

2.2. ESTADO DE SITUACIÓN DE LA MEDICIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA EN IBEROAMÉRICA

SERGIO RODRÍGUEZ¹

1. INTRODUCCIÓN

En un marco en donde la Biotecnología es un componente central en las políticas y estrategias de CyT de la mayoría de los países de Iberoamérica, se torna relevante la producción de información y de indicadores sobre las actividades relacionadas a la investigación científica y el desarrollo tecnológico.

De esta forma, en la última reunión del Comité Técnico de la RICYT celebrada en Bogotá (2013), se conformó una mesa de expertos dedicada a la discusión de la construcción y armonización de indicadores de Biotecnología en la región. Como resultado de la misma, se consensó una agenda de trabajo para recabar información que permitiera conocer el estado actual de la medición de la Biotecnología a fin de avanzar en la discusión iniciada.

El objetivo de este trabajo fue identificar y analizar las distintas encuestas que se encuentran desarrollándose en los países de la región en relación a la medición de las actividades científicas y tecnológicas vinculadas a la Biotecnología; comparando, de forma general, los aspectos metodológicos, indicadores y limitaciones operativas de cada una de ellas.

La realización del presente informe estuvo a cargo de la Dirección Nacional de Información Científica del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva de Argentina que lleva adelante la coordinación de la Mesa de Biotecnología en el Comité Técnico de la RICYT. Los resultados del mismo se expusieron y debatieron en la Reunión de dicho Comité realizada en Buenos Aires en octubre de 2014.

2. DEFINICIONES, METODOLOGÍAS E INDICADORES DE BIOTECNOLOGÍA: ANTECEDENTES INTERNACIONALES Y REGIONALES

Este primer apartado tiene como fin dar cuenta de los avances que se han realizado acerca de la medición de la Biotecnología tanto en el plano internacional como regional. Principalmente, se hace foco en el “framework” de estadísticas elaborado por la Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo (OECD) que actualmente conforma la base de la mayoría de las mediciones realizadas en diversos países. En el plano regional, se consideró relevante como antecedente el Manual de Indicadores elaborado en el marco del Programa BIOTECH y aspectos metodológicos y operativos para la construcción de indicadores desde una perspectiva de los países del MERCOSUR.

2.1. A framework for Biotechnology statistics - OECD

Los inicios de los trabajos de la OECD en la medición de la Biotecnología fue a partir del año 1999 con la creación del “Grupo de Estadística en Biotecnología” cuyo objetivo era elaborar pautas para desarrollar un conjunto básico de indicadores relevantes en el campo. A partir de ese momento, y junto al Grupo de Expertos Nacionales en Indicadores de Ciencia y Tecnología (Grupo NESTI),² la OCDE llevó a cabo extensas discusiones para definir y consensuar, a nivel internacional, los datos estadísticos que se debían considerar como indicadores y, de esta forma, consolidar la validez y comparabilidad internacional de los mismos (Biotecsur, 2005).

1. Dirección Nacional de Información Científica-Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Argentina.

2. NESTI es el grupo de trabajo de la OCDE que reúne a los expertos en indicadores de ciencia y tecnología y cuya función es monitorear, supervisar, dirigir y coordinar el trabajo estadístico y contribuir al desarrollo de indicadores y análisis cuantitativos, necesarios para satisfacer los requisitos y prioridades del Comité para la Política Científica y Tecnológica (CSTP) de la OCDE.

Uno de los principales resultados de estas acciones fue la elaboración del documento “A framework for Biotechnology statistics” (OCDE, 2005) en el cual se establecieron definiciones uniformes acerca de la biotecnología y se detallaron las metodologías de recopilación de datos y los procedimientos estandarizados para producir indicadores relevantes en Biotecnología comparables internacionalmente.³

mismos, para alterar materiales vivos o no, con el fin de producir conocimientos, bienes o servicios”.

No obstante, al tratarse de una definición amplia, en el documento se recomienda complementarla con un listado de técnicas consideradas como de Moderna Biotecnología a fin de delimitar las actividades en este campo:

Tabla 1. Técnicas biotecnológicas OCDE(2005)⁴

<p>DNA/RNA: Genomics, pharmacogenomics, gene probes, genetic engineering, DNA/RNA sequencing/ synthesis/amplification, gene expression profiling, and use of antisense technology.</p>
<p>Proteins and other molecules: Sequencing/synthesis/engineering of proteins and peptides (including large molecule hormones); improved delivery methods for large molecule drugs; proteomics, protein isolation and purification, signaling, identification of cell receptors.</p>
<p>Cell and tissue culture and engineering: Cell/tissue culture, tissue engineering (including tissue scaffolds and biomedical engineering), cellular fusion, vaccine/immune stimulants, embryo manipulation.</p>
<p>Process biotechnology techniques: Fermentation using bioreactors, bioprocessing, bioleaching, biopulping, biobleaching, biodesulphurisation, bioremediation, biofiltration and phytoremediation.</p>
<p>Gene and RNA vectors: Gene therapy, viral vectors.</p>
<p>Bioinformatics: Construction of databases on genomes, protein sequences; modelling complex biological processes, including systems biology.</p>
<p>Nanobiotechnology: Applies the tools and processes of nano/microfabrication to build devices for studying biosystems and applications in drug delivery, diagnostics, etc.</p>

84

Consecuentemente, este documento conforma en la actualidad la base de las estadísticas generadas por una gran cantidad de países europeos y, como se verá más adelante, también de las estadísticas de los países de Iberoamérica que avanzaron en el tema.

2.1.1. Principales definiciones

A partir de un enfoque conceptual centrado en la Biotecnología Moderna, en busca de diferenciar las nuevas técnicas biotecnológicas de las tradicionales, la OECD define inicialmente a la Biotecnología como “La aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, así como a partes, productos y modelos de los

El uso de estas técnicas constituye una forma de abordaje de la transversalidad y heterogeneidad de este campo científico y tecnológico, ya que posibilita la identificación de las actividades implicadas y la generación de la información requerida para la elaboración de indicadores.

Consecuentemente, se considera a la investigación y desarrollo experimental en Biotecnología como “la I+D sobre técnicas, productos o procesos biotecnológicos, de acuerdo con las definiciones presentadas anteriormente -biotecnología moderna y técnicas biotecnológicas- y con los lineamientos del Manual de Frascati” (OECD, 2005:10).

Asimismo, otro tema relevante en la medición y comparabilidad a nivel internacional es el referente a las ACyT en el sector productivo, que es eje principal de las recomendaciones del Framework de la OCDE. En este documento, se plantea detectar a las “empresas activas en biotecnología” según si aplican al menos una de las

3. Ver más en: <http://www.oecd.org/sti/biotech/aframeworkforbiotechnologystatistics.htm>

4. A pesar de centrarse en la Biotecnología Moderna, la OCDE incorpora algunas técnicas biotecnológicas tradicionales en el conjunto listado.

Tabla 2. Tipos de empresa biotecnológica (firma)

Tipo	Definición
Empresa activa en biotecnología	Empresa que aplica al menos una de las técnicas biotecnológicas previamente definidas en la producción de bienes o servicios y/o la ejecución de I+D biotecnológica.
Empresa dedicada a la biotecnología	Empresa activa en biotecnología cuya actividad predominante involucra la aplicación de técnicas biotecnológicas en la producción de bienes o servicios y/o en la ejecución de I+D biotecnológica
Empresa biotecnológica innovadora	Empresa activa en biotecnología que aplica técnicas biotecnológicas para la implementación de productos o procesos nuevos o significativamente mejorados (tal como se definen en el Manual de Oslo). ⁵

técnicas listadas en la producción de bienes o servicios y/o en las actividades de I+D (ver **Tabla 2**). En función de la importancia de estas actividades dentro de las empresas, se clasifican en “empresas dedicadas a la biotecnología” cuando la biotecnología sea una actividad predominante y en “empresas biotecnológicas innovadoras” en aquellos casos en que las actividades biotecnológicas tengan con fin generar de nuevos productos o procesos o mejorar significativamente los ya existentes.

En este punto debe destacarse que los distintos estudios existentes a nivel internacional utilizan diversos criterios lo que requiere de ciertos recaudos al momento de comparar los datos. Es decir, en muchos países se recopila información solo de empresas activas en biotecnología mientras que en otros se generan estadísticas de las empresas dedicadas.

Otras definiciones provistas en el documento corresponden a productos y servicios biotecnológicos, sectores de aplicación, empleo en biotecnología y patentes biotecnológicas, entre otras.

2.1.2 Indicadores y métodos de recopilación de datos

Las directrices de la OCDE para la generación de indicadores sobre actividades biotecnológicas se encuadran en las prioridades a tener en cuenta para el apoyo en la formulación, evaluación y control de las políticas públicas. De esta forma, se proponen generar indicadores que den cuenta la I+D e innovación en biotecnología, la aplicación y uso de las técnicas (fabricación y uso de bienes y servicios biotecnológicos) y

también indicadores vinculados al impacto económico (estructura industrial, comercialización de productos, etc.) y social (percepción del consumidor, protección al medioambiente, etc.).

En el documento de referencia figura un primer listado extenso de indicadores propuesto⁶ para llevar a cabo la comparación internacional de las actividades asociadas a la Biotecnología (ej.: gastos y empleo en I+D, cantidad de empresas e instituciones, patentes, publicaciones, cultivos OGM, etc.).

Actualmente, el compendio de indicadores que la OCDE publica para la comparación internacional es la que se detalla en la **Tabla 3**.

La recopilación de los datos necesaria para la elaboración de los indicadores puede ser a través de diferentes fuentes de información; principalmente con encuestas para aquellos indicadores que lo requieran, como puede ser gasto en I+D en empresas, recursos humanos, sectores de aplicación, etc. Las encuestas pueden ser específicas en cuanto al relevamiento de las actividades biotecnológicas (ej.: dirigidas a empresas biotecnológicas); o bien, pueden conformarse preguntas o módulos de preguntas adicionales a encuestas ya existentes como las destinadas a medir la I+D o la innovación. La OCDE destaca que éstas últimas presentan ventajas por ser más efectivas y de menor costo, aunque es limitada la información vinculada a Biotecnología a relevar. En tanto a las encuestas específicas o dedicadas presentan un mayor costo pero permiten recopilar información más completa sobre las actividades biotecnológicas (ej.: recursos humanos, procesos comerciales, impactos, acceso a capital financiero, etc.).

5. Se excluyen a los usuarios finales que innovan sólo por la utilización de productos biotecnológicos como insumos intermedios (por ejemplo fabricantes de detergentes que cambian su fórmula para incluir enzimas producidas mediante técnicas biotecnológicas por otras firmas).

6. El listado de indicadores de biotecnología parte de la recopilación de indicadores disponibles en diferentes países de la OECD en aquel momento.

Tabla 3. Key biotechnology indicators OCDE (actualizado a octubre de 2013)

Indicadores
<p>Empresas de Biotecnología</p> <ul style="list-style-type: none"> - Número de empresas activas en biotecnología - Porcentaje de pequeñas empresas de biotecnología
<p>I+D en Biotecnología</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gasto de I+D en Biotecnología en el sector empresarial - Intensidad de I+D en Biotecnología en la I+D del sector empresarial - Porcentaje de gasto en I + D en Biotecnología en empresas de biotecnología dedicadas - Porcentaje de la biotecnología del gasto en I + D realizado por las empresas pequeñas de biotecnología
<p>Sector público</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gasto en I+D en biotecnología en los sectores gubernamentales y de educación superior - Participación de los gastos de I+D en Biotecnológica en el gasto total de I+D de los sectores gubernamentales y de educación superior
<p>Aplicaciones de la Biotecnología</p> <ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de empresas biotecnológicas dedicadas por sector de aplicación
<p>Patentes biotecnológicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Participación de los países en patentes de biotecnología presentadas en PCT

Por otro lado, respecto a los indicadores que no requieren encuestas, el documento de la OCDE proporciona recomendaciones para la generación de indicadores de patentes biotecnológicas mediante un conjunto de códigos IPC para recopilar información de las distintas bases de registros de patentes.

En este marco, cabe sumar otro tipo de indicadores que no precisan de relevancia de información mediante encuestas, los elaborados a partir de las publicaciones científicas. Si bien la OCDE no realizó recomendaciones, en el ámbito regional existen antecedentes, entre los cuales se destaca un documento elaborado por el Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) acerca de las publicaciones biotecnológicas en Iberoamérica (2009). La metodología utilizada es incorporada en las recomendaciones del Manual de Indicadores del MERCOSUR (que se trata en el siguiente apartado) en función de la posibilidad que tienen los países de la región de generar estos indicadores considerando las limitaciones que se presentan en la generación de otro tipo de información científica y tecnológica.

Además en el documento “*A framework for Biotechnology statistics*” se tratan otras cuestiones relacionadas a la recopilación de información dada la dificultad que se presentan en muchos países de poder conformar un padrón o directorio de empresas o instituciones que estén desarrollando actividades biotecnológicas al no contar con información sistematizada.

Por último, figuran las recomendaciones sobre procesos y calidad de los indicadores a elaborar; incluso se presenta

un modelo de encuesta para el relevamiento de la Biotecnología en empresas.

2.2. Manual de Indicadores de Biotecnología (Programa BIOTECH)

En el plano regional, el desarrollo de la medición de la Biotecnología, si bien es incipiente, presenta antecedentes que muestran el interés que se genera sobre el tema desde hace más de una década. Uno de ellos es el trabajo “Construcción de indicadores en biotecnología” realizado en 2004 por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología y la Oficina de Ciencia y Tecnología de la Organización de Estados Americanos (OEA). El mismo trata de un compilado de estudios realizados en cuatro países de la región⁷ sobre distintos indicadores de Biotecnología. En ese mismo año, también se llevó a cabo el VI Taller de Indicadores de Ciencia y Tecnología de la RICYT, en el que una de las mesas de discusión estuvo dedicada a los indicadores de biotecnología a cargo de expertos de diferentes países.⁸

El último antecedente que se destaca, y sobre el cual interesa recabar algunos aspectos, es el “Manual de Indicadores de Biotecnología del MERCOSUR” (2008) elaborado en el marco del Programa de Apoyo al Desarrollo de las Biotecnologías en el MERCOSUR (Biotech) con el objetivo de proporcionar un marco

7. Colombia, México, Ecuador y Venezuela.

8. Ver más información en: <http://www.ricyt.org/talleres-sp-1497805872/193-vi-taller-de-indicadores-de-ciencia-y-tecnologia>.

conceptual y operativo para la elaboración de indicadores en biotecnología para los países del MERCOSUR.⁹

Si bien no ha tenido una correspondencia práctica específica, es oportuno retomar el diagnóstico elaborado sobre las debilidades y fortalezas que presentan los países acerca de la elaboración de los indicadores, considerando que el mismo también parte de las recomendaciones de la OCDE descritas en el apartado anterior. A continuación se detallan dichas debilidades y fortalezas que, si fueron identificadas para los países del MERCOSUR, pueden dar indicios de la situación de otros países de Iberoamérica al respecto.

En relación a las debilidades identificadas en aquel entonces, correspondían en su mayoría al bajo desarrollo de los indicadores de biotecnología y a los problemas que presentaba la información a recabar y comparar:

a) Escasa presencia de los indicadores en biotecnología en los organismos nacionales encargados de la producción y difusión de información estadística en ciencia, tecnología e innovación. Esto podía ocurrir por las características propias de la biotecnología que dificultan la obtención de indicadores a partir de las clasificaciones existentes, en particular las de áreas de conocimiento; por limitaciones de los recursos humanos y materiales disponibles en los organismos responsables; por la falta de coordinación interinstitucional ya que pueden ser varios los organismos interesados en generar información sobre biotecnología.

b) Falta de información sobre el financiamiento de las actividades en biotecnología. Los indicadores en los que se observaba la mayor brecha entre su importancia y la disponibilidad de información son los de financiamiento.

c) Limitaciones de las fuentes de información sobre empresas. No existían o eran escasas (en el momento de elaboración del informe) las encuestas oficiales, periódicas, con un marco metodológico que permita la comparabilidad. Además, si bien podía construir los inventarios de empresas biotecnológicas, integrando información proveniente de distintas fuentes, los datos que podían obtenerse eran pocos.

d) Disparidades en la información disponible en los países.

En relación a las fortalezas, estas se vinculaban con la posibilidad de generar indicadores de biotecnología considerando las fuentes de información existentes y disponibles:

a) Disponibilidad de datos sobre patentes y producción científica y superficie cultivada con OGM. Las fuentes de información disponibles permiten contar con indicadores

comparables en tres áreas importantes: el patentamiento, la producción bibliográfica y la superficie cultivada con OGM.

b) Posibilidad de mejorar indicadores sobre I+D en biotecnología a partir de las fuentes existentes. Para los indicadores de I+D se consideraba que existía un potencial de aprovechamiento de los sistemas de información existentes, en particular de la explotación de los microdatos generados en estudios de organismos nacionales sobre la I+D.

c) Posibilidad de incluir preguntas sobre biotecnologías en “encuestas Frascati”. Dado que en los países del MERCOSUR, como en otros países de la región, se venían realizando este tipo de encuestas, era factible para los organismos responsables incluir la temática en los cuestionarios que envían a los institutos, las universidades y las empresas.

En función a las fortalezas ligadas a la producción de indicadores a partir de la base de información existente, en el manual se incorpora recomendaciones para la elaboración de indicadores de patentes biotecnológicas en base al *Framework* de la OCDE, pero también a la metodología de la elaboración de indicadores de producción académica de Biotecnología mediante el uso de palabras claves.

3. ENCUESTAS EN IBEROAMÉRICA: ANÁLISIS Y COMPARACIÓN

La información que se presenta a continuación fue recabada mediante un cuestionario enviado a todas las instituciones participantes del Comité Técnico de la RICYT durante el primer semestre de 2014. Mediante el mismo se solicitó datos de las encuestas destinadas a la medición de la Biotecnología en cuanto a aspectos metodológicos y operativos con el fin de llevar a cabo su análisis y comparación.

Asimismo, se utilizó información secundaria que permitió identificar otras encuestas sobre biotecnología en los países de la región que fueron incorporadas en el análisis.

3.1 Encuestas relacionadas a la medición de la Biotecnología

En total se identificaron 7 países que han implementado encuestas y, en algunos casos, elaborado indicadores sobre biotecnología en Iberoamérica: Argentina, Brasil, Colombia, España, México, Portugal y Puerto Rico.¹⁰ En la

10. Para los casos de Argentina, Brasil y México la información se recabó a través del formulario enviado a al Foro de la RICYT. Uruguay y Venezuela también respondieron al mismo, el primero de ellos informando que no se realizaron encuestas relacionadas a la biotecnología en el país hasta el momento; mientras que el segundo indicó estar realizando alguna actividad vinculada pero no podía responder la solicitud en el plazo estipulado. En tanto, la información correspondiente a España, Colombia, Portugal y Puerto Rico se recabó en los sitios web de las instituciones responsables de la elaboración de indicadores de CTI e integrantes de la RICYT.

9. El manual fue realizado por el Centro Redes para el Programa Biotech, en el marco del contrato “Inventario diagnóstico de las biotecnologías en MERCOSUR y comparación con la Unión Europea” (BIOTECH ALA-2005-017-350-C2).

Tabla 4. Encuestas CTI relacionadas a la medición de la Biotecnología en Iberoamérica

País	Encuesta	Institución responsable	Institución ejecutora
ARGENTINA	Encuesta Nacional de Biotecnología	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva - MINCYT	
BRASIL	Pesquisa de Inovação	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	
COLOMBIA	Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera / Servicios	Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) / Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación/ Colciencias	
ESPAÑA	Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico	Instituto Nacional de Estadística (INE)	
MEXICO	Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico y Módulo sobre Actividades de Biotecnología y Nanotecnología	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)	Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
PORTUGAL	Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional (IPCTN)	Ministério da Educação e Ciência (MEC)	
PUERTO RICO	Encuesta sobre Ciencia y Tecnología	Instituto de Estadísticas de Puerto Rico	

88

Tabla 4 se detallan las denominaciones de las encuestas y las instituciones responsables y ejecutoras de las mismas.

Debe mencionarse que en, al menos,¹¹ Argentina,¹² Colombia¹³ y Uruguay¹⁴ también se generan indicadores de Biotecnología a partir de fuentes de datos existentes. En los primeros dos países se publican indicadores de producción académica y patentes, ya sea en estudios dedicados -en el caso de Argentina- o como parte de otros estudios más generales como el informe anual de indicadores de CTI del Observatorio de Ciencia y Tecnología de Colombia. A su vez, en este informe se generan otros indicadores de biotecnología sobre la base de información de los CV de los investigadores y grupos de Investigación. En tanto, Uruguay produce información sobre Biotecnología a partir de los financiamientos de proyectos de I+D dedicados a este campo.

En relación a las encuestas identificadas, surge que en el inicio de las mediciones de la biotecnología en la región se destacan España, Portugal y, sobre todo, Brasil y

Colombia, quienes comenzaron las mismas en el año 2004 en los dos primeros casos, y en 2005 en los dos restantes. Cabe señalar que en ese último año se publicaba el Framework de los Indicadores de Biotecnología de la OCDE. En tanto, en el resto los países (Argentina, México y Puerto Rico) las mediciones son recientes y conforman las primeras experiencias al respecto (ver **Tabla 5**).

Salvo en Argentina, en todos los países se relevan las actividades biotecnológicas a partir de las encuestas de ACT o de Innovación utilizando preguntas, secciones o módulos dedicados. Al respecto, España presenta un mayor desarrollo ya que en el caso de las empresas el modulo utilizado recaba una vasta cantidad de información de las actividades biotecnológicas, mientras que el resto de los países se contempla la identificación de las empresas con actividades en biotecnología, las técnicas implementadas, los sectores de actividad económica y las áreas de aplicación. En lo referente a las ACT las instituciones públicas, ESFL y otras, también el país ibérico releva y genera mayor cantidad de información e indicadores, como se verá más adelante en el documento. Argentina es el único país que realizó una encuesta específica de biotecnología a empresas. Como se ha mencionado, este tipo de metodología presenta más dificultades para sistematizar la producción de indicadores pero permite profundizar mediciones que den cuenta de la situación de la Biotecnología localmente.

11. El trabajo estuvo orientado al análisis de las encuestas sobre Biotecnología, aunque en la recopilación de información realizada se pudo constatar la producción de indicadores a partir de otras fuentes de información.

12. Ver: http://indicadorescti.mincyt.gob.ar/indicadores_aprioritarias.php

13. Ver: http://ocyt.org.co/Portals/0/Documentos/COLOMBIA_2013.pdf

14. En base a información suministrada por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII).

Tabla 5. Tipo, año de inicio y periodicidad de las encuestas

País	Tipo de encuesta	Año de inicio de medición de la Biotecnología	Periodicidad
ARGENTINA	Específica/Sectorial	2013	Trienal
BRASIL	Módulo/sección encuesta innovación	2005	Trienal
COLOMBIA	Modulo/sección encuesta innovación	2005	Anual
ESPAÑA	Módulo/sección encuesta innovación/CyT (Dedicado)	2004	Anual
MEXICO	Módulo sección/ encuesta innovación/CyT	2013	Bienal
PORTUGAL	Módulo sección/ encuesta innovación/CyT	2005	Anual
PUERTO RICO	Módulo sección/ encuesta innovación/CyT	2013	Anual

Tabla 6. Principales aspectos metodológicos

País	Población objetivo	Alcance	Carácter de la encuesta	Método de recolección
ARGENTINA	Empresas y grupos de investigación de instituciones científicas	Nacional	Empresas: Muestral Grupos: Censal	Encuesta online
BRASIL	Empresas de industria extractiva, de transformación y algunos sectores de servicios	Nacional	Muestral	Encuesta online
COLOMBIA	Empresas industriales y de servicios y comercio correspondientes a las actividades CIU relevantes a la investigación ¹⁵	Nacional	Censo	Mixta (Encuesta online y presencial)
ESPAÑA	Empresas, organismos públicos, centros cuya actividad es la de proporcionar enseñanza superior e instituciones privadas sin fin de lucro (IPSFL)	Nacional	Muestral	Mixta (Entrevistas, envío de correos y electrónica)
MEXICO	Empresas privadas, Instituciones de Educación Superior, Gobierno (unidades que realicen I+D) Instituciones Privadas no lucrativas (que realicen I+D)	Nacional	Sector empresas: Muestral Resto de los sectores: Censo	Mixta (Encuesta presencial, online y formulario electrónico)
PORTUGAL	Empresas, Sectores Estado, Enseñanza Superior e Instituciones Privadas sin fines lucrativos	Nacional	Censo	Encuesta Electrónica
PUERTO RICO	Empresas, ESFL, Administración pública, Entidades de educación post secundaria	Nacional	Muestral	Encuesta Electrónica

15. Colombia releva capacidades de instituciones de CyT a partir de otras fuentes de información pero no se consideró en este análisis por carecer de información al respecto.

España, México, Portugal y Puerto Rico relevan las actividades biotecnológicas tanto en el sector empresarial como en las instituciones públicas de CyT (universidades, entidades sin fines de lucro, administración pública y otras). También Argentina lo hace en ambos sectores, aunque en el público, a diferencia de los países anteriores, tiene como unidad de análisis los grupos de investigación de las instituciones de CyT generando indicadores no comparables en la región. En tanto, Brasil realiza mediciones de la biotecnología sólo en empresas (ver **Tabla 6**).

Cabe destacar que en algunos casos se ha modificado los relevamientos de Biotecnología, como en el caso de Portugal que si bien inició sus mediciones más de una década, recién en la última encuesta incorporó una metodología basada en las recomendaciones de la OCDE. Respecto a los aspectos metodológicos principales, para el caso de las empresas, el carácter de las encuestas de la mayoría de los países es muestral y en las instituciones públicas de CyT son censales. A su vez, el método de recolección en todos los casos implica la encuesta online o

el envío del formulario electrónico, aunque en España y México también se efectúan entrevistas presenciales.

Entre los aspectos generales de las encuestas analizadas, debe mencionarse que en casi la totalidad de los países además de la Biotecnología, también se está avanzando en la medición de las Nanotecnologías. De esta forma, Brasil, México, Portugal y Puerto Rico implementan secciones o módulos similares a los dedicados a las actividades biotecnológicas en sus encuestas de Innovación y ACT. En tanto, Argentina también ha iniciado trabajos para realizar estudios específicos de las nanotecnologías.¹⁶

3.2 Conceptos y definiciones

La delimitación de la biotecnología para la implementación de las encuestas en la mayoría de los países se realizó en base a la definición general propuesta por la OCDE. No obstante, en ciertos casos se presentaron modificaciones respecto a las técnicas biotecnológicas que complementan

Tabla 7. Conceptos y definiciones clave utilizadas en los formularios de las encuestas

Conceptos	Biotecnología	Técnicas biotecnológicas	Áreas de Aplicación	
País	Basada en la definición amplia de biotecnología de la OCDE	Basadas en el listado de técnicas biotecnológicas de la OCDE	Basada en las áreas de aplicación de la OCDE	Observaciones
ARGENTINA	Si	Si	Si	Se incluyeron nuevas técnicas al listado OCDE
BRASIL	Si	No	-	Se adaptaron las técnicas a partir de análisis de expertos locales
COLOMBIA	No	No	-	
ESPAÑA	Si	Si	Si	-
MEXICO	Si	Si	Si	-
PORTUGAL	Si	Si	Si	
PUERTO RICO	Si	Si	Si	-

Fuente: elaboración propia

16. También, en el marco de la OCDE, se ha avanzado, de forma más incipiente, en recomendaciones para la elaboración de estadísticas nanotecnológicas. Ver: <http://www.oecd.org/sti/nano>.

la definición general de Biotecnología o se modificó la forma de relevamiento de las mismas. Por ejemplo, Brasil adaptó la definición con la participación de expertos locales, siendo sustanciales las diferencias en la delimitación de las actividades biotecnológicas en relación a los enunciados de las técnicas OCDE.¹⁷ En tanto en la encuesta sectorial realizada en Argentina, se incluyeron otras técnicas al listado considerando la estructura productiva y el perfil de las empresas a relevar.

Solo en Colombia se utilizó una definición distinta a la de la OCDE aunque en la documentación analizada no se menciona si la misma ha sido tomada como referencia.

Imagen 1. Pregunta sobre uso de biotecnológicas / ESPAÑA – Encuesta sobre Innovación en las Empresas 2012 - Módulo de uso de Biotecnología

A. Uso actual de biotecnologías

La Biotecnología es la aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, así como a sus partes, productos y modelos, para alterar el material vivo o inerte, con el fin de producir conocimientos, bienes y/o servicios

A.1 ¿Utiliza su unidad en la actualidad alguna de las biotecnologías indicadas a continuación?

	SI	NO
1. El código genético. Tecnologías referentes al ADN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Tecnologías referentes a proteínas, aminoácidos, enzimas y otras moléculas como hormonas y factores de crecimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Cultivos e Ingeniería celular y de tejidos, estimulantes de la respuesta inmune o vacunas, manipulación de embriones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Bioprocesos: empleo de microorganismos, bacterias, virus, hongos, mohos, levaduras, procesos microbianos (biorremediación, biorreactores, fermentación, bioprosesamiento, biopulpaje, biodesulfurización, bioblanqueamiento)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Organismos subcelulares (uso de ácidos nucleicos en tejidos, empleo de virus para transportar genes de interés terapéutico)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Bioinformática (construcción de productos de software, bases de datos para la gestión, análisis e integración de datos de genómica y proteómica, secuencias de modelización de procesos y sistemas biológicos)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Nanobiotecnología (instrumentos/materiales obtenidos por combinación de la ingeniería a nanoescala con la biología, para el estudio de biosistemas y aplicaciones en la administración de fármacos, diagnósticos...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Otros (especificar): _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Imagen 2. Pregunta sobre actividades biotecnológicas / Pesquisa de Inovação - BRASIL

Item 193 - Indique se em 2011 a sua empresa realizou alguma atividade que empregou ou continha células vivas (leveduras, bactérias, cultura de tecidos) ou alguma de suas partes ativas (proteínas, enzimas, moléculas biológicas). Ex: insulinas e hormônios humanos; vacinas recombinantes e kits diagnósticos para doenças de seres humanos e animais; alimentos com mais nutrientes e vitaminas; bactérias produtoras de plástico biodegradável para embalagens; biocombustíveis; tratamento biológico em efluentes industriais, etc.

Itens 193.1 a 193.4 - Em caso afirmativo no item 193, assinale abaixo a(s) categoria(s) que melhor expressa(m) o modo de uso de biotecnologia na sua empresa (admite múltiplas respostas).

193.1 - () Como usuário final (simples compra ou aquisição de produto acabado que emprega biotecnologia)?

193.2 - () Como usuário integrador de insumo(s) ou processo(s) biotecnológicos?

193.3 - () Como produtor de insumo(s), produto(s) ou processo(s) biotecnológicos?

193.4 - () Na Pesquisa e Desenvolvimento de produto(s), insumo(s) ou processo(s) biotecnológicos? Neste caso, técnicas de biotecnologia são estudadas (pesquisa básica ou aplicada) e/ou desenvolvidas (desenvolvimento experimental).

En el resto de los países, las técnicas biotecnológicas y las áreas de aplicación son similares pero con ciertas variaciones lo que supone adaptaciones menores en los enunciados y/o enumeración de las mismas (ver **Tabla 7**).

A modo de ejemplo, a continuación se exponen diferentes formas de identificar mediante las encuestas, la realización de actividades biotecnológicas en empresas y/o instituciones. La primera imagen corresponde a un extracto de la encuesta de innovación de España en la que se utiliza el listado de técnicas, mientras que en la segunda se muestra cómo en el caso de Brasil se hace uso de una definición distinta en relación a la propuesta de definición amplia de la OCDE.

3.3 Indicadores

En términos generales, las encuestas analizadas proveen, o podrían hacerlo,¹⁸ los principales indicadores acerca del desarrollo y aplicación de la Biotecnología tanto en el ámbito público y empresarial, salvo los casos particulares de Argentina y Brasil que lo hacen de forma parcial (para sector empresarial).

La determinación de las cantidades de empresas e instituciones varía en función de las poblaciones seleccionadas en cada encuesta aunque en todas pueden identificarse, al menos, aquellas empresas o instituciones que hacen actividades en Biotecnología.¹⁹ Es decir, en los casos de España, Argentina, México y Brasil, pueden identificarse a las empresas que hacen I+D y también a las que utilizaron o aplicaron técnicas biotecnológicas en procesos productivos o en la elaboración de bienes y servicios. En cambio, Portugal y Puerto Rico centran sus encuestas en las empresas biotecnológicas que hacen I+D exclusivamente. Por el contrario, Colombia identifica empresas que hicieron alguna actividad científica y tecnológica en biotecnología, sin precisar la realización de I+D.

En lo que refiere a las encuestas de instituciones públicas o sin fines de lucro todos los estudios se centran en aquellas que hacen efectivamente actividades en I+D.

17. En la encuesta PINTEC 2011 se consulta sobre las actividades biotecnológicas de la siguiente forma: "Indique se em 2011 a sua empresa realizou alguma atividade que empregou ou continha células vivas (leveduras, bactérias, cultura de tecidos) ou alguma de suas partes ativas (proteínas, enzimas, moléculas biológicas). Ex: insulinas e hormônios humanos; vacinas recombinantes e kits diagnósticos para doenças de seres humanos e animais; alimentos com mais nutrientes e vitaminas; bactérias produtoras de plástico biodegradável para embalagens; biocombustíveis; tratamento biológico em efluentes industriais, etc".

18. Muchas de las encuestas son recientes por lo que en ciertos casos aún no han sido publicados sus resultados.

19. En Argentina no se han elaborado indicadores para el sector público.

En tanto, considerando que Brasil solo elabora indicadores en base a la cuantificación de los distintos tipos de empresas y que Argentina solo generó indicadores para el sector empresarial, el resto de las encuestas permiten calcular los principales indicadores de insumos como son la determinación del Gasto en I+D en

En términos generales, se puede observar que existe información e indicadores que pueden dar cuenta de la situación actual de la Biotecnología en Iberoamérica, aunque es necesario seguir profundizando el análisis para determinar la comparabilidad.

Tabla 8. Indicadores principales

País	Cantidad de empresas e instituciones con actividades de I+D	Gasto en I+D en biotecnología	Personal en I+D en biotecnología	Tipo de técnicas aplicadas y/o investigadas/ desarrolladas	Áreas de aplicación
ARGENTINA	Solo sector empresas	Solo sector empresas	Solo sector empresas	Solo sector empresas	Solo sector empresas
BRASIL	Solo sector empresas	No	No	No	No
COLOMBIA	Solo empresas (ACTI)	Solo ACTI	No	No	No
ESPAÑA	Si	Si	Si	Si	Si
MEXICO	Si**	Si	Si	Si	Si
PORTUGAL	Si*	Si*	Si*	Si*	Si*
PUERTO RICO	Si*	Si*	Si*	Si*	Si*

92

Biotecnología (general y por sector) y el personal dedicado a la I+D en Biotecnología (general y por sector).

También los indicadores referentes a los tipos de biotecnología aplicada o investigada (según corresponda) y las áreas de aplicación de los productos finales, conforman parte de las posibles estadísticas resultantes de las encuestas de la región.

Asimismo, cabe destacar que solo España genera otros tipos de indicadores ya que, a diferencia del resto de los módulos de las otras encuestas que son más acotados, indaga cuestiones como el financiamiento de la I+D en Biotecnología y los obstáculos que se presentan, entre otros.

4. REFLEXIONES FINALES

El avance científico y tecnológico de las últimas décadas en el campo de la Biotecnología fue acompañado por el desarrollo de la producción de información requerida para la toma de decisiones en el ámbito de las políticas de CyT. Las recomendaciones para la elaboración de estadísticas biotecnológicas de la OCDE (2005) permitieron avanzar en la medición de las actividades biotecnológicas y su comparabilidad internacional al unificar criterios y metodología, aunque aún persisten diferencias importantes entre los estudios que están llevando a cabo distintos países.

En Iberoamérica los comienzos de la medición de la Biotecnología fueron tempranos considerando que, al

momento de la publicación de las recomendaciones de la OCDE, algunos países ya contaban con experiencias iniciales y era un tema que formaba parte de la mesa de expertos de indicadores de la RICYT. Sumada a la destacada trayectoria de España en la generación de indicadores de Biotecnología, Brasil, Portugal y Colombia constituyeron una primera ola de países que incorporaron la temática en sus encuestas de ACT y de innovación, aunque solo con el objetivo de identificar las instituciones o empresas que estuvieran desarrollando actividades biotecnológicas.

La segunda ola de mediciones de la Biotecnología es reciente y cuenta con una base común vinculada a las recomendaciones de la OCDE. En México y Puerto Rico se incorporaron nuevas secciones en sus encuestas, mientras que en Argentina se ensayó una encuesta dedicada a empresas y grupos de investigación con actividades biotecnológicas.

En este marco puede plantearse ciertos aspectos generales del estado actual de la medición de la Biotecnología en Iberoamérica:

* Como uno de los aspectos críticos para la producción de indicadores, la delimitación del campo de la biotecnología se encuentra en cierto consenso a partir de la definición de la OCDE, aunque no hubo discusión plena para la adecuación o validación regional, en caso que fuera conveniente.

* Lo anterior repercute directamente sobre el tipo de indicadores que se están produciendo en los países de la región y su comparabilidad. Aún con la necesidad de seguir profundizando el análisis de este tema, se puede observar la posibilidad de realizar comparaciones, en el corto plazo, de indicadores generales de Biotecnología en función al uso de marcos metodológicos similares en la mayoría de los países.

* Las metodologías de recopilación de datos sobre Biotecnología se están afianzando al ser incorporadas en las encuestas de ACT y de innovación en la mayoría de los países analizados. Permite pensar en la continuidad de la producción de datos en el corto y mediano plazo, paralelo a la evolución de las políticas en el campo.

* Continúa siendo importante para la región la generación de indicadores que no requieran la ejecución de encuestas, principalmente los indicadores de producción científica y tecnológica de Biotecnología, ya que su publicación periódica permitiría contar con información comparable actualizada para todo los países.

5. REFERENCIAS

- BARRERE, R. et al. (2009): "La biotecnología en Iberoamérica. Situación actual y tendencias, Organización de Estados Iberoamericanos-Agencia Española de Cooperación Internacional. Disponible en: www.oei.es/salactsi/ibero_bio_final.pdf.
- BIOTECSUR (2005): "Manual de Indicadores de Biotecnología", Centro Redes.
- OCDE (2005): "A Framework for Biotechnology Statistics", OCDE, Paris. Disponible en: www.OCDE.org/dataOCDE/5/48/34935605.pdf.
- OCDE (2009): "OCDE Patent Statistics Manual", OCDE Publishing, Paris. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264056442>- en sitios web.
- MINCYT, Sistema de Información Integrado, www.indicadorescti.mincyt.gov.ar.
- OCDE, Key Biotechnology Indicators, www.OCDE.org/sti/biotechnology/indicators.
- OCDE, STINANO, www.OCDE.org/sti/nano/.
- OEI, www.oei.es.
- RICYT, <http://www.ricyt.org/>.