28	384	0,072
Farmacia	712	10.026	0,071
Otra química	117	1.564	0,075
Comercio	24	547	0,040
Informática	1.282	3.718	0,340
Sanidad	515	5.035	0,100

Fuente: elaboración propia, a partir de la Encuesta de Innovación del INE 2002.

parte de su actividad que está efectivamente dedicada a la biotecnología.

Este ajuste se realiza utilizando las cifras recogidas en la Encuesta de Innovación que realiza el INE y estableciendo una relación lineal entre el número de trabajadores-investigadores de estas empresas y el número total de ocupados, en cada una de las ramas de actividad, tal como se recoge en la tabla 1.

Para completar el proceso de identificación de la actividad biotecnológica total en las TIO, hubo que añadir, como un sector adicional, la actividad biotecnológica pública que sería aquella parte de la investigación y el desarrollo que se realiza en organismos públicos de investigación y universidades.

Tomando como punto de partida el valor de las subvenciones concedidas para proyectos de investigación recopilado por la Fundación Genoma España y asumiendo que estas subvenciones vienen a representar entre el 40 y el 42% del montante del proyecto, de acuerdo también con las estimaciones realizadas por la citada fundación, podríamos inferir el montante total de producción biotecnológica pública.

Al final de este proceso se dispone de esta nueva herramienta, que nos permite realizar las estimaciones correspondientes a los efectos tanto directos como indirectos que genera la actividad biotecnológica en el conjunto del sistema económico.

De este forma, el efecto general de la actividad biotecnológica se extendería hacia las empresas que actúan como proveedores, directos o indirectos, de bienes y servicios demandados por dichas empresas biotecnológicas y cuya actividad depende, por lo tanto, de dicha demanda.

Esta estimación de efectos encadenados, que ya se ha realizado a escala internacional, apunta a que este efecto expansivo sería bastante más significativo que el propio efecto directo.

Así, en Reino Unido⁶ la relación entre empleos en empresas especializadas (14.000) y totales vinculadas a la biotecnología, incluidas consultoría y servicios (40.000), da una cifra de elevación de 3 empleos totales por cada empleo directo.

Por otra parte, un estudio realizado en Estados Unidos⁷ permite deducir un multiplicador del empleo, al considerar compras y suministros a otros sectores, de 1,3, es decir que por cada 100 empleos en empresas dedicadas a la biotecnología se generan otros 30 en empresas suministradoras (equipo, servicios, etc.) o en empresas clientes. En términos de facturación, ese multiplicador se estima en 1,25.

Si queremos determinar el efecto final de la biotecnología, habría que añadir a este cálculo de impactos indirectos en

otros sectores, los inducidos por las rentas generadas. En total, el multiplicador del empleo estimado para Estados Unidos se eleva a 2,9 y el de facturación, a 2,3.

Es precisamente en esta tarea de estimación de los efectos indirectos e inducidos de una determinada actividad donde las TIO toman especial relevancia, tal como lo demuestran numerosos análisis aplicados⁸⁻¹¹.

En términos generales, estos «efectos indirectos» se definen como el total de la actividad económica que se genera en el conjunto del sistema a partir de las transacciones directas originadas en la rama que se pretende analizar, en nuestro caso la biotecnología.

El origen de estos efectos indirectos es la necesidad de generar producción en las ramas productivas que actúan como proveedores directos de nuestra actividad de referencia, la biotecnología.

A su vez, estos proveedores demandarán a otras ramas *inputs* para generar dicha producción, que nuevamente generará incrementos de producción en sus proveedores, y así sucesivamente.

Para poder resolver esta relación simultánea entre ramas productivas, acudiremos al desarrollo del modelo de demanda de Leontief¹² en el que el total de la producción de cada rama (vector {x}), inducida por un determinado valor de la demanda final (vector {d}) puede obtenerse mediante el producto de dicho vector de demanda y la conocida como matriz inversa de Leontief, $(I - A)^{-1}$, de acuerdo con una expresión del tipo:

$$\{x\} = (I - A)^{-1} \times \{d\}$$

donde A sería la matriz de coeficientes técnicos definida como la cantidad de *inputs* que necesita adquirir cada rama productiva *j* a cada rama *i* para generar cada unidad de producción.

$$a_{ij} = Cl_{ij} / X_j$$

siendo Cl_{ij} los consumos intermedios adquiridos por la rama productiva *j* a la rama *i* y X_j el valor de la producción de la rama *j*.

Partiendo de esta expresión general del modelo y sustituyendo el vector de demanda global {d} por un nuevo vector, que denominaremos vector de impacto {w_d}, donde se recoge la demanda final generada por nuestra actividad de referencia, la biotecnología, obtendríamos un nuevo vector de producción {w_r} que contendría el total de producción que debería generarse en cada rama productiva para abastecer la demanda originada por nuestra actividad, tal como se recoge en la siguiente expresión:

$$\{w_r\} = (I - A)^{-1} \times \{w_d\}$$

Para llegar a la estimación final del efecto indirecto propiamente dicho, recogida en el nuevo vector {w_i}, deberíamos descontar del valor de la producción total calculada {w_r}, la demanda inicial recogida en el denominado vector de impacto {w_d}, mediante una expresión del tipo:

$$\{w_i\} = \{w_r\} - \{w_d\}$$

La práctica más habitual coincide en identificar dos grandes tipos de vectores de impacto o efectos directos: por un lado, los derivados de las inversiones reales realizadas por la actividad de referencia, la biotecnología y, por otro, los derivados de las compras de consumos intermedios a otros sectores.

Mientras que para el caso de las compras de consumos intermedios, la mencionada TIO con desagregación biotecnológica nos ofrece información directa sobre las adquisicio-

nes de dichos consumos a cada una de las ramas productivas, para la construcción del vector de impacto de las inversiones reales es preciso realizar una desagregación previa del montante total de inversiones realizado por las empresas biotecnológicas y que se aproxima mediante la estructura general de distribución sectorial de la inversión agregada (FBCF), utilizando una expresión del tipo:

$$qFBCF_s = FBCF_s / FBCF$$

donde el numerador es el total de la FBCF realizada por el sector *s*, el denominador es el total de la FBCF y qFBCF es la participación de cada rama en el total de la inversión.

A partir de estos coeficientes, generaríamos el vector de impacto de las inversiones multiplicando el valor total de las inversiones realizadas por el conjunto de empresas incluidas en la actividad biotecnológica *b*, INV_b , por el vector de coeficientes de reparto presentado en la expresión anterior.

$$\{w_d\} = \{qFBCF_s\} \times Inv_b$$

Por lo tanto, aplicando este procedimiento a los datos directos de la actividad biotecnológica, obtendríamos el total de la producción del conjunto del sistema económico que depende, de alguna manera, de dicha actividad biotecnológica.

Ahora bien, una parte de esta producción será realizada por empresas no ubicadas en nuestro país, por lo que, para obtener unos resultados más adecuados, será necesario corregir estos valores iniciales en función de la propensión a importar que las diferentes ramas productivas tengan.

Para poder expresar estos efectos en términos de valor añadido, magnitud que podemos comparar directamente con los valores más habituales de PIB, debemos realizar otro cálculo multiplicando los valores de cada sector por sus correspondientes coeficientes de valor añadido (qVA_j) obtenidos como cociente entre la producción efectiva x_j y el valor añadido VA_j de cada sector *j*.

$$qVA_j = VA_j / x_j$$

De la misma forma, para poder calcular estos efectos en términos de empleo, medido a través de los puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo, deberíamos calcular previamente unos coeficientes de empleo e_j , por cociente entre el número total de empleados a tiempo completo (TC_j) en cada sector y su producción efectiva (x_j).

$$e_j = TC_j / x_j$$

Además de los efectos indirectos así calculados, podemos identificar una serie de efectos económicos adicionales, que denominamos efectos inducidos y son los generados como consecuencia de la distribución de rentas originadas como consecuencia de la actividad que estamos analizando.

Para la estimación de estos efectos inducidos a través de las rentas generadas por la actividad biotecnológica, es preciso realizar una serie de cálculos adicionales a partir de los resultados obtenidos en los análisis previos de impactos directos e indirectos.

Así, para estimar el efecto renta, inducido por la vía del consumo privado, es necesario estimar inicialmente el montante total de rentas salariales que dependen de dicha actividad biotecnológica.

En este punto cabrían dos hipótesis alternativas, que consisten en asumir que dichas rentas salariales son únicamente las pagadas de forma directa por las empresas incluidas en la actividad biotecnológica, que podríamos denominar rentas

TABLA 2

Valoración económica de la actividad biotecnológica (datos relativos a 2002 y 2005)

	Número de empresas		Facturación		Número de empleados	
	2002	2005	2002	2005	2002	2005
Datos absolutos						
Total biotecnología empresarial	80	193	200	493	1.654	3.190
Biotecnología pública			444	589	6.425	8.925
Total Biotecnología	80	193	644	1082	8079	12.115
Total nacional*	2.813.159	2.942.583	729.206	905.455	16.548.525	17.942.200
Datos relativos (en % del total nacional)						
Total biotecnología empresarial	0	0,01	0,03	0,05	0,01	0,02
Biotecnología pública			0,06	0,07	0,04	0,05
Total biotecnología	0	0,01	0,09	0,12	0,05	0,07
Total nacional*	100	100	100	100	100	100

*El número de empresas incorpora 1.574.166 PYMES sin asalariados. Los datos de facturación están expresados en términos nominales y los de empleo, en puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo. Fuente: Fundación Genoma España 2007 y elaboración propia.

salariales directas, o considerar el montante total de rentas salariales que se deduce de la actividad total, tanto de forma directa como indirecta.

En la primera hipótesis, el montante de rentas salariales coincidiría con el valor de sueldos y salarios pagados directamente por todas las empresas e instituciones públicas vinculadas con la actividad biotecnológica; mientras que en la segunda hipótesis, que será la que utilizaremos en nuestro análisis, debemos estimar este montante total de sueldos y salarios (SS_t) multiplicando el valor del empleo total generado (ET_t) tanto por los consumos intermedios (ET_c) como por las inversiones (ET_i), por el salario medio por empleado (SM), utilizando una expresión del tipo (debemos recordar que, para calcular el efecto total en términos de empleo, debemos multiplicar el efecto total en términos de producción final por los correspondientes coeficientes de empleo):

$$SS_t = SM \times ET_t = SM \times (ET_c + ET_i)$$

Una vez obtenido el montante de sueldos y salarios inducidos, debemos obtener el valor de la renta disponible que se deriva de ellos, utilizando los valores medios de presión fiscal directa, tanto en concepto de cotizaciones sociales (tm_{cot}) como en concepto de IRPF (tm_{IRPF}).

Aplicando los tipos medios al montante total de sueldos y salarios calculado (SS_t), obtendríamos la cifra final de renta disponible generada por la actividad biotecnológica (RD_t), utilizando una expresión del tipo:

$$RD_t = [SS_t \times (1 - tm_{cot})] \times (1 - tm_{IRPF})$$

Para determinar finalmente el montante de consumo privado inducido, es necesario multiplicar la renta disponible (RD_t), por la propensión marginal a consumir (pc), de tal forma el

consumo privado inducido a partir de la actividad analizada (CP_t) quedaría definido como:

$$CP_t = RD_t \times pc$$

Partiendo de esta cifra de consumo total y utilizando la estructura de distribución sectorial del consumo privado implícita en la TIO obtendríamos un nuevo vector de impacto sobre el que aplicaríamos un procedimiento similar al descrito en el apartado anterior, obteniéndose así los efectos totales, en términos de producción, valor añadido y empleo, inducidos por las rentas salariales derivadas de la actividad biotecnológica.

Principales resultados

Una vez definida la metodología de análisis y recopilada la información necesaria en colaboración con la Fundación Genoma España, el conjunto de ECDB al ejercicio 2005¹³ presentaría unos resultados de efecto directo como los que resumimos en la tabla 2.

Analizando las cifras incluidas en la citada tabla, el efecto relativo de la actividad biotecnológica en relación con el conjunto de la economía española, ya sea en número de empresas, en empleo o en cifra de facturación, la conclusión inmediata es que su importancia económica relativa es muy reducida. Apenas 1 empresa biotecnológica de cada 19.000 empresas; algo menos de 1 puesto de trabajo biotecnológico por cada 1.700 empleos, y algo más de 1 euro de facturación por cada 1.000 de PIB.

A modo de resumen y a efectos de disponer de un orden inicial de magnitud, podemos establecer que existen unos 10.000 puestos de trabajo cercanos a la investigación biotecnológica, de los que aproximadamente el 30% estaría en

TABLA 3

Dinámica de crecimiento de la valoración económica de la actividad biotecnológica

Crecimiento medio 2002-2005	Número de empresas %	Facturación %	Número de empleados %
Total biotecnología empresarial,	47,1	48,8	31
Biotecnología pública,	—	10,9	13
Total biotecnología,	47,1	22,7	16,7
Total nacional*	1,5	8,1	2,8

*El número de empresas incorpora 1.574.166 PYMES sin asalariados. Los datos de facturación están expresados en términos nominales y los de empleo, en puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo. La comparación se establece frente a los datos del 2002 de las denominadas empresas completamente dedicadas. Fuente: Fundación Genoma España y elaboración propia.

TABLA 4

Efectos indirectos de la actividad biotecnológica en 2005

	Consumos intermedios	Inversión	Total
Impacto directo	497	70	567
Efecto total*	663	116	779
Valor añadido	333	51	384
Participación en el PIB,	0,037%	0,006%	0,042%
Empleo	6,260	1,110	7,369
Participación en el empleo total	0,035%	0,006	0,041

*Producción total corregida de importaciones.
Fuente: Fundación Genoma España y elaboración propia.

el sector empresarial y el 70% restante, en instituciones de investigación pública, dedicados igualmente a la biotecnología. La facturación biotecnológica total puede superar los 1.000 millones de euros, es decir, algo más del 1% del PIB, repartidos a partes iguales entre las empresas y las instituciones públicas de investigación.

Pese a esta reducida manifestación de las cifras económicas que directamente se generan en el sector de la biotecnología, merece una llamada especial de atención la importante dinámica de crecimiento que encierran. En general, en tan sólo 3 años, el empleo ha presentado un crecimiento medio del orden del 16,7% anual, frente al 2,8% representativo del conjunto del mercado laboral; el crecimiento del número de empresas se cifra por encima del 47% (un 1,5% para el conjunto de las estructuras empresariales que operan en el país) y el ritmo de crecimiento de sus cifras de facturación se establece por encima del 48%, frente al 8,1% con el que el INE ha cerrado las cifras del PIB (tabla 3).

Respecto a los efectos indirectos, y partiendo de unas cifras totales estimadas para el año 2005 de 495 millones de euros de compras de consumos intermedios realizadas por las empresas biotecnológicas, y un montante de inversión del orden de 70 millones de euros, el total de efectos indirectos en el conjunto del sistema económico quedaría resumido en la tabla 4. Finalmente los efectos inducidos derivados de la generación de renta originada en el sector biotecnológico quedarían resumidos en la tabla 5.

De acuerdo con los datos recogidos en ellas, podemos inferir que los efectos indirectos, generados a través de las compras y las inversiones realizadas por las empresas biotecnológicas ascenderían a unos 780 millones de euros de facturación total y supondrían unos 7.370 empleos adicionales, mientras que los efectos inducidos, derivados de las compras de bienes y servicios de los empleados que dependen

directa o indirectamente de la actividad biotecnológica supondrían una facturación total alrededor de 536 millones y más 4.400 empleos.

Por agregación de los efectos directos, indirectos e inducidos, se puede adelantar que el conjunto de la actividad biotecnológica en sentido estricto se aproximaría a los 2.300 millones de euros de facturación y originarían unos 24.000 empleos.

Ahora bien, si tomamos como referencia los datos disponibles de 2002¹⁴, podemos comprobar que, frente a las 80 empresas completamente dedicadas a la biotecnología que se identificaron en ese periodo, existían otras 110 empresas que realizaban actividades biotecnológicas (EPDB) y cuya facturación total, una vez corregida mediante coeficientes de dedicación, ascendía en aquel momento a unos 688 millones de euros y ocupaban a 3.813 empleados.

Partiendo de estos datos, podemos inferir que, por cada millón de euros facturados por las empresas biotecnológicas, estas empresas parcialmente dedicadas estarían facturando unos 3,4 millones, mientras que por cada empleo en empresas completamente dedicadas existían 2,3 empleos en estas empresas parcialmente dedicadas a la biotecnología.

Asumiendo la permanencia de estas tasas, el conjunto de empresas parcialmente dedicadas a la biotecnología en 2005 estaría generando una facturación en torno a los 1.700 millones de euros y estarían dando empleo a unas 8.900 personas.

De forma indirecta, estas empresas estarían generando facturación por un valor ligeramente superior a los 800 millones de euros y estarían dando empleo a unos 7.700 trabajadores. Finalmente, los efectos inducidos generados a partir de las rentas salariales derivadas de estas actividades ascenderían a unos 440 millones de facturación y afectarían a más de 3.700 empleos (tabla 6).

TABLA 5

Efectos en la renta inducidos por la actividad biotecnológica, 2005

	Directo	Indirecto	Total
Empleo	12.115	7.369	19.484
Salario medio (euros)	37.942	28.609	66.551
Rentas salariales (millones de euros)	460	211	671
Tipos impositivos			35,3%
Renta disponible			434
Propensión al consumo			89,6%
Consumo privado inducido			389
Efecto total*			536
Valor añadido			241
Participación en el PIB,			0,03%
Empleo			4.444
Participación en el empleo total			0,02%

*Producción total corregida de importaciones.
Fuente: Fundación Genoma España y elaboración propia.

TABLA 6

Estimación de la actividad biotecnológica en las EPDB (datos estimados de 2005)

	Facturación	Empleo
Efectos directos	1.696	8.955
Efectos indirectos	817	7.731
Efectos inducidos	448	3.718

Los datos de facturación y empleo directo se han estimado a partir de las relaciones calculadas para el año 2002 frente a las empresas completamente dedicadas, mientras que los efectos indirectos e inducidos se han estimado considerando los coeficientes técnicos y de empleo de la TIO y los salarios medios calculados para 2005.

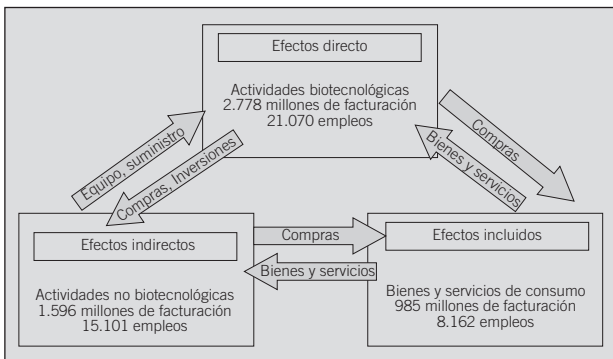


Fig. 1. Efecto económico directo, indirecto e inducido de la biotecnología en España (datos estimados para el 2005). Fuente: Fundación Genoma España y elaboración propia.

Resumen y principales conclusiones

En el presente artículo se ha resumido la metodología de análisis y los principales resultados obtenidos en un estudio más completo de dimensionamiento económico de la actividad biotecnológica en nuestro país y que abarca desde la recopilación y el tratamiento de información básica empresarial hasta la elaboración de una herramienta específica, que hemos denominado TIO biotecnológica, que permite la estimación de las interrelaciones del sector biotecnológico con el conjunto del sistema económico.

Agregando los datos relativos a la biotecnología en sentido estricto (empresas completamente dedicadas a la biotecnología y biotecnología pública) a las estimaciones realizadas para las empresas parcialmente dedicadas a la biotecnología, podríamos adelantar que la actividad biotecnológica en nuestro país generó en 2005 una facturación total superior a los 5.000 millones de euros, lo que supone

algo menos del 0,6% del PIB total, y genera directa e indirectamente de más de 44.000 empleos, tal como se recoge en la figura 1.

Ahora bien, si el peso relativo de las actividades biotecnológicas, incluso considerando todo tipo de impactos en cadena, se limita a ese 0,6% del PIB, sus efectos se difunden por sectores que pueden representar un 20 % del PIB, y que recogerían todas las actividades que utilizan, de una forma u otra, los productos y desarrollos biotecnológicos.

En este sentido, el camino que quedaría por recorrer en este proceso de valoración económica de la actividad biotecnológica pasaría por el desarrollo de métodos adicionales de valoración de las mejoras, tanto directas como indirectas, que el desarrollo de nuevos productos biotecnológicos produce tanto en la calidad como en la cantidad o los costes de producción de bienes y prestación de servicios.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores han declarado no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arundel A. Biotechnology Indicators and Public Policy. OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2003/5, OECD Directorate for Science, Technology and Industry; 2003.
2. Bacharach M. Biproportional matrices and input-output change. Cambridge: University Press; 1971.
3. Malizia E, Bond DE. Empirical test of RAS method of interindustry coefficients adjustment. Journal of Regional Science. 1974;14:355-65.
4. Round JI. An interregional input-output approach to the evaluation of non-survey methods. Journal of Regional Science. 1978;18:179-94.
5. Pedreño Muñoz A. Deducción de las tablas input-output: consideraciones críticas a través de la contrastación survey-nonsurvey. Investigaciones económicas. 1986;10:579-99.
6. Arthur Andersen. UK biotech 97 —Making the right moves. London: Arthur Andersen; 1997.
7. The economic contributions of the biotechnology industry to the U.S. Economy. Ernst & Young, 2000.
8. Alle T, Gabe T. The economic impact of the biotechnology in New England. REP Staff paper #522. University of Maine; 2003.
9. An analysis of Virginia's biotechnology industry. Richmond: Center for Public Policy. Virginia Commonwealth University; 1999.
10. Peters DJ. Health science biotechnology in Missouri. Missouri Department of Economic Development; 1999.
11. The biotechnology and medical device industry in Washington State: An economic analysis. Washington Biotechnology & Biomedical Association; 2002.
12. Pulido A, Fontela E. Análisis input-output: modelos, datos y aplicaciones. Madrid: Pirámide; 1993.
13. Relevancia de la biotecnología en España 2007. Madrid: Fundación Genoma España; 2007.
14. La biotecnología española: impacto económico, evolución y perspectivas. Madrid: Fundación Genoma España; 2005.