

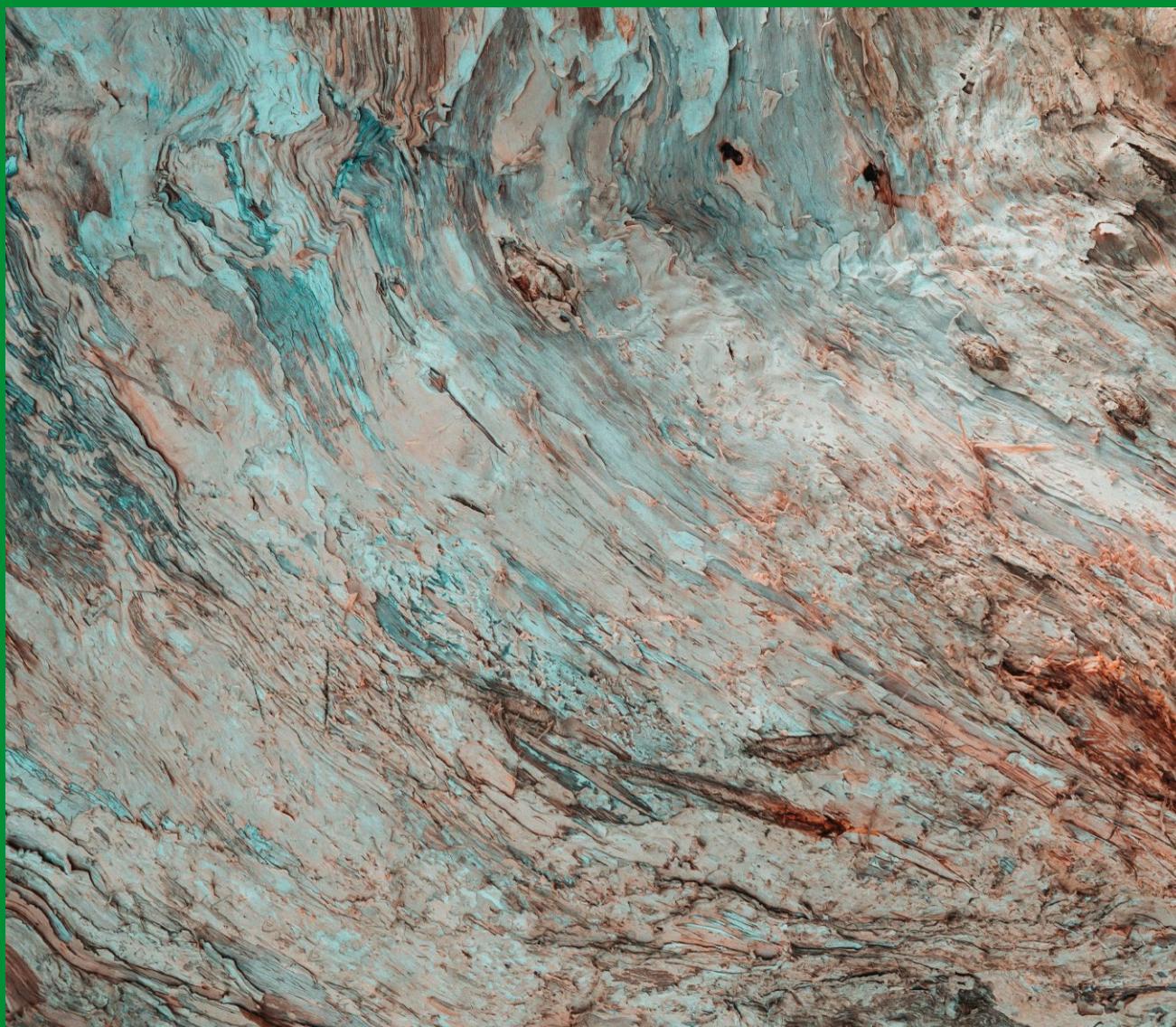
EL ESTADO DE LA CIENCIA

Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología
2024



RED IBEROAMERICANA DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Dossier: Bioeconomía



EL ESTADO DE LA CIENCIA



Principales Indicadores
de Ciencia y Tecnología
2024

EL ESTADO DE LA CIENCIA

Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología 2024

El presente volumen ha sido editado en conjunto por la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), a través de su Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS), y la UNESCO, a través de su Oficina Regional de Ciencias para América Latina y el Caribe.

Los contenidos fueron elaborados por el equipo técnico responsable de las actividades de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), coordinada desde el OCTS, con el apoyo de colaboradores especializados en las diferentes temáticas que se presentan.

OEI

Mariano Jabonero
Secretario General

Ana Capilla
Directora de Educación Superior y Ciencia

Luis Scasso
Director de la Oficina en Argentina

Rodolfo Barrere
Coordinador OCTS y RICYT

Equipo Técnico del OCTS

Laura Trama
Secretaria Técnica de RICYT

Manuel Crespo
Difusión de conocimiento

Laura Osorio
Indicadores de educación superior

UNESCO

Audrey Azulay
Directora General

Lidia Brito
Directora General Adjunta de Ciencia

Ernesto Fernández Polcuch
Director, Oficina Regional en Montevideo

Guillermo Anlló
Especialista Regional del Programa UNESCO

Si desea obtener información adicional comuníquese a:
Tel.: (+ 54 11) 4813 0033 (internos: 221 / 222 / 224)
Correo electrónico: ricyt@ricyt.org
Sitio web: <http://www.ricyt.org>

Las actualizaciones de la información contenida en este volumen pueden ser consultadas en www.ricyt.org. Quedan autorizadas las citas y la reproducción del contenido, con el expreso requerimiento de la mención de la fuente.

Diseño y diagramación: Julián Fernández Mouján
Obra de tapa y contratapa: Khai Truong en Unsplash

ORGANISMOS Y PERSONAS DE ENLACE

PAÍS	CONTACTO	E-MAIL	ORGANISMO	SIGLA
ARGENTINA	Gustavo Arber	ArberG@jefatura.gob.ar	Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología	SICT
BOLIVIA	Mauricio Céspedes	mauricio.cspedes@planificacion.gob.bo	Viceministerio de Ciencia y Tecnología	VCYT
BRASIL	Carlos Roberto Colares Gonsalves	carlos.gonsalves@mcti.gov.br	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação	MCTI
CANADÁ	Greg Maloney	gregory.maloney@statcan.gc.ca	Statistics Canada	STATCAN
CHILE	Jorge Andrés Urrutia Sepúlveda	jurrutia@minciencia.gob.cl	Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación	MINCIENCIA
COLOMBIA	Efrén Romero Riaño	eromero@ocyt.org.co	Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología	OCYT
COSTA RICA	Antonette Williams Barnett	antonette.williams@micit.go.cr	Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones	MICITT
CUBA	Héctor Arias Martín	hector@citma.gob.cu	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente	CITMA
EL SALVADOR	Luis Ernesto Fajardo Torres	lfajardo@conacyt.gob.sv	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONACYT
ESPAÑA	Belén González Olmos	bgolmos@ine.es	Instituto Nacional de Estadística	INE
ESTADOS UNIDOS	Gary Anderson	ganderso@nsf.gov	The National Center for Science and Engineering	NCSES
GUATEMALA	Roberto Soch	rsoch@senacyt.gob.gt	Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología	SENACYT
HONDURAS	Rubén Hernández	ruben.hernandez@senacit.gob.hn	Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación	SENACIT
MÉXICO	Viridiana Gabriela Yañez Rivas	vgyanezri@conacyt.mx	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONACYT
PANAMÁ	Doris Quiel	dquiell@senacyt.gob.pa	Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación	SENACYT
PARAGUAY	Nathalie Elizabeth Alderete Troche	nalderete@conacyt.gov.py	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONACYT
PERÚ	Fernando Jaime Ortega San Martín	fortega@concytec.gob.pe	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONCYTEC
PORTUGAL	Filomena Oliveira	filomena.oliveira@dgeec.mec.pt	Direção Geral das Estatísticas da Educação e Ciência	DGEEC
REPÚBLICA DOMINICANA	Rigoberto E. Reyes Hernandez	rreyes@mescyt.gob.do	Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología	MESCYT
TRINIDAD Y TOBAGO	Sharon Parmanan	sparmanan@niherst.gov.tt	National Institute of Higher Education, Research, Science and Technology	NIHERST
URUGUAY	Ximena Usher	xusher@anii.org.uy	Agencia Nacional de Investigación e Innovación	ANII
VENEZUELA	Dulce Rodríguez	dulcemaria2212@gmail.com	Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación	ONCTI

ÍNDICE



EL ESTADO DE LA CIENCIA



- 7** **PRESENTACIÓN**
- 9** **SECCIÓN 1. EL ESTADO DE LA CIENCIA**
- 11** **1.1. EL ESTADO DE LA CIENCIA EN IMÁGENES**
- 25** **SECCIÓN 2. DOSSIER: BIOECONOMÍA**
- 27** **2.1. LA BIOECONOMÍA,
¿UNA OPORTUNIDAD PARA AMÉRICA LATINA?**
- 39** **2.2. LA BIOECONOMÍA EN LA INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA IBEROAMERICANA**
- 51** **2.3. CÓMO CULTIVAR LA BIOECONOMÍA
A TRAVÉS DE LA INNOVACIÓN AGRÍCOLA
EN LA REGIÓN DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**
- 65** **2.4. POLÍTICAS, PLANES Y ESTRATEGIAS
DE BIOECONOMÍA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**
- 73** **2.5. CASOS PARADIGMÁTICOS DE LA BIOECONOMÍA
EN LA REGIÓN**
- 87** **SECCIÓN 3. INDICADORES COMPARATIVOS**
- 141** **ANEXO. DEFINICIONES Y METODOLOGÍAS**

Año tras año, *El Estado de la Ciencia* genera un espacio que combina la información estadística producida por la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y la mirada de especialistas sobre temas actuales en los que la ciencia y la tecnología tienen un papel preeminente. Esta edición es el fruto del esfuerzo colaborativo de los organismos de ciencia y tecnología de los países participantes de la red, que proveen la información estadística incluida en el volumen, así como de una extensa comunidad de expertos y organismos internacionales. *El Estado de la Ciencia* es editado en conjunto por la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), a través de su Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS), y por la Oficina Regional de Ciencias para América Latina y el Caribe de la UNESCO, con sede en Montevideo.

El índice de esta edición incluye la ya tradicional mirada anual de RICYT a sus principales indicadores de ciencia y tecnología. “El Estado de la Ciencia en imágenes” entrega una representación gráfica de estos indicadores para sintetizar las tendencias de la ciencia y la tecnología en la región y su incidencia en el contexto global. Los indicadores comparativos incluyen una visión del contexto económico, de la inversión en I+D, de los recursos humanos disponibles para la investigación y la producción científica de los países de la región.

Este año, además, presentamos un dossier sobre bioeconomía, con el propósito de explorar un ámbito crucial para el desarrollo de los países iberoamericanos, pensando en

el aporte que los sistemas de ciencia y tecnología de la región pueden hacer, los desafíos que enfrentan y las capacidades con que cuentan. El dossier comienza con “La bioeconomía, ¿una oportunidad para América Latina?”, texto de Guillermo Anlló y Roberto Bisang que parte de una pregunta con ramificaciones -¿la bioeconomía es un concepto teórico limitado a los claustros de las ciencias económicas, una nueva agenda política o un paradigma tecnológico en ciernes?- para pensar el diseño y la instrumentación de políticas públicas en la materia.

Firmado por Rodolfo Barrere, Laura Trama y Juan Sokil, “La bioeconomía en la investigación científica iberoamericana” introduce la definición más consensuada de la bioeconomía -modelo económico basado en el uso sostenible de recursos biológicos renovables para la producción de bienes, servicios y formas “limpias” de energía- antes de revisar la producción científica en Iberoamérica alrededor de estos temas, tanto en el campo de la bioeconomía propiamente dicha como en el de la biotecnología. Los autores concluyen que el desarrollo de políticas de promoción de la colaboración, la inversión y la especialización en áreas de alto impacto es esencial para el crecimiento del sector en una región sumamente rica en términos de clima, suelo y biodiversidad.

En “Cómo cultivar la bioeconomía a través de la innovación agrícola en la región de América Latina y el Caribe”, artículo coescrito por Intan Hamdan-Livramento, Gregory D. Graff, Alica Daly y Federico Moscatelli, se grafica el modo en que puede cultivarse la innovación agrícola a partir de

capacidades de innovación ya existentes o todavía por aplicar, lo que terminaría derivando en una promoción sólida y homogénea de la bioeconomía. El trabajo incluye, a modo de ejemplo, el caso de un centro de innovación agrícola en San Pablo, Brasil, que muestra cómo la política puede fomentar las capacidades presentes y construir otras nuevas, creando nuevas oportunidades para el crecimiento económico.

“Políticas, planes y estrategias de bioeconomía en América Latina y el Caribe”, artículo de Hugo Chavarría, Juan Fernando Martínez y Silvina Papagno, pormenoriza los programas y las iniciativas que varios países de la región han lanzado para fomentar la bioeconomía y sus principales senderos productivo-tecnológicos: biocombustibles, biotecnología, bioinsumos y valorización de la biodiversidad, entre otros. Los países analizados por los autores son Costa Rica, Colombia, Ecuador, Brasil, Uruguay, Argentina y México. A esta lista se agrega la representación que la bioeconomía tiene en la agenda internacional.

El dossier se cierra con cinco casos testigos de las oportunidades y los desafíos de la bioeconomía en Iberoamérica: Amazonia Siempre, Gridx, Colombia BIO, la Asociación Argentina de Semilleros y las últimas novedades acerca del sector de los biocombustibles sostenibles. Si definimos a la bioeconomía como el terreno en el que los recursos biológicos, el desarrollo económico, la sostenibilidad y las capacidades científicas se conectan, nos encontramos ante un espacio transversal con múltiples actores e impactos. Visitar casos concretos resulta útil para comprender en profundidad sus distintas aristas, desde el impacto territorial y económico hasta el desarrollo empresarial y las políticas públicas asociadas. Los autores de estos textos son Tatiana Schor, Verónica Galmes, Inaiê Santos, Adam Mehl, Johanna Hansmann, María Fabiana Malacarne, María Renner, Federico Marque, Matías Peire, Agustín Torroba y Juan Fernando Martínez.

El Estado de la Ciencia 2024 incluye una serie de indicadores seleccionados de la base de datos de RICYT. El conjunto total de datos, que abarca 135 series estadísticas, puede ser visitado en www.ricyt.org. A ellos también se suman indicadores de educación superior provenientes del relevamiento de datos de la Red Iberoamericana de Indicadores de Educación Superior (INDICES), que resultan un complemento muy importante para los indicadores de ciencia y tecnología en una región donde las universidades son actores protagónicos en la producción de conocimiento. En el sitio web, junto con los indicadores actualizados, se ponen a disposición documentos metodológicos y diferentes contenidos surgidos de las actividades de RICYT, cuya lectura recomendamos a toda persona interesada en conocer el estado del arte de la ciencia y la tecnología en nuestros países.

1. EL ESTADO DE LA CIENCIA



1.1. EL ESTADO DE LA CIENCIA EN IMÁGENES

El presente informe contiene un resumen gráfico de las tendencias en los indicadores de ciencia y tecnología de América Latina y el Caribe (ALC) e Iberoamérica. La información para su elaboración fue tomada de la base de datos de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), cuyos indicadores principales se encuentran en la última sección de este volumen y en el sitio www.ricyt.org. Los datos provienen de la información brindada por los organismos nacionales de ciencia y tecnología de cada país en el relevamiento anual sobre actividades científicas y tecnológicas que realiza la red.

Es importante hacer algunas aclaraciones respecto a su construcción. Los totales de América Latina y el Caribe e Iberoamérica son estimaciones realizadas por el equipo técnico de la RICYT. En el caso de las estimaciones para los indicadores de otras regiones se utilizan las bases de datos del Instituto de Estadísticas de la Unesco (UIS) (<http://www.uis.unesco.org>) y de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (<http://www.oecd.org>).

En los gráficos incluidos en este informe se toma como período de referencia los diez años comprendidos entre el 2013 y el 2022, siendo éste el último año para el cual se dispone de información en la mayoría de los países.

Los valores relativos a inversión en I+D y PBI se encuentran expresados en paridad de poder de compra (PPC), con el objetivo de evitar las distorsiones generadas por las diferencias del tipo de cambio en relación con el dólar. Se han tomado los índices de conversión publicados por el Banco Mundial.

Para la medición de los resultados de la I+D, se presentan datos de publicaciones científicas y de patentes principalmente elaborados desde la coordinación de la red. Los indicadores bibliométricos provienen de diferentes bases de datos internacionales y regionales. En el caso de las patentes, se presenta información obtenida de las oficinas de propiedad intelectual de cada uno de los países iberoamericanos y también información provista por la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI).

Por último, en el anexo de este volumen, se encuentran las definiciones de cada uno de los indicadores que se utilizan tanto en este resumen gráfico como en las tablas que se presentan en la última sección del libro.

PRINCIPALES EVIDENCIAS

El contexto económico

El PBI de América Latina y el Caribe (ALC) muestra un crecimiento del 46% entre 2013 y 2022, llegando en el último año a superar los 13.000 millones de dólares PPC. Iberoamérica, por su parte, muestra un crecimiento de similar magnitud en el mismo período, alcanzando un poco más de 16.000 millones de dólares PPC.

En 2022 se acelera el ritmo de crecimiento del PBI en todos los bloques geográficos. Los países asiáticos fueron los de mayor crecimiento en el decenio aquí analizado, mientras que ALC muestra una evolución más moderada.

La inversión en I+D

Tal como sucede con las economías de los países que conforman ambos bloques, la inversión en I+D en ALC e Iberoamérica también tuvo una evolución positiva. A largo plazo, los países latinoamericanos invirtieron un 27% más que al comienzo del período aquí analizado, mientras que los recursos destinados a I+D -considerando también a los países de la península ibérica- tuvieron un crecimiento del 42%, impulsado principalmente por España.

Es importante no perder de vista que la inversión de ALC representa tan solo el 2,5% del total mundial. Esta región se caracteriza, además, por un fenómeno de concentración en el cual Brasil, México y Argentina representan el 83% de su inversión total.

En términos relativos al PBI, el conjunto de países iberoamericanos realizó una inversión que representó el 0,73% del producto bruto regional en 2021, mientras que ese mismo indicador para ALC alcanzó el 0,56%.

Portugal y España son los países iberoamericanos que más esfuerzo relativo realizan en I+D, invirtiendo el 1,7% y 1,44% de su PBI respectivamente en estas actividades. Brasil es el único país latinoamericano cuya inversión representa más del 1% de su PBI, mientras que Uruguay logra superar el promedio regional de ALC (0,63%).

Comparativamente, la inversión de los países de ALC e Iberoamérica continúa siendo inferior a la inversión realizada por los países industrializados. Por ejemplo, Israel es el país con el mayor nivel de inversión al destinar 6% de su PBI a actividades de I+D. Le siguen Corea con una inversión cercana al 5%, y luego Estados Unidos, Japón, Alemania, Finlandia y Dinamarca, ubicados en torno al 3% de su PBI.

Recursos humanos dedicados a I+D

La cantidad de investigadores en equivalencia a jornada completa (EJC) en Iberoamérica ha experimentado un crecimiento del 45% entre 2013 y 2022, pasando de 442.835 a 642.383. Si tenemos en cuenta la distribución de los recursos humanos de acuerdo con el sector donde desempeñan sus tareas, vemos que el sector de educación superior es el más significativo, ya que en 2022 el 46% de los investigadores realizó sus actividades en el ámbito universitario. El 33% de los investigadores de la región se desempeñó en empresas (tanto públicas como privadas) y el 19% lo hizo en instituciones de I+D pertenecientes al ámbito público.

Estudiantes y graduados de educación superior

El total de estudiantes en la educación superior de Iberoamérica pasó de 26 millones en 2013 a 34 millones en 2022, lo cual implicó un crecimiento del 30% de punta a punta. El número total de graduados en Iberoamérica ha tenido también un crecimiento significativo, pasando de casi 3,6 millones en 2013 a superar los 4,9 millones en 2022. Respecto a la distribución por nivel CINE, de manera similar al número de estudiantes por nivel, los graduados del nivel 6 (licenciatura) son mayoritarios, representando el 70% de los graduados, seguido por el nivel 5 (terciarios no universitarios) y el nivel 7 (maestrías), con 15% y 14% respectivamente. Por último, los graduados del nivel 8 (doctorado) representaron el 1% del total.

Publicaciones

Entre 2013 y 2022, la cantidad de artículos publicados en revistas científicas registradas en Scopus creció un 40%. La cantidad de artículos firmados por autores de ALC creció a un ritmo mayor que el del total de la base, alcanzando un volumen 64% mayor en 2022 respecto a 2013.

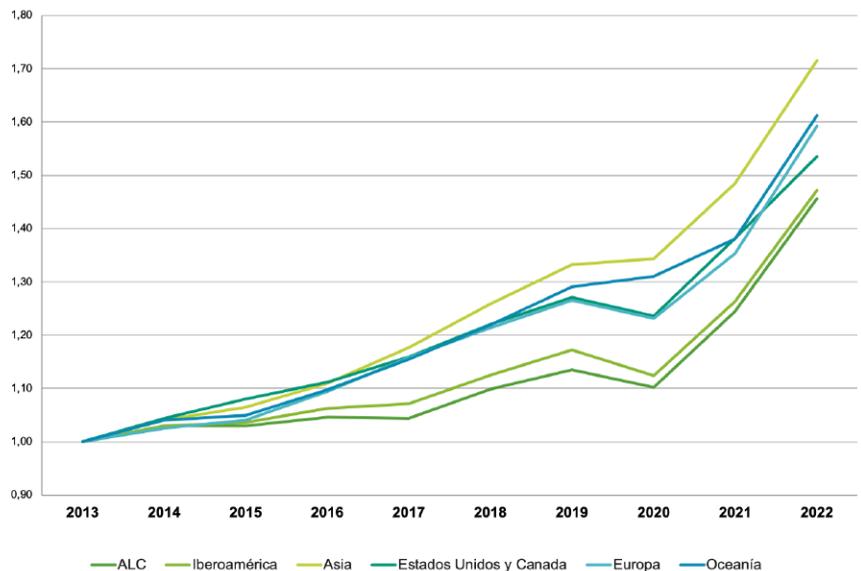
Patentes

Con grandes altibajos, el número de patentes internacionales solicitadas mediante el Tratado de Cooperación en Patentes (PCT, por sus siglas en inglés) muestra una fuerte caída en 2021 que comienza a recuperarse al año siguiente para Iberoamérica y ALC. En 2022 las solicitudes para ALC fueron 1395, mientras que para el conjunto de países iberoamericanos fueron 3024.

1. EL CONTEXTO ECONÓMICO

1.1. Evolución porcentual del PBI en bloques geográficos seleccionados

Entre 2013 y 2022, el PBI de todos los bloques geográficos tuvo una evolución positiva que se acelera al final del período, tras el impacto económico que significó la pandemia en 2020. Los países asiáticos fueron los que más crecieron, mientras que América Latina y el Caribe (ALC) muestra una evolución más moderada.

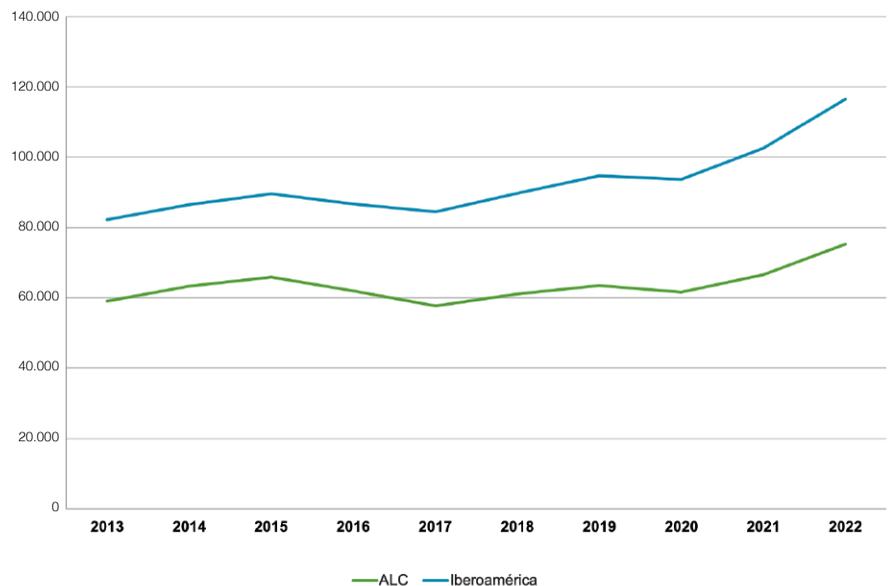


14

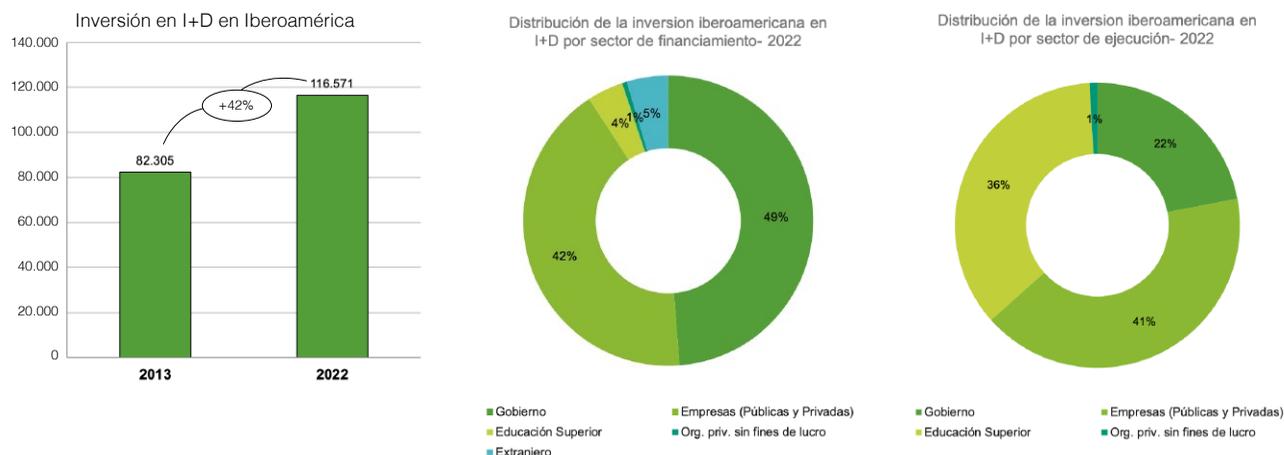
2. RECURSOS ECONÓMICOS DEDICADOS A I+D

2.1. Evolución de la inversión en I+D de ALC e Iberoamérica (millones de dólares PPC)

Tal como sucede con las economías de los países que conforman ambos bloques, la inversión en I+D en ALC e Iberoamérica también tuvo una evolución positiva. A largo plazo, los países latinoamericanos invirtieron un 27% más que al comienzo del período aquí analizado, mientras que los recursos destinados a I+D -considerando también a los países de la península ibérica- tuvieron un crecimiento del 42%, impulsado principalmente por España.



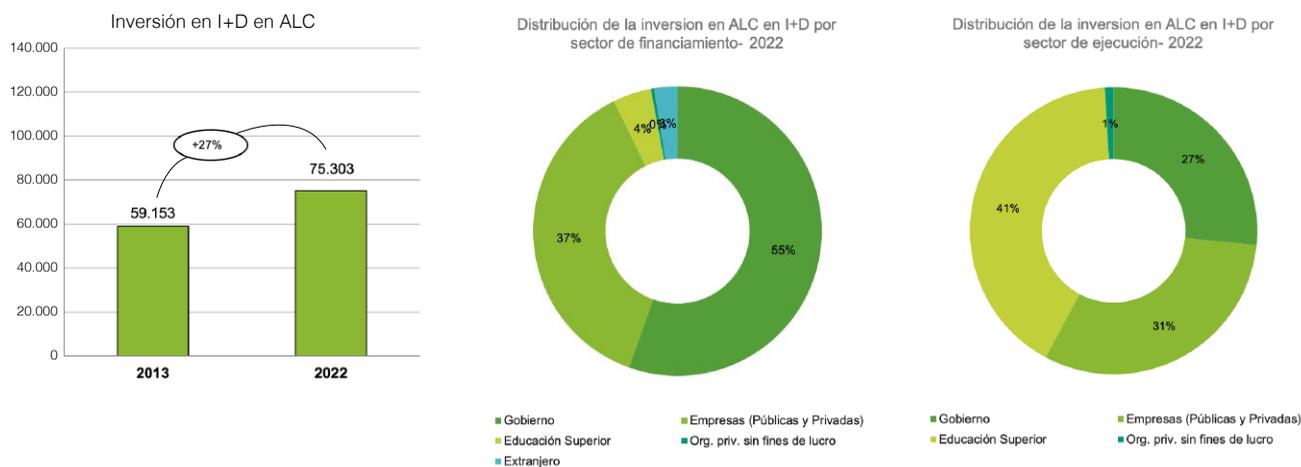
2.2. Distribución sectorial de la inversión en I+D en Iberoamérica



La inversión en I+D iberoamericana pasó de representar 82.000 millones de dólares PPC en 2013 a casi 117.000 millones en 2022. El 49% de ese monto fue financiado por el gobierno y el 42% por las empresas, mientras que el financiamiento del sector de educación superior representó el 5% del total de la inversión, el sector extranjero el 4% y los organismos privados sin fines de lucro el 1%.

Al analizar cómo se da la ejecución de los fondos destinados a las actividades de I+D por sector, vemos que la distribución es distinta. El gobierno ejecuta el 22% de la inversión, mientras que las instituciones de educación superior y las empresas ejecutaron el 36% y el 41% cada una.

2.3. Distribución sectorial de la inversión en I+D en ALC



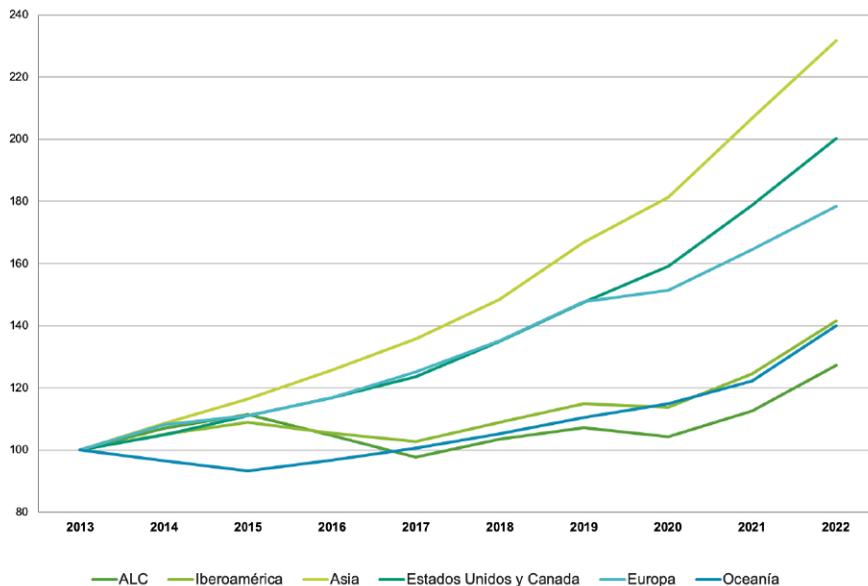
En el conjunto de países de ALC, la inversión en I+D pasó de 59.000 millones en 2013 a más de 75.000 millones en 2021. El peso del sector gobierno en el financiamiento de la I+D es mayor al de Iberoamérica, representando el 55% del total invertido. En contrapartida, la participación de las empresas es menor, siendo responsables del 37% del financiamiento de la I+D. Se trata de una característica distintiva de los países de la

región con respecto a países más desarrollados, en los que la inversión del sector empresas supera a la del gobierno.

En cuanto al sector de desarrollo de las actividades de I+D, las instituciones de educación superior son las de mayor relevancia al representar el 41% de la ejecución de los recursos, el sector gobierno el 27% y las empresas el 31%.

2.4. Evolución porcentual de la inversión en I+D en bloques geográficos seleccionados (dólares PPC)

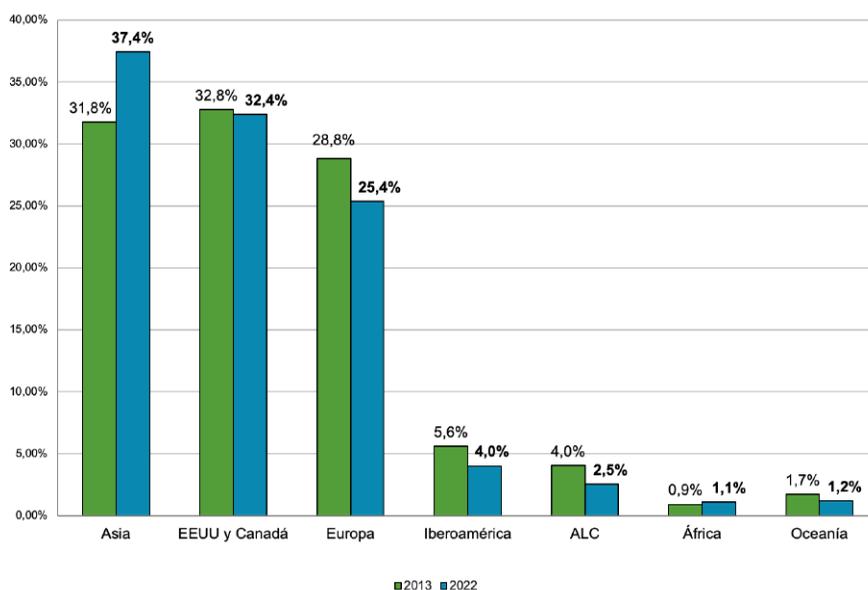
Si comparamos la evolución porcentual de la inversión en I+D en ALC con el contexto internacional, vemos que, a partir del 2015, ALC desacelera su ritmo de crecimiento y muestra una evolución más fluctuante en los años siguientes. Por el contrario, los bloques conformados por los países asiáticos y el de los Estados Unidos y Canadá tuvieron un desarrollo sostenido a lo largo del decenio, incluso con un menor impacto de la caída en inversión en I+D que produjo el freno de las actividades económicas a raíz de la pandemia en 2020.



16

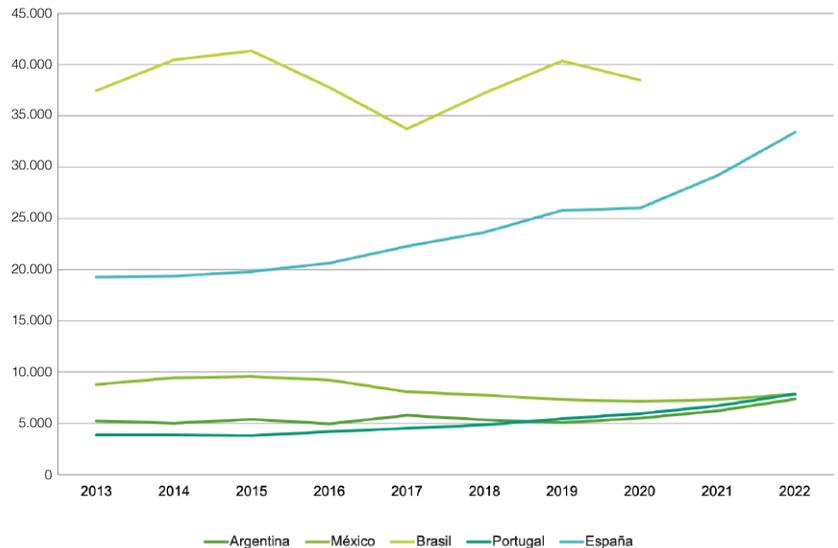
2.5. Distribución de la inversión mundial en I+D por bloques geográficos (2013 y 2022)

La inversión en I+D en el conjunto de países de ALC representó en 2022 el 2,5% del monto total invertido en el mundo, mientras que Iberoamérica representó el 4%. En ambos casos, su peso relativo en el total de recursos destinados a I+D se redujo respecto a los niveles de 2013. Asia constituye el bloque que realiza la mayor inversión en I+D, representando el 37,4% de lo invertido a nivel mundial, y logró posicionarse como el bloque con la mayor participación mundial. Le siguen el bloque conformado por Estados Unidos y Canadá, que en 2022 representó el 32,4%, y los países de la Unión Europea, que representaron el 25,4%.



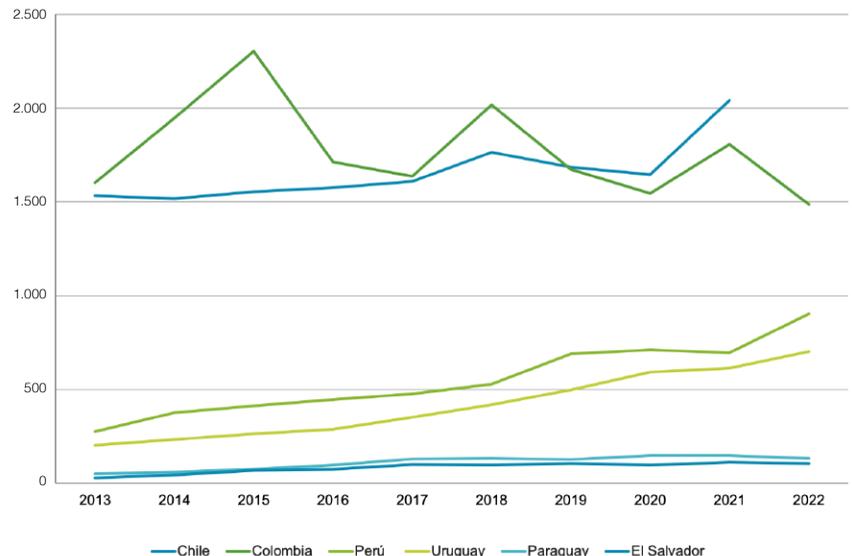
2.6. Inversión en I+D en países seleccionados (millones de dólares PPC)

Los países de mayor inversión en I+D de Iberoamérica muestran una evolución muy diferente en los últimos diez años. Brasil muestra una evolución fluctuante con caídas a partir de 2015 y 2020. España muestra cierta estabilidad en su nivel de inversión hasta 2016 y luego dio comienzo a un período de notable crecimiento que se acelera en los últimos dos años, llegando a superar los 33.400 millones de dólares PPC en 2022. México, por su parte, muestra una tendencia negativa a partir de 2016 que logra revertir en el último año. Argentina experimentó una evolución fluctuante hasta 2017, año en el que se contrajo hasta 2020 para luego experimentar un crecimiento sostenido hasta 2022. Por último, Portugal muestra una evolución relativamente estable hasta 2016, a partir del cual comienza a incrementar su volumen de inversión, llegando a duplicar los valores al inicio del período.



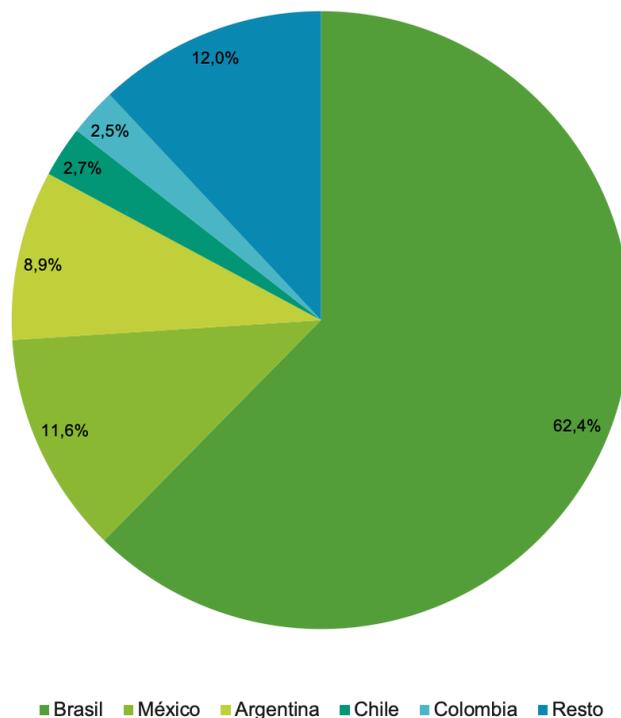
2.7. Inversión en I+D en países seleccionados (millones de dólares PPC)

En los países de ALC, con un volumen de inversión menor, también se aprecian diferencias. Colombia registró un incremento muy fuerte de su inversión en I+D hasta 2015, y a partir de allí muestra una evolución fluctuante, pero con una tendencia negativa a lo largo de los diez años aquí analizados, llegando a sus niveles más bajos en 2022. Chile muestra un crecimiento sostenido hasta 2018, año en el cual comienza a reducir su inversión. Uruguay evidencia un crecimiento constante a lo largo del decenio, alcanzando en 2022 un valor tres veces mayor de inversión respecto a 2013. Perú mostró una evolución positiva hasta 2019, un período de estancamiento posterior de dos años y en 2022 mostró una fuerte recuperación. Por último, El Salvador y Paraguay muestran niveles de inversión similares, con una evolución positiva hasta 2017 y luego con una desaceleración del ritmo de crecimiento en los últimos años.



2.8. Distribución de la inversión en I+D en ALC en 2020 (dólares PPC)

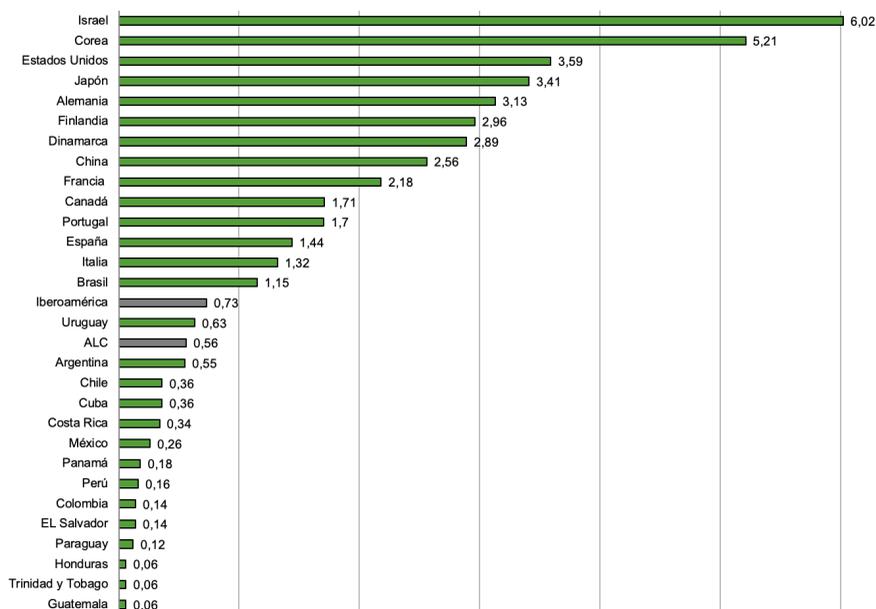
Uno de los rasgos distintivos de ALC es la fuerte concentración de la inversión en I+D en pocos países: solo Brasil representa el 62% del esfuerzo regional, mientras que México un 12% y Argentina un 9%. Colombia y Chile, por su parte, representan el 3% de la inversión regional. Si bien esta concentración guarda cierta relación con la que se da al comparar el tamaño de sus economías, la brecha existente entre estos países y el resto de los latinoamericanos en materia de inversión en I+D resulta aún más significativa.



2.9. Inversión en I+D en relación con el PBI en países y regiones seleccionados (2022 o último año disponible)

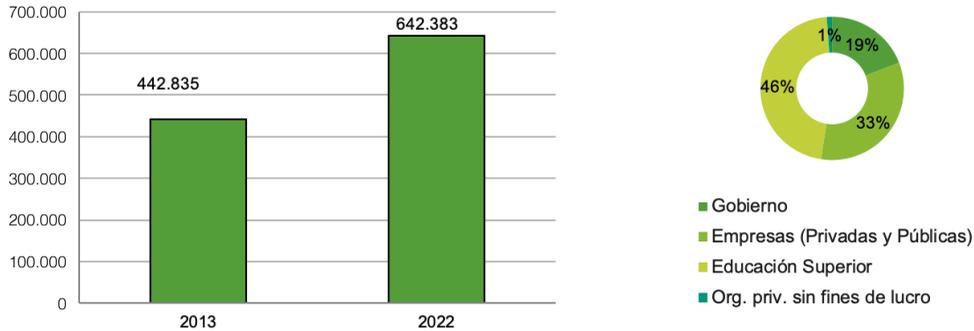
La inversión en I+D del conjunto de países iberoamericanos representó el 0,73% del producto bruto regional en 2022, mientras que ese mismo indicador para ALC alcanzó el 0,56%. Portugal es el país iberoamericano que más esfuerzo relativo realiza en I+D, invirtiendo el 1,7% de su PBI en estas actividades. España destinó el 1,44% y Brasil el 1,15%. La inversión en la mayoría de los países latinoamericanos no superó el promedio regional en sus esfuerzos en I+D.

Comparativamente, la inversión de los países de ALC e Iberoamérica continúa siendo inferior a la inversión realizada por los países industrializados. Israel es el país con el mayor nivel de inversión al destinar 6% de su PBI a actividades de I+D. Le siguen Corea con una inversión cercana al 5%, y luego Estados Unidos, Japón, Alemania, Finlandia y Dinamarca, ubicados en torno al 3% de su PBI.



3. RECURSOS HUMANOS DEDICADOS A I+D EN IBEROAMÉRICA

3.1. Cantidad de Investigadores (EJC) de Iberoamérica. Valores totales y distribución según sector de empleo



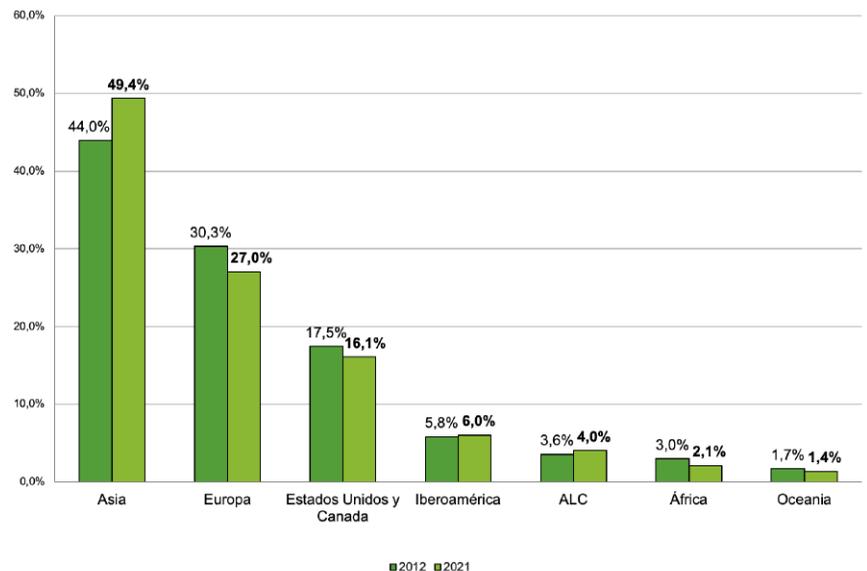
La cantidad de investigadores en equivalencia a jornada completa (EJC) en Iberoamérica ha experimentado un crecimiento del 45% entre 2013 y 2022, pasando de 442.835 a 642.383. La información sobre la cantidad de investigadores se encuentra expresada en EJC, una medida que facilita la comparación internacional, ya que se trata de la suma de las dedicaciones parciales a la I+D que llevan a cabo los investigadores durante el año. Refiere así con mayor precisión al tiempo dedicado a la investigación y resulta de particular importancia en sistemas de ciencia y tecnología en los que el sector universitario tiene una presencia preponderante, como es el caso de los países de América Latina, donde los in-

vestigadores distribuyen su tiempo con otras actividades como la docencia o la transferencia.

Si tenemos en cuenta la distribución de los recursos humanos de acuerdo con el sector donde desempeñan sus tareas, vemos que el sector de educación superior es el más significativo, ya que en 2022 el 46% de los investigadores realizó sus actividades en el ámbito universitario. El 33% de los investigadores de la región se desempeñó en empresas (tanto públicas como privadas) y el 19% lo hizo en instituciones de I+D pertenecientes al ámbito público.

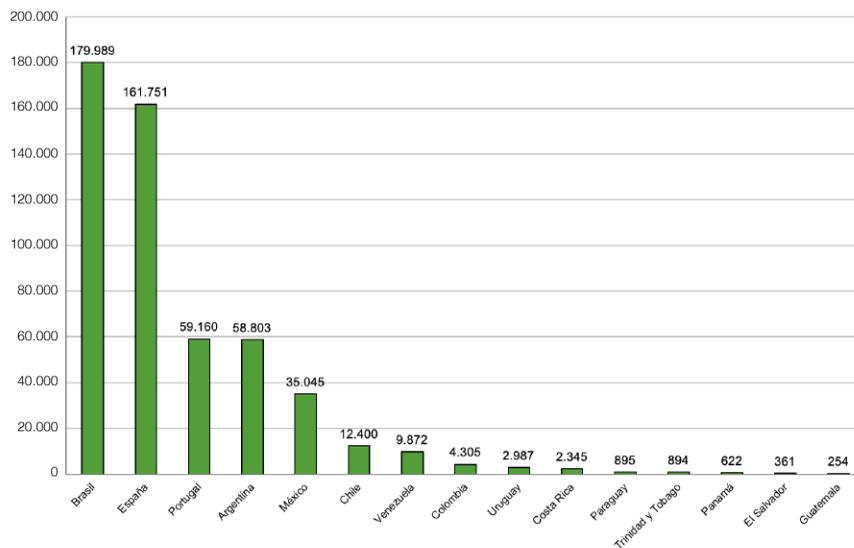
3.2. Distribución de investigadores (EJC) por bloques geográficos

De forma similar a lo que sucede respecto a los recursos financieros destinados a las actividades de I+D, los países de Asia constituyen el bloque con mayor representación de recursos humanos destinados a la investigación y su participación ha crecido a lo largo de los últimos años. En segundo lugar se encuentran los investigadores de los países de la Unión Europea, seguidos por el bloque conformado por Canadá y Estados Unidos. Los investigadores (EJC) de Iberoamérica representaron el 6% del total mundial en 2021, superando la participación regional en la inversión.



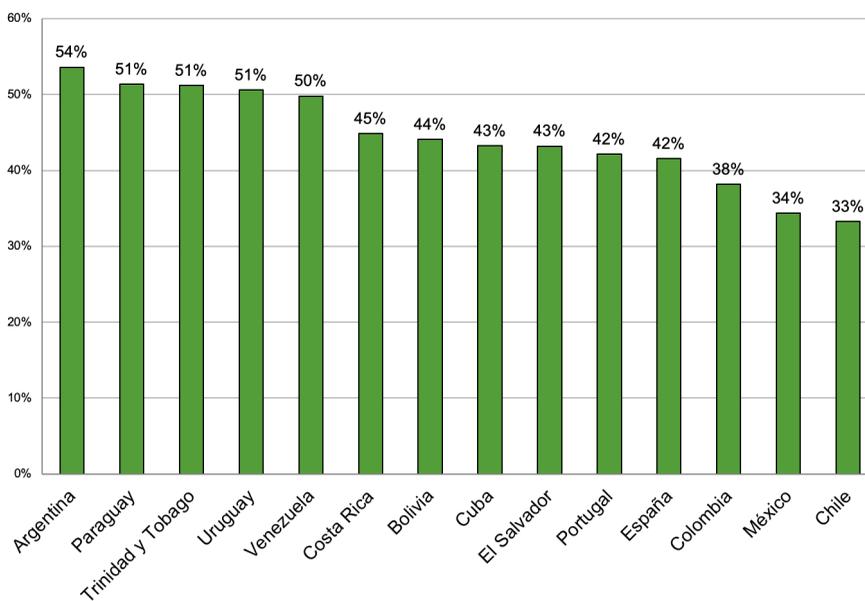
3.3. Cantidad de investigadores (EJC) en países seleccionados (2022 o último año disponible)

Si se analiza la cantidad de investigadores (EJC) en cada país de Iberoamérica, se obtiene un panorama similar al señalado para el gasto en I+D, con una distribución de recursos muy desigual entre los países. Brasil y España concentran la mayor cantidad de investigadores. En el caso de Brasil, el país contó con 173.830 investigadores en 2017, superando a los 154.147 de España en 2022 y logrando más del triple que el país latinoamericano que le sigue: Argentina, con 58.803 investigadores. A continuación, aparece México con 35.045; con una escala menor siguen Chile, Venezuela, Colombia, Uruguay y Costa Rica.

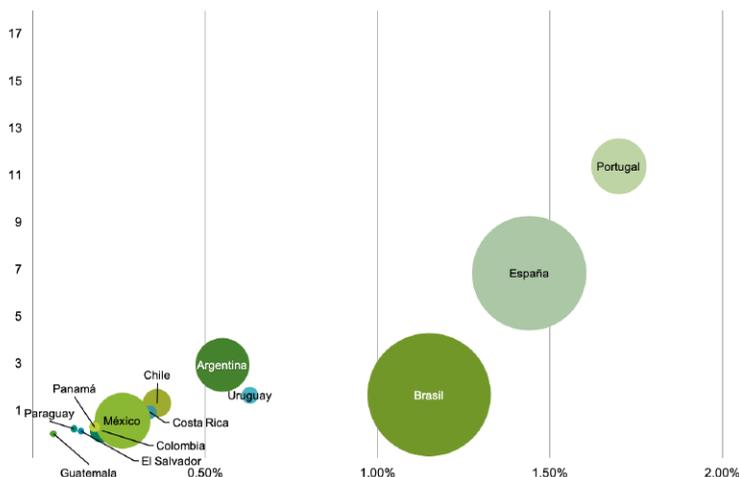


3.4. Porcentaje de mujeres investigadoras y/o becarias en países seleccionados (2022 o último dato disponible)

Resulta interesante analizar la participación de mujeres respecto del total de personas dedicadas a tareas de investigación. En 2021, la cantidad de mujeres que trabajan como investigadoras es menor al 50% en la mayoría de los países de la región, aunque las brechas por sexo tienen diferente magnitud. En Chile, México y Perú las mujeres representan tan solo un tercio de las personas que investigan. Por otro lado, en Argentina, Paraguay, Trinidad y Tobago y Uruguay, superan la mitad de las personas dedicadas a la investigación.



3.5. Mapa de posicionamiento de países iberoamericanos, según recursos dedicados a I+D



En este gráfico están representados los países de Iberoamérica de acuerdo con tres variables que resumen los recursos financieros y humanos dedicados a la I+D. El tamaño de la burbuja es proporcional a la inversión en I+D que realiza cada país; éstas se ubican de acuerdo con los valores que adopta la inversión en relación con el PBI en el eje horizontal y la cantidad de investigadores EJC cada 1000 integrantes de la población económicamente activa (PEA) en el eje vertical.

Los países mejor posicionados de acuerdo con estas variables de análisis (es decir, los más cercanos al cuadrante superior derecho) son Portugal, España y, en menor medida, Brasil. Tanto en el caso brasileño como en el mexicano, la cantidad de investigadores en relación

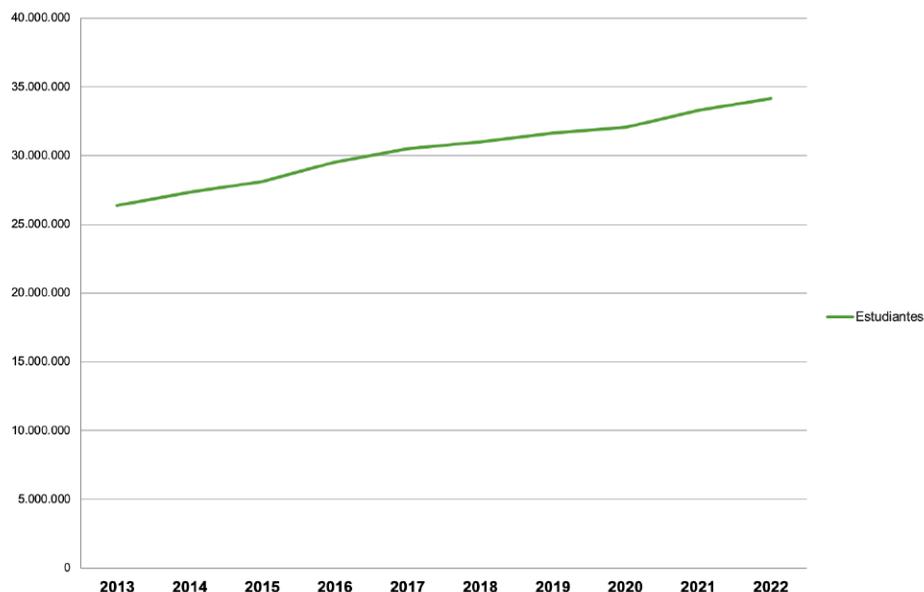
con la PEA es menor que la de algunos países con economías de menor tamaño relativo. El caso argentino es inverso, con un número importante de investigadores y una inversión relativamente baja, mientras que Uruguay muestra un nivel de inversión relativo al PBI más alto y con una cantidad de investigadores EJC en relación con la PEA, similar a la de Brasil.

Además, la mayor cantidad de países se ubica en valores menores al 0,5% de la inversión en I+D en relación con el PBI, y con un investigador EJC cada 1000 integrantes de la PEA. Entre ellos, se destacan Chile, Colombia y Costa Rica por el volumen de recursos que destinan a I+D y -con volúmenes de inversión mucho menores- Panamá, Paraguay, El Salvador y Guatemala.

4. FLUJO DE ESTUDIANTES Y GRADUADOS

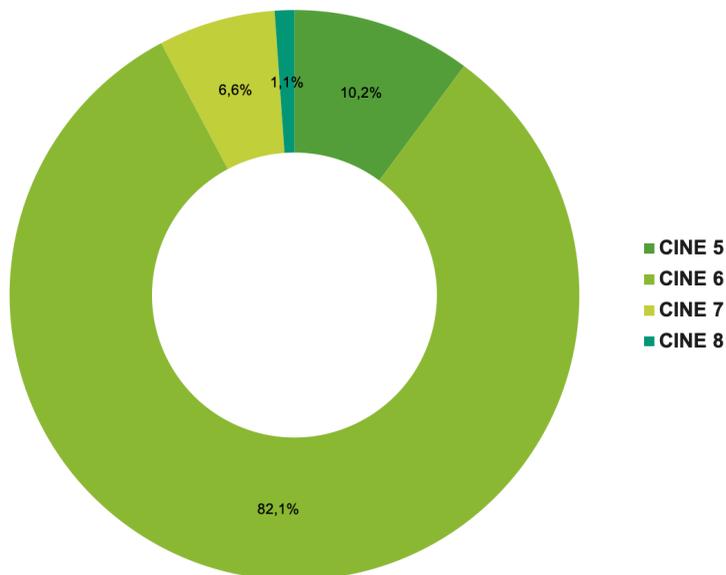
4.1. Evolución del número de estudiantes en la educación superior en Iberoamérica

Según datos de la Red INDI-CES (www.redindices.org), el total de estudiantes en la educación superior de Iberoamérica pasó de 26 millones en 2013 a 34 millones en 2022, lo cual implicó un crecimiento del 30% de punta a punta.



4.2. Distribución por nivel CINE de la cantidad de estudiantes en la educación superior en Iberoamérica (2022)

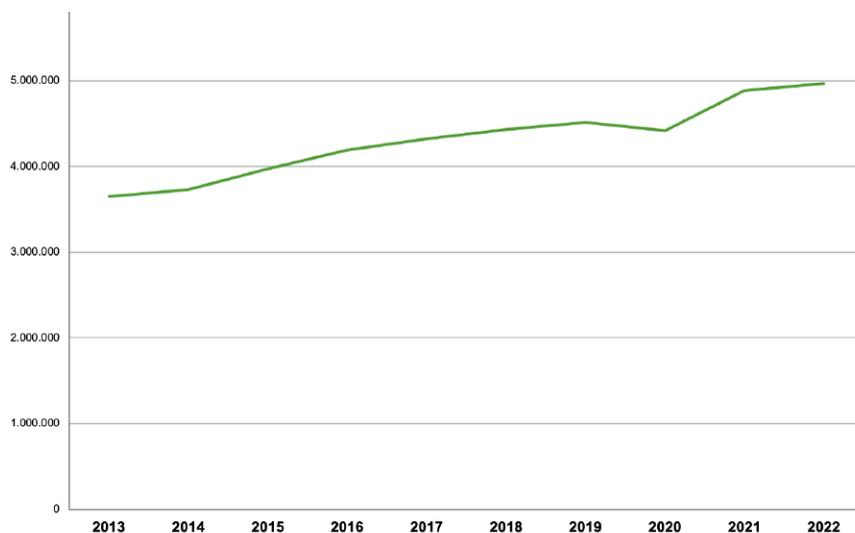
Si analizamos su composición según los niveles de la Clasificación Internacional Normalizada de Educación (CINE), observamos que en 2022 el 82% de los estudiantes corresponde al nivel 6 (licenciatura); le siguen el nivel 5 (terciarios no universitarios) con un 10%, y el nivel 7 (maestría) y nivel 8 (doctorado) con 6% y 1% respectivamente.



22

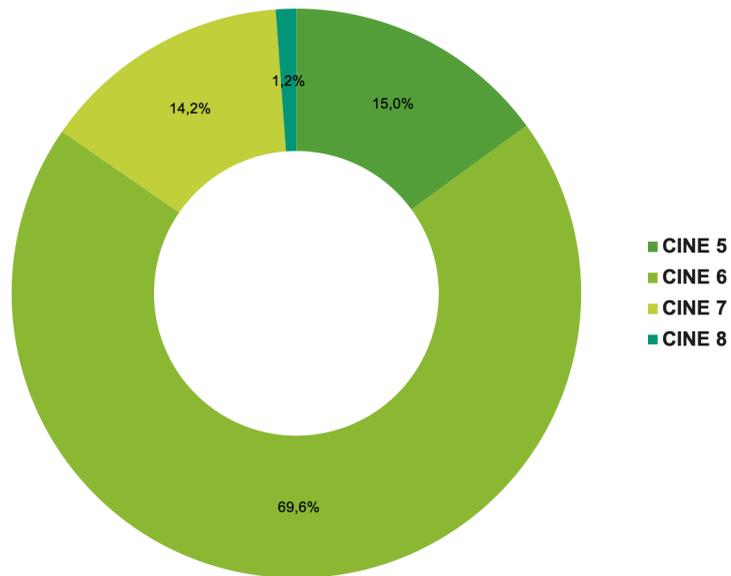
4.3. Evolución del número de graduados de la educación superior en Iberoamérica

El número total de graduados en Iberoamérica ha tenido también un crecimiento significativo, pasando de casi 3,6 millones en 2013 a superar los 4,9 millones en 2022 y marcando una acelerada recuperación luego de 2020, año signado por la pandemia.



4.4. Distribución por nivel CINE de la cantidad de graduados de educación superior en Iberoamérica (2022)

Sobre la distribución por nivel CINE, de manera similar al número de estudiantes por nivel, los graduados del nivel 6 (licenciatura) son mayoritarios, representando el 70% de los graduados, seguido por el nivel 5 (terciarios no universitarios) y el nivel 7 (maestrías), con 15% y 14% respectivamente. Por último, los graduados del nivel 8 (doctorado) representaron el 1% del total.

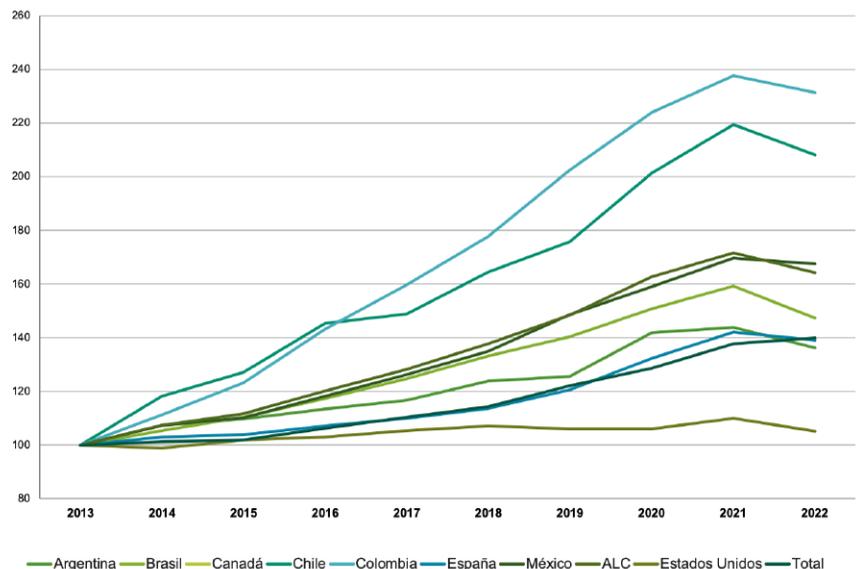


5. INDICADORES DE PRODUCTO

5.1. Evolución porcentual del número de publicaciones en Scopus

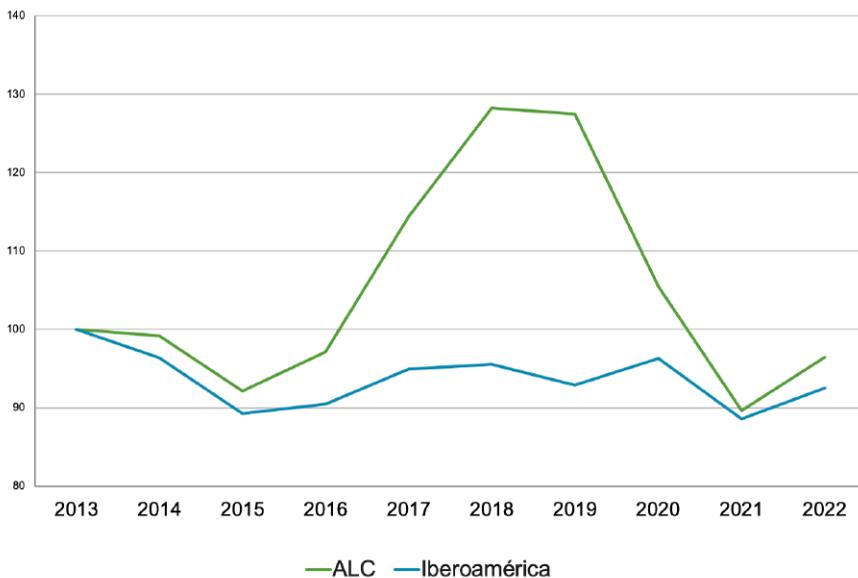
En los años comprendidos en esta serie (2013-2022), la cantidad de artículos publicados en revistas científicas registradas en Scopus creció un 40%. La cantidad de artículos firmados por autores de ALC creció a un ritmo mayor que el del total de la base, alcanzando un volumen 64% mayor en 2022 respecto a 2013. Sin embargo, en el último año hay una caída del 4% en el volumen de publicaciones de los países americanos. Dentro de la región, se destaca el crecimiento de Colombia y Chile, que duplican la cantidad de publicaciones de punta a punta.

Estados Unidos, el líder mundial en base al volumen de su producción científica, muestra una evolución sostenida a lo largo del tiempo, con un crecimiento del 5% entre 2013 y 2022.



5.2. Evolución porcentual del número de solicitudes de patentes PCT

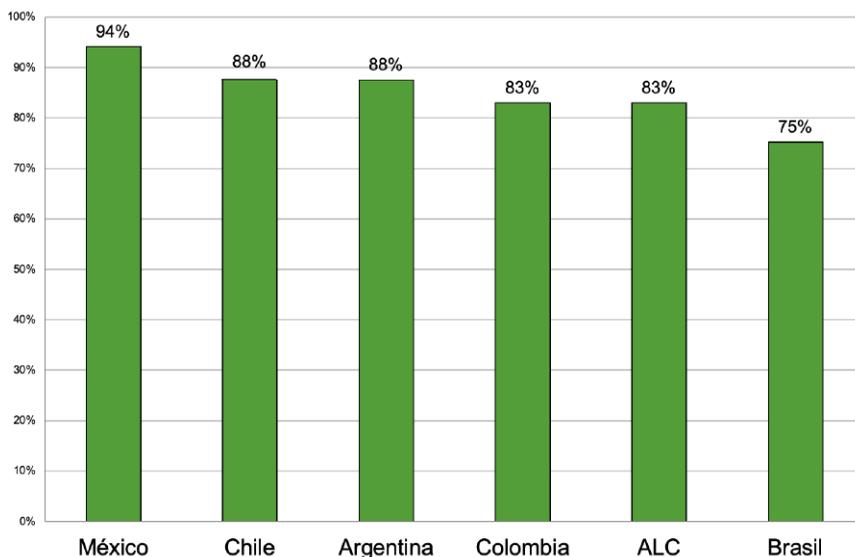
Con grandes altibajos, el número de patentes internacionales solicitadas mediante el Tratado de Cooperación en Patentes (PCT) muestra una fuerte caída en 2021 que comienza a recuperarse al año siguiente para Iberoamérica y ALC. En ambos casos, pero sobre todo para el conjunto de países latinoamericanos, se da una fuerte caída de la cantidad de solicitudes de patentes durante 2021 a raíz de las bajas en las solicitudes de patentes de México, España, Brasil, Portugal y Colombia. Al año siguiente, la tendencia se revierte para los casos de Brasil, México y España.



24

5.3. Solicitudes de patentes por no residentes en relación con el total de solicitudes en países seleccionados

Pasando ahora a las patentes solicitadas en las oficinas de propiedad intelectual de los países de la región, en 2022 el 83% de las solicitudes de patentes en países de ALC corresponde a no residentes, principalmente a empresas extranjeras, protegiendo productos en los mercados de la región. México es el país en el que este fenómeno fue más marcado, con un 94% del total de las solicitudes en manos de no residentes. En Chile y Argentina ese valor fue de 88%. Uno de los valores más bajos de ALC lo obtuvo Brasil, donde el 75% de las solicitudes corresponde a no residentes.



2. DOSSIER: BIOECONOMÍA



2.1. LA BIOECONOMÍA, ¿UNA OPORTUNIDAD PARA AMÉRICA LATINA?

ROBERTO BISANG Y GUILLERMO ANLLÓ *

INTRODUCCIÓN

Una década atrás nos preguntábamos con un grupo de colegas qué era la nueva bioeconomía. ¿Un concepto teórico dentro de la discusión de las ciencias económicas? ¿Una nueva agenda política promovida por algunos gobiernos e intereses? ¿Un nuevo paradigma tecnológico, que presagiaba un cambio de régimen semejante al de la irrupción de las tecnologías de las telecomunicaciones y la comunicación (TIC)? Y, en función de las respuestas, la pertinencia de diseñar e instrumentar políticas públicas como en el pasado.

En la actualidad sería arriesgado tanto sostener lo primero como lo último. La teoría económica no pareciera estar transitando ninguna discusión epistemológica sobre sus dificultades como disciplina analítica al no incluir parcialmente en sus modelos los limitantes físicos y biológicos al desarrollo y crecimiento -al menos no públicamente-. Tampoco se registran todavía mayores avances para incorporar a los rasgos específicos de “lo biológico” como base de una transformación productiva general. Si bien se podrían levantar apuestas sobre la probabilidad de que el próximo paradigma tecnológico se base en el dominio de la biología, el liderazgo todavía recae sobre las tecnologías del software, fuertemente vinculadas a la reciente expansión de la inteligencia artificial. Recordemos que un nuevo paradigma implica: i) cambios radicales en la función técnica de producción; ii) nuevas/renovadas empresas; iii) cambio en la forma de or-

ganización el proceso de trabajo y de la producción; y iv) una nueva institucionalidad. Desde esa mirada, si bien existen evidencias en algunos de esos planos, no son suficientes ni concluyentes aun como para sostener un cambio radical.

Advertimos que quizás todavía sea temprano para argumentar que estamos frente a un nuevo paradigma tecnoproductivo, pero sorprende la magnitud, profundidad y velocidad de los cambios.

Como aporte académico, hay que rastrear el concepto hasta la segunda mitad del Siglo XX, a partir de algunos trabajos de Georgescu Roegen de finales de la década del 60. Como agenda de política, comenzó a ganar relevancia a partir de su promoción desde lo más alto en la Unión Europea a inicios del nuevo milenio, para rápidamente expandirse en todas direcciones.¹ Como paradigma tecnológico, en paralelo, el tema comenzó a abordarse a partir de la novedosa irrupción de una familia de tecnologías de base biológica interrelacionadas que desplazan: i) estructuras de mercado; ii) rutinas de producción, distribución y consumo; y iii) instituciones de regulación. Y, tal como sucedió con las TIC, ello tiende a modificar no solo algunas actividades, sino en todo el tejido productivo -con distintos impactos-, con derivaciones sobre la organización social. Más aun considerando que, en este caso, el epicentro es la biotecnología que tiene capacidad de modificar la forma de vida como hoy la conocemos.

* *Roberto Bisang*: profesor consulto e investigador del Instituto Interdisciplinario de Economía Política (IIEP), UBA-CONICET, Argentina. *Guillermo Anlló*: especialista regional de la UNESCO a cargo del Programa de Políticas Científica y Tecnológica para LAC. Este texto se basa en “Bioeconomía: Cambio estructural, nuevos desafíos y respuestas globales: Una ventana de oportunidad para las producciones basadas en Recursos Naturales Renovables”, trabajo realizado para UCAR en 2014 por un equipo compuesto por Guillermo Anlló, Roberto Bisang, Mariana Fuchs, Jeremías Lachman y Sabrina Monasterios.

1. Patermann & Aguilar (2018) y OCDE (2006, 2009).

Dado que las perspectivas futuras presentan un escenario de conductas y demandas cambiantes, así como la necesidad de nuevas soluciones que eviten una temida catástrofe (malthusiana² o ambientalista), se puede sostener que la bioeconomía aparece hoy, sobre todo, como una estrategia de desarrollo que demanda políticas acordes, altamente prometedora para la solución a los desafíos futuros. En suma, la bioeconomía es comprendida como una reinterpretación de cuestiones preexistentes que, frente a las nuevas circunstancias -la irrupción de la biotecnología, el crecimiento demográfico con ingresos medios y los límites del modelo energético-intensivo de demanda, asociado al fin de la era del petróleo que rigió el desarrollo industrial de nuestras sociedades durante el último siglo-, la coloca preferencialmente en la agenda de las nuevas estrategias de desarrollo. Este sendero remitiría a un análisis de tipo político-estratégico.

1. HISTORIA DE UN CONCEPTO VINCULADO A LA TEORÍA ECONÓMICA

Goergescu-Roegen, en su más conocida obra *La Ley de la Entropía y el proceso económico* (1971), acuñó el concepto “bioeconomía” para llamar la atención sobre la finitud de los recursos naturales y la falla en los modelos económicos en incorporar esta verdad natural. En este sentido, la bioeconomía y sus implicancias remarcan ciertas falencias estructurales dentro de las ciencias económicas y las decisiones de política que se han adoptado a partir de su marco analítico.

28 Así, en la década del 70 del siglo pasado, frente a los primeros indicios de agotamiento del paradigma tecnoprodutivo predominante, asociados a la crisis del petróleo, aparecieron fuertes controversias acerca de las posibilidades de dar respuesta, por parte del mundo industrial fordista, a las sobredemandas alimenticias (en relación con la explosión poblacional), así como de mantener mínimos cuidados ambientales (especialmente considerando los impactos contaminantes de algunas industrias). Un hito en esa dirección fueron varios estudios académicos y los controvertidos trabajos del denominado Club de Roma³ y sus posteriores capítulos nacionales. Se sostenía allí que el mantenimiento de las tasas de crecimiento poblacional y la generalización de los parámetros de producción y consumo propios de un núcleo acotado de países desarrollados al resto del mundo ponían en peligro la sostenibilidad global.⁴

El dilema era -y continúa siendo- la forma de incorporar en el centro del análisis económico las tensiones entre la sostenibilidad ambiental (enfoque verde) y el mantenimiento de los estándares de consumo vigentes en el mundo desarro-

llado (un problema colectivo), y el modo de producción privado centrado en las reacciones a los sistemas de precios por parte de los agentes económicos (un tema individual). Las primeras décadas del presente milenio acrecentaron el problema, dada la magnitud de las demandas, el uso de sofisticadas tecnologías, un aumento significativo de la densidad de los cultivos y sus requerimientos de nutrientes. En respuesta no tardaron en aparecer las reacciones naturales -por caso, las malezas y los insectos resistentes- y las alteraciones en los mercados -por caso, la elevación del precio de las materias primas y el de la tierra-.

Inicialmente, y desde distintas perspectivas académicas, la ciencia económica tradicional “recortó” el objeto analítico a los procesos de asignación eficiente de recursos (variables -capital y trabajo-, y fijos -tierra-) asociados a una función de producción dada, determinada por tecnologías exógenas conocidas (y plenamente transferibles), y los precios de la economía establecidos en el libre juego de oferta y demanda en los distintos mercados. Con una mirada más centrada en los bienes industriales, estos enfoques estilizados e individuales excluían desde los orígenes las limitaciones de “la casa común”.

Algunos desarrollos focalizaron su atención en los problemas de crecimiento, distribución del ingreso y comercio internacional. Enfoques más amplios -sumando facetas políticas y sociales- aplicaron sus análisis sobre los derechos de propiedad y los procesos de reparto entre clases sociales de los excedentes económicos.

Centrados inicialmente bajo la noción de equilibrio estático, desarrollos alternativos posteriores avanzaron sobre enfoques dinámicos, mientras que otros apuntaron a abordar el fenómeno económico como un persistente desequilibrio. Buena parte de estos desarrollos analíticos comparten dos características epistemológicas: el recorte del campo analítico económico sobre un aspecto en particular que busca explicar el todo (la renta, los precios, la asignación eficiente, el equilibrio de mercado, etc.) y el trasvasamiento o uso de métodos analíticos altamente mecanicistas, propios de otras disciplinas (especialmente aquellos aplicados a la física newtoniana que, explicando una parte, permitirían comprender el funcionamiento del conjunto).

Sin desmerecer los avances que estos enfoques aportaron al entendimiento de los fenómenos económicos -y a la formulación de políticas públicas y el diseño de las estrategias de negocios privados-, los mismos dejaron sistemáticamente de lado, en buena medida, la interacción entre la disciplina económica y los temas relaciona-

2. A diferencia del pasado, cuando Malthus planteaba el alimento como eje, el presente parte del incremento poblacional se acompaña con ingresos medios; ergo, se demanda comida más sofisticada y energía y materiales reciclables; o sea, “Malthus con ingresos medios”.

3. El Club de Roma es una ONG fundada en 1968 en la capital italiano por un pequeño grupo de personas entre las que había científicos y políticos. Sus miembros están “preocupados” por mejorar el futuro del mundo a largo plazo, de manera interdisciplinaria y holística.

4. En el caso local, los aportes de la Fundación Bariloche expusieron una mirada particular sobre el fenómeno y alertaron sobre el rol que estos desafíos tenían en particular para las economías periféricas con fuertes dotaciones de recursos naturales. El dilema que se planteaba derivaba en enfoques extremos que iban desde el replanteo de los modelos de consumo (hacia otros con menor confort y dilapidación de recursos, más amigables con el ambiente y disociados de las tecnologías dominantes) hasta la profundización tecnológica de sistemas aún más energético-intensivos (con una amplia variedad de posiciones intermedias).

dos con el uso y la explotación de los recursos naturales (como insumos necesarios de todo proceso productivo) y el ambiente (como resultado del accionar humano en la producción económica). Desde esa perspectiva, el recorte analítico realizado implica que la economía (y las consecuencias de la producción y el consumo) es exógena a la esfera de los recursos naturales (tierra, minerales, aire, agua) y su sostenibilidad intertemporal. Como tal, no contempla, en su centralidad, la interacción de la producción y el consumo -desde y hacia- los recursos naturales (vistos como infinitos). En este enfoque, los eventuales impactos sobre el ambiente se incorporan como una externalidad (habitualmente negativa) que, desde la lógica del óptimo y desde los derechos de propiedad, debe remediarse, bajo ciertos supuestos, a través de impuestos.

La bioeconomía, como pensamiento analítico, buscó desde su origen brindar una visión más realista y completa de la economía.⁵ Las restricciones con que operan los mercados y la producción son universales; sus consecuencias afectan a varias generaciones e incluso pueden ser irreversibles. Parten de considerar que el lado económico del ser humano está centrado por la captura de la energía (lumínica) y su transformación en biomasa (plantas y animales), los que, a su vez, son pasibles de múltiples transformaciones destinadas a proveer de alimentos, energía y materiales. Considera que, a lo largo del proceso económico, el ser humano hace cambios en el estado de la energía en pro de satisfacer sus necesidades; a grandes rasgos, la actividad económica consiste en valorizar los cambios de estados de la energía (un grano es energía envasada; al ser transformada en harina y luego en pan, esa energía cambia de estado) y la verdadera restricción es el dominio de la tecnología para que ello ocurra de manera eficiente. El proceso se vuelve eficiente cuanto mayor es la cantidad de transformaciones que sufre esa energía (valorizando productos, subproductos y desechos) antes de retornar a la naturaleza y reiniciar el ciclo de vida. Pero además se trata de hacerlo dentro de la escala temporal propia del género humano.

Resaltemos las diferencias entre enfoques. La economía convencional opera desde una lógica individual, con agentes anónimos que establecen combinaciones de capital y trabajo para obtener un máximo de producción que, a su vez y bajo ciertas condiciones, probablemente guiarán a la sociedad al óptimo bienestar posible. Las tecnologías, los gustos de los consumidores y el soporte de la naturaleza son exógenos al modelo de asignación óptima; en todo caso responderán también a largo plazo al incentivo de los precios. Materiales inertes, combustibles fósiles y bienes de capital desarrollados por el ingenio humano son factores críticos del proceso que, en lo esencial, responden a las producciones industriales.

Para la bioeconomía, el proceso económico central gira en torno a condensar la energía libre en biomasa y, a través de distintas tecnologías, transformarla en su totalidad y retornarla a la naturaleza en tiempos de escala humana. Materiales de orígenes biológicos, energías renovables y seres vivos (en su estado natural o transformados) como bienes de capital son los factores críticos. Ésta no opera en abstracto, sino que se asienta sobre problemas reales, reapareciendo cada vez que los procesos económicos presionan sobre el equilibrio preexistente en la esfera de los recursos naturales, e incorpora en su análisis, como factor clave, un conjunto de innovaciones aplicadas a los recursos naturales; las restricciones son universales y de corte ambiental; el eje es valorizar los cambios de estados de la energía y la verdadera restricción es el dominio de la tecnología para que ello ocurra. De allí el rol central de la moderna biotecnología, tanto en este abordaje analítico como en la explicación de las actuales disrupciones productivas.

En síntesis, la reinterpretación teórica tiene sustrato propio y, consecuentemente, derivaciones sobre el diseño y la aplicación de políticas públicas. Al desafío teórico que la bioeconomía plantea a la disciplina, ante la necesidad de incluir en la ecuación las particularidades de la biología y los límites de los recursos naturales, se suman las implicancias que este nuevo abordaje tiene para planificar el desarrollo. Los problemas y las preocupaciones ante el surgimiento del concepto reflejan, a su vez, el potencial de la noción para imaginar y establecer un sendero de desarrollo sustentable que atienda a los principales desafíos globales. Sin embargo, ese diseño debe tomar en cuenta algunas cuestiones particulares.

Plantear la dinámica de la aplicación concreta a la situación actual del mundo en camino a un nuevo paradigma tecnoproductivo-institucional-geopolítico implica sumar a la reflexión no solo un nuevo abordaje teórico, sino también cuestiones medulares propias de las políticas públicas en materia de desarrollo:

- i) ¿Los procesos descritos son autónomos de la “acción colectiva” -Estado, políticas, etc.- o dependen de la relación mercado-Estado?
- ii) ¿Demandarán algún tipo particular de bienes públicos?
- iii) ¿Dependerán del ámbito geográfico (los biomas no necesariamente responden a los límites geográficos políticos, por lo que la dimensión puede ser local, nacional, regional o global) o son de corte universal?
- iv) ¿Qué tipo de institucionalidad (reglas, organizaciones, normas, conductas, derechos de propiedad) diferentes a los actuales requerirá su avance?

5. En su avance, necesariamente, involucra a la agricultura. Originalmente, la economía agraria tenía como epicentro el análisis del agricultor como proveedor de materia prima alimenticia; luego mutó hacia el enfoque de los agronegocios (extendiéndose desde la chacra a la góndola) y, más recientemente, se tiende a enfocarlo como una actividad de transformación industrial multiproducto bajo el concepto de bioeconomía (Viaggi *et al.*, 2012).

Un nuevo mundo productivo en ciernes amerita reflexionar sobre el objeto al cual se dedicarán las políticas, sus herramientas e instituciones de aplicación, y el sendero de readecuación de las actuales intervenciones públicas.

2. LINEAMIENTOS PARA DISEÑAR POLÍTICAS

En el marco de la bioeconomía, hoy se observan avances que, pergeñados inicialmente en el plano científico, pasaron luego a la producción y tienen como epicentro las tecnologías aplicadas a los seres vivos. En algunos sectores, lo biológico está en el centro del aparato productivo desde tiempos inmemoriales: buena parte de los alimentos han sido históricamente producciones biológicas;⁶ la industria de materiales -ladrillos, madera, etc.- y combustibles -leña, bosta seca, etc.- siguieron la misma lógica; la química aplicada echa mano a los recursos naturales renovables -por caso, el etanol derivado de alcoholes provenientes de fermentación del maíz, y toda la familia de los formaldehídos-; incluso el primer material plástico -la bakelita- provino de materias primas renovables. En varios de estos sectores, el insumo primario -recursos naturales renovables- fue reemplazado por recursos naturales no renovables y sus derivados, en relación de una ecuación de costos muy favorables a estos últimos. Una serie de factores -escasez, aumento de precio, contaminación, etc.- derivaron en la necesidad de pensar un nuevo escenario, el cual puede, paradójicamente, significar una vuelta a las fuentes.

La novedad que habilita -tentativamente- a imaginar un posible futuro cambio de paradigma es el avance científico y tecnológico asociado con un conjunto de nuevas técnicas englobadas bajo la denominación de “biotecnología”; por un lado, más cambios en la forma de producción -economía circular, producción en cascada, etc.-;

por el otro, más atención a la eficiencia -entendida como un mejor aprovechamiento de la biomasa y la sostenibilidad ambiental-.

Para diseñar una hoja de ruta de desarrollo sostenible en base a la bioeconomía, es importante tener en cuenta las siguientes cuestiones, asociadas al tipo de cambio tecnológico particular que implica la utilización de plataformas de base biológica.

2.1. El recurso natural en la función de producción

¿Cuáles son, de manera concreta y estilizada, las nuevas características del fenómeno que sustentan una “apertura y redefinición” hacia la bioeconomía?

El propio pasaje de los recursos existentes en la naturaleza⁷ a la categoría de recursos económicos -como insumos para la producción- parece acelerarse imperceptiblemente. Minerales poco conocidos y escasamente explotados algunas décadas atrás son factores críticos en las producciones de electrónicos; bacterias, hongos y enzimas que pululan en la naturaleza comienzan a ser aisladas, estudiadas, modificadas y aplicadas a una amplia gama de actividades productivas; el propio recurso acuífero se torna relevante, su escasez se vuelve más notoria y es, cada vez más, visualizado como un “recurso económico”, ya no solo para consumo humano, sino como insumo productivo para más de un uso -más allá de las tensiones tradicionales en la competencia por el acceso en la producción agropecuaria, ahora se suman su aplicación en la industria y en la minería de *fracking*, y la necesidad por obtener nuevas fuentes de energía-. La biodiversidad,⁸ por lo tanto, es presionada constantemente para convertirse en recurso económico y, como tal, pasible de asignársele un valor económico.

6. Por ejemplo, las fermentaciones de lácteos o las muy diversas tipologías de carne conservada son ancestrales y se desarrollaron vía prueba y error, sin mayores conocimientos científicos sobre sus razones y consecuentemente con alta variabilidad en sus resultados. La novedad es el avance de la ciencia sobre esos procesos, en una primera instancia, y la modificación -vía ingeniería genética- del propio proceso, en la actualidad.

7. “Conjunto de elementos que se encuentran en la naturaleza en forma no modificada. Una primera clasificación de los mismos nos lleva a distinguir entre: a) No renovables, b) Renovables; c) Perpetuos y d) Potenciales. Los No Renovables están confinados o poseen una dotación limitada del recurso a explotar (por ejemplo, un yacimiento mineral). Los Renovables se clasifican en biológicos y no biológicos (un bosque, el agua de deshielo); su explotación racional permite la reproducción del recurso, evitando su extinción. Perpetuos son aquellos recursos que -a escala humana- aparecen como inagotables (la luz del sol). Potenciales: aquellos que en la actualidad no pueden ser explotados por razones tecnológicas o de localización (yacimientos petrolíferos submarinos)” (Fuente: www.eumed.net/diccionario/listado.php).

8. “La diversidad biológica, o biodiversidad, es el término por el que se hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que conforma. La diversidad biológica que observamos hoy es el fruto de miles de millones de años de evolución, moldeada por procesos naturales y, cada vez más, por la influencia del ser humano. Con frecuencia, se entiende por diversidad la amplia variedad de plantas, animales y microorganismos existentes. Hasta la fecha, se han identificado unos 1,75 millones de especies, en su mayor parte criaturas pequeñas, por ejemplo, insectos. Los científicos reconocen que en realidad hay cerca de 13 millones de especies, si bien las estimaciones varían entre 3 y 100 millones. La diversidad biológica incluye también las diferencias genéticas dentro de cada especie, por ejemplo, entre las variedades de cultivos y las razas de ganado. Los cromosomas, los genes y el ADN, es decir, los componentes vitales, determinan la singularidad de cada individuo y de cada especie. Otro aspecto adicional de la diversidad biológica es la variedad de ecosistemas, por ejemplo, los que se dan en los desiertos, los bosques, los humedales, las montañas, los lagos, los ríos y paisajes agrícolas. En cada ecosistema, los seres vivos, entre ellos, los seres humanos, forman una comunidad, interactúan entre sí, así como con el aire, el agua y el suelo que les rodea” (ONU, 2014).

RECURSOS NATURALES: REPENSANDO DERECHOS DE PROPIEDAD

La expresión “recursos naturales” deriva en varios aspectos que habilitan diferentes líneas de análisis. Por lo pronto, es necesario comenzar por diferenciar entre renovables y no renovables; en la búsqueda de nuevos *fundamentals*. Si son no renovables, una corriente del pensamiento plantea que son bienes de la comunidad, y que la riqueza del subsuelo es colectiva; en cambio, si son renovables, lo que lleva a que alguien tiene que producirlos, la noción de “privado” debe incorporarse en la ecuación; es decir, la riqueza generada en el suelo debería considerarse privada. Esta división deriva en repensar el rol y qué tipo de bienes públicos debe proveer el estado. A la vez, en lo relativo a la explotación y el uso de los recursos naturales, otro tema complejo es el ámbito de aplicación: país, comunidad o globalidad, ya que cuando la base productiva son ecosistemas, estos, por lo general, no conocen o respetan límites geográficos políticos; y las consecuencias de la actividad que se lleve adelante no son completamente absorbidas en la ecuación de producción de quien la lleva.

El pasaje de la categoría de recurso natural a recurso económico lo construye, en cada caso particular, la tecnología y la valoración social que la comunidad hace de ella. Se trata de una llave que va convirtiendo recursos naturales de libre acceso y sin valorización económica concreta en otros de uso productivo (individual o colectivo) sujetos a derechos de propiedad y con un valor determinado.⁹

Todo parece indicar que estos cambios tienen -desde distintas vertientes- un impacto creciente sobre los recursos naturales. Por un lado, por la sobreexplotación de algunos componentes particulares -uso de combustibles fósiles-; por el otro, por los desequilibrios que genera el propio modelo productivo actual -la huella de carbono, los desechos electrónicos, etc.-.

2.2. Redefiniendo la caja de herramientas: concepto y definición de la bioeconomía

Definir el concepto responde a la necesidad de acotar con precisión el campo analítico; o sea, la identificación precisa de qué entramado de actividades¹⁰ se incluye dentro de la bioeconomía. No existe una definición consensuada y, según quién la utilice y bajo qué contexto lo haga, la misma estará haciendo referencia a ciertos aspectos, más que a otros. A su vez, las diferentes visiones, estrategias, iniciativas o planes que se formulan en torno a ella adoptan definiciones sesgadas en función de los intereses de quién las formule.

Como es esperable, cada definición es tentativa en función de las particularidades productivas de cada región, país o empresa, y de la propia evolución que va evidenciando la aplicación de procesos biológicos a los ámbitos industriales (o sea, el recorte del propio objeto de estudio). A su vez, desde que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) publicó en 2009 su documento de referencia sobre el tema, el concepto fue avanzando desde un perfil fuertemente influenciado, y por ende sesgado por la biotecnología, hacia un concepto más amplio, atento a los desafíos de producir biomasa¹¹ -y sus productos asociados-, de forma innovadora para dar respuesta a los nuevos desafíos globales, donde la biotecnología es una de las herramientas -sino la principal-.

Así, y coherentemente con lo que se viene diciendo, las definiciones que circulan responden a dos perspectivas: i) el cuidado de los bienes públicos, en el marco de garantizar la sostenibilidad para esta y las futuras generaciones; y ii) desde la presión de la oferta de biotecnológicos en respuesta a desafíos futuros (a partir del incremento de población, el cambio climático y demás desafíos).

Las variantes plasmadas en diversos documentos, por lo tanto, van desde una perspectiva más amplia, que considera a la bioeconomía como aquella resultante de la transformación de recursos renovables en productos en base a procesos biológicos,¹² a otras más restrictivas que la asocian exclusivamente a la moderna biotecnología, en su rol de tecnología que domina el nuevo proceso transformador -como es el caso de la perspectiva norteamericana,

9. Siendo los múltiples componentes de la biodiversidad seres vivos (plantas animales, bacterias, hongos, etc.) pasibles de ser aislados y modificados, aparece la biotecnología como un factor crítico en las tecnologías de transformación. En ese contexto se vuelve relevante el contenido de la definición precisa del término “biotecnología”. Los conceptos iniciales hacían referencia a una serie de técnicas avanzadas de biología que permitían manipular -con precisión incierta a pesar de la definición de ingeniería genética- el ADN de un ser vivo; un paso posterior fue el trasvasamiento de genes entre distintas especies (“la transgenia”), mientras que más recientemente los desarrollos apuntan a modificar el comportamiento relacional de los distintos componentes del ADN a fin de obtener resultados preestablecidos (anular determinadas características, recomponer otras, etc.). A lo largo del desarrollo científico sobre el particular, y en su aplicación a actividades productivas específicas, se fueron desarrollando tecnologías de proceso (marcadores moleculares) que son plataformas de aplicación en la biología tradicional.

10. El *cracking* de cualquiera biomasa deviene en múltiples productos, subproductos y desechos valorizables que ameritan el análisis a partir de teoría de sistemas, y no desde la perspectiva individual de una actividad o producto específico.

11. “Biomasa renovable abarca cualquier material biológico para ser utilizado como materia prima” (Schmid *et al.*, 2012, pp. 47-51). Incluye la captación de energía solar y su conversión en plantas como el uso de subproductos de las faenas de animales pasando por la captación de desechos pasibles de ser reutilizados.

12. En la versión europea, la bioeconomía es “la aplicación de los nuevos conocimientos en las ciencias de la vida para la producción sostenible y competitiva de nuevos productos y servicios” (OCDE, 2006).

reflejada en el libro blanco-. Una variante intermedia -más ajustada a nuestro entender al tipo de actividad que se desea caracterizar- hace hincapié en la utilización de la biomasa de forma innovadora para agregar más valor localmente y generar nuevas oportunidades productivas de forma sustentable.

En todo caso, buscando un hilo conductor entre los diferentes abordajes e interpretaciones, además del componente biológico, podríamos observar a la energía como un componente común -después de todo, Georgescu-Roegen ya lo advertía al considerar la entropía del sistema-.

Si asumimos a la energía como ese conector, podemos entonces comprender que la bioeconomía va: desde i) las etapas tempranas de captura y procesamiento de la energía libre en la naturaleza -solar, mareomotriz, eólica, geotérmica- en otros formatos de energía de base biológica pasibles de ser puestos en valor económico a partir de las tecnologías existentes; hasta ii) los seres vivos como dispositivos consumidores o transformadores de energía, lo que incluye sus necesidades sanitarias -el mantenimiento y reparación de esa “máquina viva”-.

En tal sentido, y considerando las restricciones que se les plantean a las actividades económicas desde la perspectiva del mantenimiento del capital natural, del conjunto de diferentes definiciones que circulan, probablemente la definición que mejor refleja el espíritu de lo que se comprende por bioeconomía –al menos para efecto de lo que se revisa en este documento- está en algún punto entre la de la Carleton University de Canadá (2013) -“Actividades económicas basadas en la producción de productos innovadores (no-convencionales) y bioenergía a partir de biomasa (forestal, agrícola, marina o desperdicios), utilizando nuevas tecnologías de proceso. Producción de Bioproductos (biocombustibles, bioplásticos, bioquímicos y biofibras)”- y la que define el German Bioeconomy Council (2015)¹³ como: “la producción en base a conocimiento y uso de recursos biológicos para la provisión de productos, procesos y servicios en todo sector industrial y comercial dentro del marco de un sistema económico sustentable”.

De cierta manera, la posibilidad de una mayor intervención o manejo de la biología por parte del avance de la ciencia y la tecnología es lo que permite incluir a los recursos biológicos como un nuevo objeto económico en la ecuación. La pregunta que sigue es: ¿qué hace falta para pensar a la bioeconomía como un nuevo paradigma? ¿Qué elementos definen un nuevo paradigma? ¿Qué rasgos nuevos se torna necesario considerar?

2.3. La bioeconomía: ¿un nuevo paradigma de producción?

¿Cuáles son los factores que inducen a replantear la bioeconomía como un eventual nuevo sendero tecnoproduc-

tivo? En otras palabras, ¿qué podría inducir un eventual cambio de paradigma tecnoprodutivo en favor de una opción de base biológica? De lo observado, se pueden identificar los siguientes factores:

- i) Una renovada presión de demanda por alimentos derivados del acelerado crecimiento (poblacional y económico) de grandes economías en vías de desarrollo, a la que se suma una mayor preocupación por su calidad y la necesidad por su comercialización en versiones más elaboradas y listas para el consumo.
- ii) El agotamiento de los recursos naturales fósiles que llevan a:
 1. la presencia masiva y creciente de los biocombustibles de origen vegetal;
 2. el uso de biomasa como insumo para la industria química;
 3. y la necesidad de replantear las explotaciones de suelos para no agotarlos y hacerlo de manera sustentable reponiendo nutrientes y minerales.
- iii) El agudizamiento de problemas ambientales concretos, con una creciente tendencia al reciclaje y al manejo eficiente de residuos.
- iv) Una demanda más sofisticada por productos biológicos por parte de las sociedades más avanzadas (en una combinatoria entre mayor conciencia por lo biológico y mayor preocupación por los valores “saludables” de los mismos ante la prolongación de la esperanza de vida).
- v) En contraposición -como posible respuesta a esos cambios estructurales-, el salto tecnológico que deriva de la creciente aplicación de la moderna biología (biotecnología y otros) a la producción vegetal, animal, alimenticia, química, de materiales, de insumos para la salud humana y biorremediación ambiental, principalmente.

Todos ellos, en definitiva, confluyen sobre la producción, el manejo, el acceso y el uso de biomasa, lo que abre una ventana de oportunidad, dado su anclaje territorial, a aquellos espacios donde la misma se produce (bosques o praderas, océanos, cuencas acuíferas o desperdicios de origen biológico). Los cuatro primeros factores puján sobre cuestiones relativas al proceso productivo, impulsando modificaciones tendientes a obtener producciones “eficientes”, y el quinto como una respuesta tecnológica a esos cambios en la organización y el proceso productivo.

Hasta acá, se trata de un nuevo abordaje que guarda una clara relación con las actividades relacionadas con el uso y la transformación de los recursos naturales renovables. Cabe sumar otra vertiente de la bioeconomía, tan o más relevante que la anterior, que tiene como eje al ser humano como dispositivo que transforma energía. Así como una semilla codifica instrucciones que permite cambiar

13. *Synopsis and Analysis of Strategies in the G7*. Más información disponible en: http://biooekonomierat.de/en/publications/?tx_rsmpublications_pi1%5Bpublication%5D=88&tx_rsmpublications_pi1%5Baction%5D=show&tx_rsmpublications_pi1%5Bcontroller%5D=Publication&cHash=03a8cf54bb3351be152a24d96e523cb3.

luz, nutrientes y agua en biomasa, las actividades del ser humano también tienen un costado bioeconómico como transformador de la energía que consume (como alimento) y la que transforma (en sus diversas actividades).

Este comportamiento bioeconómico se manifiesta de diversas formas, cada una de las cuales tiene significación económica:

- Es una “máquina” que ingiere alimentos, genera su propia energía a través de la comida, la emplea en múltiples actividades y genera gran cantidad de desechos; como resultado pone en marcha una amplia gama de demandas por alimentos y sus respectivos servicios de aprovisionamiento.
- El cuerpo humano es pasible de demandar acciones específicas de mantenimiento de la salud o de reparación; por esta vía multiplica actividades en distintas direcciones: i) servicios de salud; ii) medicamentos y vacunas (emparentadas tanto con lo biológico como con los derivados de la petroquímica); iii) prácticas complementarias (laboratorios, fertilidad asistida, etc.).
- En su comportamiento social, establece pautas de preferencia que valorizan a diversos servicios ecosistémicos; entre ellos se inscriben, el paisaje como base del turismo; la conservación de la biodiversidad; la preservación del ambiente para las generaciones futuras; y, entre otros más, la preservación de ciertos equilibrios en la propia conformación de la naturaleza (cantidad de bosques, mantenimiento de “áreas naturales”, reservas de biósfera, etc.).

En síntesis, este segundo plano de la bioeconomía complementa las actividades que provienen del uso de suelo y terminan por conformar un abordaje de la casi totalidad de la esfera económica. Y, como tal, fuertemente afectada en su forma de funcionamiento y organización social previa, a partir de los cambios tecnológicos en curso. Es decir, un nuevo paradigma tecnoproductivo basado en la manipulación de lo biológico podría surgir en respuesta a demandas derivadas sobre una amplia gama de aspectos productivos y tecnológicos. Por ejemplo, como consecuencia de esta nueva racionalidad, se observan también ingentes acciones en la arquitectura y construcción, con técnicas que buscan ser compatibles y más sustentables con el ambiente (materiales ecológicos, reciclado de agua, edificios energéticamente autosustentables, etc.), marcando impactos en sectores productivos más allá de los relativos a la generación y el manejo de la biomasa.

Lejos de la prolijidad de los textos académicos y más cerca de los desequilibrios cotidianos, ante los cambios de paradigma y la necesidad por una nueva institucionalidad, las

señales de precios fallan al no recoger todos los aspectos novedosos; por caso, al inicio no hay normas para nuevos mercados ni una oferta de bienes públicos acorde con ello.

La producción, ante la exigencia impuesta por el nuevo escenario global –derivado de los cambios estructurales mencionados–, se verá empujada a modificar su organización y proceso para volverse más eficiente. A su vez, el avance tecnológico deberá aportar respuestas a las exigencias que surgirán del nuevo modo productivo. Visto así, la bioeconomía podría ser una potencial oportunidad de respuesta política, procurando establecer un sendero de desarrollo sustentable, en respuesta a los desafíos globales, más que una apuesta a un nuevo paradigma tecnoproductivo (Bisang y Felici, 2024; Bisang, Regunaga y Trigo, 2018).

2.4. La biomasa como eje

Gran parte del desafío futuro de la bioeconomía pasa por el manejo eficiente de la biomasa: en la producción, su procesamiento y su uso. Y como capítulo adicional, todo lo inherente a los servicios de mantenimiento y reposición de la salud y otros servicios ecosistémicos. A lo largo de esas tres etapas es fundamental reducir -y evitar, si es posible- el desperdicio, lo que reducirá la demanda sobre la biomasa virgen.¹⁴ La bioeconomía comprende la idea del uso de la tierra y la seguridad alimentaria optimizadas a través de una producción sustentable, eficiente en recursos y ampliamente libre de residuos, contribuyendo a una economía circular.

La circularidad descansa fuertemente en el manejo de residuos, mediante su valorización y prevención. Junto a la idea de la circularidad, se hace fuerte la noción de “uso en cascada”, definida por la Agencia Alemana de Ambiente como “la estrategia para el uso de insumos biológicos o los productos realizados con ellos, en etapas secuenciales cronológicamente a lo largo, seguido y eficientemente posible para cada material en función de recobrar su energía al final del ciclo de vida del producto”.¹⁵

El avance de las TIC está contribuyendo fuertemente a implementar procesos circulares y en cascada, lo que abre el espacio al surgimiento de múltiples empresas que brinden nuevos servicios que van desde drones y servicios satelitales para el control de la cosecha hasta empresas de manejo de bases de información para el control y simulación de plagas, pasando por la gestión de plantaciones forestales, entre otras. Desde ese lugar, el campo de la bioeconomía abarca o, mejor dicho, intersecta a un conjunto de sectores en su totalidad -el agropecuario; forestal, alimenticio y acuícola-, así como parcialmente afecta e involucra a parte de otros -industrias químicas y de materiales y energía-.

14. El Panel Europeo en Bioeconomía estima que la producción de alimento demanda 20 veces más energía que las calorías que produce; a su vez, afirma que entre el 30 y el 40% de la biomasa proveniente de la agricultura y la acuicultura es desperdiciada en la cadena que va de la granja al tenedor.

15. Ejemplos ya existen, por ejemplo, en la producción de biodiesel, cuando se obtiene glicerina, como subproducto, la misma se utiliza primero para producir materiales, y luego para energía. Asimismo, puede mencionarse el caso de la industria forestal, donde primero se obtiene madera sólida, de la que se obtienen muebles, paneles, chips reciclados, y recién allí se quema. Potenciar el uso en cascada de la biomasa depende de aspectos organizativos y desarrollos tecnológicos.

Así lo define varias veces la Unión Europea. Por otro lado, al avanzar las exigencias por pensar un nuevo modo de aprovechamiento más eficiente de la biomasa, aparece un amplio espacio por la aplicación y desarrollo de nuevo conocimiento y tecnologías.

En este sentido, se pueden mencionar dos plataformas tecnológicas -que también cruzan varios sectores- como las de mayor impacto para el desarrollo de la bioeconomía: la biotecnología y la nanotecnología. En este último caso, sería la aplicación de la primera a escala nano, por lo que se puede hablar exclusivamente de la primera sin por ello desentenderse de la segunda. Evidentemente sería muy difícil imaginar el desarrollo de estas plataformas sin todos los avances y herramientas que aportan las TIC, ya que hace falta el manejo de amplias bases de datos para poder desarrollar la investigación biotecnológica. La concurrencia de estas corrientes tecnológicas se ve ejemplificada en los servicios de genotipados, la medicina remota, y, entre otros, en los procesos guiados de mutagénesis en genética vegetal.

Desde este recorte, centrado en la plataforma biotecnológica, entrarían dentro de la bioeconomía variados sectores. Pero, a su vez, si se focalizara exclusivamente en el desarrollo y aplicación de conocimiento de base biotecnológica, se corre el peligro de dejar de lado importantes actividades “convencionales” que hacen a la producción de biomasa (como el sector forestal) y que, como tal, tienen raíz bioeconómica. Es este balance entre los dos componentes que hacen a un nuevo paradigma (el tecnológico y el productivo) lo que lleva a tener que ser muy precavidos a la hora de adoptar una definición sobre qué es la bioeconomía, ya que se corre el riesgo de dejar fuera del accionar y planificación de políticas a sectores con potencial y relevantes para el desarrollo.

Así, los países adoptan definiciones con uno de los dos sesgos, que luego se ven reflejadas en las políticas diseñadas, las acciones a encarar y los sectores a favorecer. Si el énfasis se pone sobre la producción de biomasa -al estilo de los países de la Unión Europea-, entonces todo el sector de la salud, sus avances e impactos sobre la vida como la conocemos, posiblemente no sean tenidos en cuenta en su total relevancia y potencial. Si, por el contrario, la política se basa en una definición más orientada por la aplicación de desarrollos tecnológicos sobre lo biológico -como la estrategia de Estados Unidos-, se tiende a subsanar el problema de dejar de lado al área de la salud, pero se puede excluir a los sectores más tradicionales relacionados con la producción de biomasa.

Es importante, por lo tanto, rescatar que la bioeconomía exige una definición extensa que permita abarcar ambos aspectos y, por lo tanto, incluir el espectro más amplio de sectores, al tiempo de fomentar la articulación entre la esfera propiamente productiva con la tecnológica. La bioeconomía debe ser un paraguas suficientemente grande como para contemplar ambos aspectos -lo productivo y lo tecnológico- e incluir acciones que contemplen el lado tecnológico, así como los avances productivos, en el armado del tejido a cubrir.

2.5. Caracterizando el cambio técnico

Por último, otro aspecto a destacar a la hora de pensar sobre este nuevo fenómeno es que la historia marca que los paradigmas tecnoproductivos se imponen a partir de una “familia de innovaciones” -de producto, proceso y organización-. Además, los anteriores paradigmas tecnoproductivos se consustanciaron en desarrollos comerciales exitosos, sostenidos por empresarios schumpeterianos, a partir de nuevas tecnologías que transformaron en factor clave, escaso y estratégico un insumo determinado (carbón, acero, petróleo, silicio-datos, entre otros) -base de la familia de innovaciones-. Todo ello, cruzando la esfera socioproductiva transversalmente, y traccionando a posteriori un marco regulatorio adecuado para modelar al nuevo modo de producción.

Llevados estos conceptos al caso analizado, no se observa una amplia familia de innovaciones ni un grupo dominante de nuevos empresarios con ese poder. Sin embargo, en el caso de la bioeconomía, se observa una activa presencia inicial de las políticas públicas que -en mercados específicos- crean las condiciones para la consolidación de nuevas actividades, procesos y tecnologías,¹⁶ a la espera de estimular el surgimiento de esos empresarios innovadores y sus innovaciones. Es decir, se está buscando generar el entorno institucional que potencie el surgimiento del nuevo paradigma, que pueda resultar en una respuesta a los desafíos globales antes de que el mismo sea una realidad imperante. De allí que se vuelve mucho más relevante la definición y comprensión del fenómeno que delimite el campo de acción para intervenir.

Un punto de partida para identificar los nuevos énfasis institucionales y las políticas asociadas se encuentra en el tipo de cambios involucrados. La bioeconomía implica cambios en el qué, el cómo, el cuándo y el dónde de la actividad económica. El qué refiere a que se trata de nuevos productos -o de ya existentes, pero con características diferenciadas por el tipo de insumos que utilizan y consecuencias determinantes en sus ciclos de vida, u otros factores como la huella de carbono, etc.-; el cómo en cuanto a que las tecnologías y los procesos que se utilizan en la producción son de base biológica, y/o utilizan carbono renovable como su base energética; el cuándo, en la mayoría de cuyos casos los tiempos están determinados por los ciclos biológicos o climáticos; y el dónde, particularmente en los procesos vinculados a la biomasa, donde las características físicas de la misma -dada su concentración energética- hacen antieconómico su traslado a grandes distancias. Las respuestas a estos interrogantes son diferentes de acuerdo con cada una de las sociedades.

El análisis que hemos desarrollado previamente deriva del aprendizaje de anteriores estrategias de desarrollo pensadas para el nuevo “objeto económico”: i) materia prima abundante y sostenida (oferta de biomasa); ii) bienes de capital críticos; iii) tecnologías disruptivas; iv) modelo de organización de la producción; v) bienes públicos y otras necesidades que demanda el nuevo modelo.

16. A modo de ejemplo cabe señalar el uso de los bioplásticos, donde los desarrollos comerciales exitosos no devienen de las señales de precios de los mercados, sino de las preocupaciones gubernamentales por los problemas de no biodegradación.

Aproximemos -no sin cierta dosis de prudencia- las especificidades de cada caso en función del abordaje bioeconómico. Como se expresó previamente, la bioeconomía plantea que el set de insumos disponibles se compone de las dotaciones naturales totales con que cuenta la sociedad (y desea mantener) -tierra, agua, clima, etc.- que son finitas y están sujetas a un sistema estable de circulación de energía. A partir de ellos, se trata, en definitiva, de establecer procesos que sean compatibles con dichos equilibrios generales -cuya última restricción es la naturaleza- transformando la energía disponible, recirculándola bajo la forma de producción de bienes y servicios, y retornándola con la menor pérdida posible al sistema.

En este enfoque existen algunas especificidades que le otorgan características particulares.

a) *Bienes de capital y entes vivos*. El proceso de transformación productiva se da a través de un ser vivo. La “maquinaria o el bien de capital” que capta y transforma la energía, el ente que transforma insumos -tierra, aire, luz, u otros- en un producto intermedio o final, es un ser vivo preexistente en la naturaleza; a diferencia del esquema económico tradicional, donde el bien de capital es desarrollado por el ingenio humano, en este caso la “arquitectura general” del bien de capital preexiste en la naturaleza. La novedad, gracias al avance de la ciencia, es pasible de ser modificada por vías tecnológicas. De allí que la biodiversidad existente en un espacio determinado puede ser considerada como un potencial factor de producción, a partir del nuevo conocimiento y las herramientas tecnológicas para intervenir sobre ella.

MAQUINARIA DE BASE BIOLÓGICA

Con este abordaje, una semilla es un bien de capital provisto en su conformación inicial por la naturaleza y pasible posteriormente de mejoras técnicas, que transforma energía libre (luz, aire y temperatura) y nutrientes en granos para iniciar la cadena de producción. A posteriori, un animal continúa el ciclo: puede transformar granos o pasto en producción de carnes, leche o huevos (y una infinidad de subproductos) pasible de ingresar como insumos a una serie de producciones agroindustriales (para alimentos, para medicamentos o para bioplásticos). Se trata de “bienes de capital biológicos”. Una lógica similar siguen las producciones provenientes de la denominada “química verde”: la materia prima es la biomasa, conteniendo ligninas, celulosas, etc., a la cual se adicionan una serie de bacterias o enzimas que, en sus mecanismos de reproducción y alimentación, la transforman en biopolímeros (o en precursores de). Nuevamente, el bien de capital que realiza

la transformación es un ente vivo -la bacteria, enzima y hongo- que preexiste en la naturaleza, pero ha sido aislado, seleccionado y eventualmente mejorado. En varios casos, ya a nivel comercial y de manera exitosa, las enzimas-bacterias y otros similares reemplazan a las costosas instalaciones y los procesos asociados con el *cracking* del petróleo, para llegar a estructuras químicas a partir de las cuales se encadenan los posteriores procesos típicamente industriales. Similar esquema puede trasladarse a la nueva industria farmacéutica y los nuevos, o remozados, medicamentos (biosimilares y otros) a partir de la manipulación de moléculas a escala nano. Esto también abre lugar a una nueva industria de la salud, que establece una lógica absolutamente distinta a la vigente, alineada con una salud preventiva, antes que prescriptiva, con equilibrios dietarios, biomedicamentos a medida del paciente y terapias reconstitutivas, entre otros. Así, ciertas empresas que tradicionalmente revistieron en los carriles del sector alimenticio se vuelcan a salud. Ciertamente, se trata de una definición forzada de bienes de capital -bienes con capacidad de reproducir otros bienes- dado que no son, como en la versión original, fruto del invento humano sino, en el mejor de los casos, una readaptación de seres vivos existentes en la naturaleza, modificados por la intervención humana.¹⁷ Aun así, ambas acepciones -bienes de capitales industriales y biológicos- son pasibles de la aplicación de diversas formas de derechos de propiedad. Pero mientras que, en el primero de los casos resulta claro que tales derechos tienen una forma definida (por lo general las patentes), la aplicación en el segundo de los casos es más polémica dado que se trata de proteger y apropiar un ser vivo (en todo caso “descubierto” -y a veces modificado-, pero no inventado) existente en la naturaleza (Kloppenborg, 2004; Boettiger *et al.*, 2004; Olmstead & Rhode, 2008).

Esta característica deviene en la conformación del ecosistema empresarial de la bioeconomía: además de aquellas empresas tradicionales relacionadas con la alimentación, la producción de medicamentos y la química, aparecen otras de neto corte biológico orientadas a las producciones de genética vegetal y animal, a la reproducción de bacterias y enzimas y al abastecimiento de servicios especializados (bio-remediación de suelos, tratamientos de efluentes, etc.). Al igual que en el mundo de la electrónica aplicada, la red de empresas y los contratos parece ser la forma de organización de la producción a escala global; de allí su adscripción al concepto de cadenas globales de valor en el abordaje de estos conglomerados empresarios. La red aparece también como el modelo organizacional utilizado para la generación y aplicación de innovaciones tecnológicas en estas actividades (Van Lancker *et al.*, 2013).

17. Una distinción no menor: mientras un torno realiza automáticamente uno o varios procedimientos sin mayores posibilidades de cambiar su rutina, los seres vivos considerados como bienes de capital -semillas, enzimas, hongos, bacterias, moléculas- tienen, por su propia conformación, la posibilidad de mutar adaptándose reactivamente a las condiciones del entorno.

b) *Tiempos de producción y autonomía del proceso: nueva forma de organización de la producción.* En un esquema industrial convencional el bien de capital (o un conjunto de ellos) forman parte de un proceso que responde, dinámicamente, a la puesta en marcha de una decisión empresarial. Más allá de que algunas producciones sean de flujo continuo y otras discontinuas, tradicionalmente la decisión de ponerlas en marcha y regular su ritmo responde a decisiones empresariales. A diferencia de ello, el mundo industrial basado en las transformaciones biológicas depende de los tiempos de transformación biológicos. Así, los períodos que se extienden de la siembra a la cosecha demandan un lapso no plenamente modificable. Los procesos de descomposición de frutas y hortalizas tienen alto grado de autonomía. La velocidad de reproducción y alimentación de bacterias escapa al control humano. Todo ello hace que las actividades productivas que tengan como epicentro a las transformaciones en base a entes biológicos se encuentren ceñidos a lapsos temporales propios, más allá de la decisión empresarial, lo que implica, a nivel de modelo de organización de la producción, un complejo proceso de coordinación con las posteriores etapas productivas y con los ritmos de la demanda, que tiene, complementariamente, un costado financiero a compatibilizar.

c) *Especificidad territorial, biodiversidad y localización.* Dadas las particularidades propias de los procesos biológicos, los entornos -ambiente, clima, suelos, flora, fauna, etc.- son particulares a cada territorio y la producción de biomasa debe adaptarse a cada uno de ellos; o, dicho de otra manera, no se puede producir cualquier cosa, en cualquier lugar. Esto trae asociada una especificidad tal que, en principio -mientras la tecnología no lo permita-, ciertas producciones obligadamente deben desarrollarse en ciertas localizaciones espacialmente delimitadas, abriendo así oportunidades productivas dentro del territorio. Estas oportunidades pueden volverse amenazas. Su ocurrencia depende de la visión de conjunto de la sociedad sobre estas producciones y, en consecuencia, de las políticas a adoptar y las acciones que se lleven a cabo. Así, los espacios plausibles dentro del territorio de producir diversa biomasa verán y aprovecharán los beneficios de esta nueva oportunidad anclando inversiones o se transformarán en malos lugares de paso, como proveedores de biomasa en un modo extractivo.

d) *Rigideces y aprendizaje.* Un bien de capital tradicional repite secuencialmente una serie de pasos convirtiendo insumos en producto de manera seriada y reiterativa ("siempre hacen lo mismo de la misma manera"). A diferencia de ello, cuando el ente que realiza la transformación es un ser vivo, es de probable ocurrencia que dicha relación no sea siempre perfectamente estable; ello es así dado que los seres vivos tienden a reaccionar y adaptarse constantemente a los cambios de entorno. Como es muy difícil controlar todas las variables de entorno de forma precisa, la mutación tiende a ser la regla general; en otros términos, se trata de bienes de capital con capacidad de aprender y mutar -de hecho, la ingeniería genética se aplica a reducir y controlar tales "desvíos" en las conductas de los seres vivos-. Por ende, las actividades desarrolladas en base a estas técnicas derivan en un proceso de producción necesariamente variable -las enzimas se comportan siempre distinto por

lo cual hay que corregir constantemente el proceso- demandando organizaciones altamente flexibles en las decisiones y los proveedores especializados de servicios con alta capacidad de aprendizaje, y con base científica. Todo ello tiende a sustentar redes y a marcar la necesidad de un constante esfuerzo de las firmas en temas innovativos. En otros términos, una vez establecidos los parámetros de la nueva tecnología, y puesta ésta en funcionamiento, se desata un proceso de cambios menores; el mismo puede responder no solo a razones económicas, regulatorias y tecnológicas, sino que sean "gatilladas" por la reacción e inestabilidad de la propia materia prima, que -siendo de origen biológico- se reacomoda constantemente. Esto amerita un diseño de políticas públicas con la suficiente flexibilidad para adaptarse el "blanco móvil de las innovaciones" que deviene de la evolución biológica.

CONCLUSIÓN

Si bien se pueden identificar aspectos de la bioeconomía que llevan a repensar la teoría económica, así como también se pueden observar algunos indicios que podrían inducir a pensar en el surgimiento de un nuevo paradigma tecnoproductivo de base biológica, en la actualidad este concepto aglutina diferentes cuestiones vinculadas a la preocupación de establecer un sendero de desarrollo sostenible, de triple impacto: que sea ambientalmente amigable, productivamente rentable y socialmente inclusivo. Es decir, como una guía de propuestas para el rediseño de políticas públicas que, aprovechando el avance del conocimiento científico tecnológico en algunos campos del saber, pueda dar respuesta a la agenda global.

Así, la bioeconomía debe ser un paraguas suficientemente grande como para contemplar aspectos ambientales, productivos, tecnológicos y sociales. En tal sentido, una estrategia de desarrollo basada en bioeconomía, presuntivamente, da respuestas a desafíos que plantean los avances de la civilización sobre límites hasta hace poco impensados; pone en el tope de las agendas restricciones que por su naturaleza solo pueden ser resueltas a nivel global; y, en simultáneo, revaloriza el concepto de "lo local" toda vez que el "ámbito" donde se lleva a cabo la producción está muy relacionado con las especificidades de cada ecosistema. Trasladar decisiones, herramientas de *policy*, control de impactos y consecuencias intertemporales sobre la naturaleza conlleva a la incorporación de nuevas representatividades de grupos -interesados y/o involucrados- locales (no siempre con conocimientos profundos de los problemas); ergo, el diseño, la ejecución y el control de las políticas lentamente abandona el centralismo, los expertos y la planificación deslocalizada para nutrirse de los "afectados", para bien o para mal, locales -lo que se vincula con las nuevas tendencias de ciencia ciudadana o participativa, dado que la perspectiva de la nueva bioeconómica, como se planteó, se encuentra estrechamente vinculada al avance del conocimiento científico-tecnológico.

A su vez, incorpora a la agenda los temas de propiedad intelectual sobre seres vivos que -modificados o no- preexisten en la naturaleza, abriendo interrogantes que van desde el plano regulatorio a la bioética.

Se debe contemplar tanto el uso de la ciencia para dar sustento a nuevas soluciones más eficientes desde el tipo de vista ambiental y de la preservación de la biodiversidad -de la mano de la convergencia tecnológica en torno a la moderna biotecnología-, como el uso innovador y racional de la biomasa -lo que suma a las actividades tradicionales vinculadas a la producción de recursos naturales renovables-. Ejemplos de esta dinámica virtuosa se pueden ver en las alternativas ecológicas para la matriz energética -contribuyendo a una transición energética verde-, lo que lleva a repensar el resto de las actividades socioproductivas, desde aquellas ramas de la producción que se sustentan sobre el uso de recursos naturales renovables -la industria alimenticia- o son factibles de recurrir a insumos de este origen en reemplazo de otros -la industria farmacéutica- como otras áreas que pueden aprender de la naturaleza -como ser en la industria de la construcción, o en el diseño inteligente-.

La nueva base biológica de los procesos de transformación tiende a borrar las diferencias conceptuales entre actividades primarias, industriales y de servicios; desde el punto de vista de la organización de la producción, los conceptos de redes (donde se intercambian bienes, servicios, saberes, aprendizajes compartidos y concurrencia de objetivos) resultan más virtuosos que los mecanismos de mercados anónimos para entender el proceso económico. Además, la forma de organización de la producción tiene otros rasgos diferenciales: los tiempos de transformación no son plenamente controlados por el hombre, las relaciones insumos-productos siempre son variables y la homogeneidad de insumos y productos es la regla. En otros términos, el *policy maker* enfrenta -como materia de política económica- rutinas organizacionales claramente diferenciadas del modelo convencional.

Y lo hace con un aditamento: mientras que la bioeconomía se aplica a una gran cantidad de actividades interrelacionadas horizontalmente, demanda nuevos bienes públicos que son comunes a varias aplicaciones y se despliega en diversas jurisdicciones de aplicación (nacional, estadual, municipal), el Estado está organizado sobre la base de compartimentos estancos en función de actividades específicas (salud, ambiente, industria, agricultura). De allí que la coordinación al interior del propio sector público ocupe un lugar destacado en las agendas cotidianas de estas actividades. En otros términos, la organización estatal entra en tensión frente a la bioeconomía y requiere una readaptación funcional.

En el marco de un cambio de paradigmas, el conjunto potencial de aspectos diversos que abarca la bioeconomía deberá estar acompañado de un cambio en las reglas y normativas regulatorias – por ejemplo, el impulso al uso de biocombustibles, bioplásticos, o materiales renovables-, así como en las rutinas -de productores y consumidores- más amigables con el ambiente. Y además, permitiendo imaginar una mejor ocupación del territorio y utilización de los ecosistemas, a partir de nuevas oportunidades en la explotación de la biomasa localizada, contribuyendo a balancear las grandes concentraciones urbanas. Se trata de un doble objetivo: por un lado, sentar los nuevos *fundamentals*

para establecer nóveles mercados (desde normas de productos hasta institucionalidad de seguimiento y control) y, por otro, a posteriori, lidiar con su correcto funcionamiento. En un modelo donde además se replantean radicalmente el contenido, profundidad, generación y difusión de un nuevo conjunto de bienes públicos.

A otro nivel -el de las estrategias de desarrollo-, también la bioeconomía abre nuevas perspectivas. Las sociedades latinoamericanas abrazaron -con estrechos márgenes de posibilidades de elección- la estrategia de sustitución de importaciones como modelo de desarrollo; en economías dotadas plenamente de recursos naturales se identificó a la industria como vector tecnológico, motor de empleabilidad y equilibrador de desequilibrios externos. Con diversos resultados, según países y actividades, este enfoque entró en crisis en las últimas décadas del siglo pasado, tanto como marco interpretativo de la realidad como en su rol de guía en el proceso de formulación de políticas públicas. Los posteriores intentos de organismos globales (como el caso del Banco Mundial) de “establecer agendas” a partir de un mayor protagonismo del mercado, el fortalecimiento institucional y los diseños de políticas horizontales, tuvieron poco éxito a la hora de conformar un basamento sólido de una nueva estrategia de desarrollo. Esa suerte de “vacío conceptual” comenzó a evidenciarse en paralelo con la revalorización de los (abundantes) recursos naturales, los aprendizajes previos en materia de biología aplicada a la producción y la disrupción de la moderna biotecnología. A grandes trazos, mientras que la bioeconomía se emparenta -en los Estados Unidos- con la biotecnología aplicada capaz de recrear niveles perdidos de competitividad -y en el caso de la CEE lo hace desde la perspectiva del cuidado ambiental-, para buena parte de las sociedades latinoamericanas, la “industrialización eficiente y sostenible de lo biológico” aparece como una prometedora y superadora estrategia de desarrollo.

Una mirada panorámica -en búsqueda a la respuesta de la pregunta del título- indica que estrategias, políticos, grupos de presión y ciudadanía en general pueden encontrar en la bioeconomía una herramienta útil y pertinente para comprender la crecientemente compleja realidad global y local. Y sobre esa base y de manera más precisa, contar con una hoja de ruta para formular e implementar nuevas y eficientes políticas públicas. La bioeconomía podría trazar un nuevo sendero de desarrollo sostenible para América Latina, no excluyente de otros, pero si potencialmente beneficioso, dadas las condiciones estructurales que se tienen en materia de biodiversidad, genética, capacidades científicas y tecnológicas acumuladas, facilidades productivas e instituciones y actores necesarios para avanzar en una estrategia de desarrollo tecnoproductivo.

Para los *policy makers* la bioeconomía implica un doble desafío, por un lado, comprender la nueva noción; y por el otro, tener que pensar una nueva institucionalidad e instrumental para su desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

Bisang, R. & Felici, S. (2024). Aportes para un país diferente. La Bioeconomía como modelo, la Agrobioindustria como motor de desarrollo. Documentos de trabajo del IIEP, (87). Recuperado de: <https://ojs.econ.uba.ar/index.php/DT-IIEP/article/view/2981>.

Bisang, R., Regunaga, M. & Trigo, E. F. (2018). Instituciones y Políticas Bioeconomía. Recuperado de: <http://www.grupobioeconomia.com.ar/wp-content/uploads/2018/07/publicacion-Bioeconomia-bisang-trigo.pdf>.

Boettiger, S., Graff, G., Pardey, P., Van Dusen, E. & Wright, B. (2004). Intellectual Property Rights for Plant Biotechnology: International Aspects. Hoboken: John Wiley & Sons, Ltd.

Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11(3), 147-162.

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

German Bioeconomy Council (2015). *Synopsis and Analysis of Strategies in the G7. Bioeconomy Policy*.

Kloppenborg, J. (2004). *First the seed: the political economy of plant biotechnology*. Madison: The University of Wisconsin Press.

OCDE (2006). *Scoping document: The bioeconomy to 2030: Designing a policy agenda*. París: OCDE.

OCDE (2009). *The Bioeconomy to 2030. Designing a Policy Agenda*. París: OCDE.

Olmstead, A. & Rhode, P. (2008). *Creating abundance. Biological Innovation and America Agricultural Development*. Nueva York: Cambridge University Press.

Patermann, C. & Aguilar, A. (2018). The origins of the bioeconomy in the European Union. *New Biotechnology*, 40, 20-24.

Pérez, C. (2009). *Revoluciones tecnológicas y crisis financiera*.

Pérez, C. (2010). Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina: una estrategia de desarrollo productivo. *Revista Cepal*, 100.

Schmid, O., Padel, S. & Levidow, L. (2012). The Bio-Economy Concept and knowledge Base in a Public Goods and Farmer Perspective. *Bio Based and Applied Economics*. 1(1), 47-63. Florencia Firenze University Press.

UE (2014). *Where next for the European bioeconomy? The latest thinking from the European Bioeconomy. Panel and the Standing Committee on Agricultural Research Strategic Working Group (SCAR)*. Bruselas: Directorate-General for Research and Innovation.

Van Lancker, J., Hanseeuw, E., Kips, L. Viaene, J. & Monde-laers, K. (2013). A conceptual model for innovation research in the Bio-Economy. CABR. 17th ICABR Conference "Innovation and Policy for Bioeconomy", Ravello, 18-21 de junio.

Viaggi, D., Mantino, F. Mazzochi, M., Moro, D. & Stefani, G. (2012). From Agricultural to Bio-based Economics? Context, State of the art and Challenges. *Bio Based and Applied Economics*. 1(1), 3-11. Florencia: Firenze University Press.

2.2. LA BIOECONOMÍA EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA IBEROAMERICANA

RODOLFO BARRERE, LAURA TRAMA Y JUAN SOKIL *

PRINCIPALES AFIRMACIONES

- La bioeconomía se presenta como un modelo económico sostenible que utiliza recursos biológicos renovables para generar productos y energía de bajo impacto ambiental, reemplazando materiales y combustibles fósiles y fomentando el desarrollo económico y la innovación en armonía con el medioambiente.
- La biotecnología es una herramienta clave para la bioeconomía, facilitando la transformación de recursos biológicos en productos sostenibles, como biocombustibles, bioplásticos y alimentos. Esta tecnología también apoya la economía circular mediante la reutilización de residuos y contribuye a enfrentar desafíos globales como la seguridad alimentaria y el cambio climático.
- Iberoamérica tiene ventajas significativas para desarrollar la bioeconomía, como su riqueza en biodiversidad y recursos naturales, un sector agrícola robusto y capacidades en biotecnología. Estas condiciones, combinadas con políticas públicas de apoyo, posicionan a la región para aprovechar la bioeconomía como motor de crecimiento económico sostenible.

Bioeconomía

- La producción científica en bioeconomía ha crecido significativamente en los últimos diez años, triplicando su volumen. La cantidad de artículos científicos pasó de 1199 en 2014 a 6151 en 2023.
- China, Estados Unidos, India, Alemania y Francia son los países con mayor producción en bioeconomía. Desde 2019, China ha superado a Estados Unidos como el mayor productor, con un crecimiento rápido a partir de ese año. India muestra una especialización notable en bioeconomía desde 2020, representando el 13% de su producción total en este campo en 2023.

- La producción iberoamericana también ha crecido hasta representar el 14,3% de las publicaciones mundiales en bioeconomía, considerablemente superior a su participación del 8% de los artículos mundiales.
- España, Brasil y Portugal muestran altos niveles de colaboración internacional (60%, 43% y 51%, respectivamente). Ecuador, Uruguay, Chile y Perú, aunque producen menos, tienen porcentajes de colaboración internacional más altos (alrededor del 75%). En contraste, la colaboración intrarregional es limitada, destacando la oportunidad para fortalecer la cooperación interregional.
- Los estudios en bioeconomía en Iberoamérica se agrupan en temas como tratamiento de contaminantes y residuos, biodegradabilidad de plástico y polímeros, biocombustibles y procesos para remediación ambiental. Estos temas reflejan la orientación de la investigación regional hacia áreas de impacto medioambiental y desarrollo económico.

Biotecnología

- La investigación en biotecnología ha mostrado un crecimiento significativo a nivel mundial, aumentando un 66% entre 2014 y 2023.
- China y Estados Unidos lideran también la producción científica en biotecnología. China mostró un crecimiento de 2,6 veces en diez años, mientras que Estados Unidos creció un 26%.
- La producción científica en biotecnología en Iberoamérica creció un 54% entre 2014 y 2023, a un ritmo menor que el promedio mundial. La región representa el 8% de la producción global en biotecnología.
- La colaboración intrarregional en biotecnología ha aumentado, especialmente en países como Chile y Colombia. Mediante la firma conjunta de artículos se observa una red cohesionada de colaboración, liderada por España y Brasil.

INTRODUCCIÓN

Es posible definir a la bioeconomía como un modelo económico que se basa en el uso sostenible de recursos biológicos renovables - plantas, microorganismos, residuos agrícolas y forestales, entre otros- para la producción de nuevos bienes y servicios o incluso formas limpias de energía. De esta manera, es posible reemplazar materiales y combustibles fósiles con alternativas biológicas, promoviendo un desarrollo económico que minimice el impacto ambiental, favorezca la innovación y fomente el aprovechamiento integral de los recursos naturales. Se trata de un enfoque nuevo que combina el conocimiento y las capacidades generadas por la biotecnología, con los estudios económicos y de sostenibilidad para impulsar la transición hacia una economía circular y reducir la dependencia de recursos no renovables.

En ese sentido, la economía circular configura un modelo económico y de producción que busca reducir al mínimo el desperdicio y maximizar la reutilización, el reciclaje y el rediseño de productos y procesos. A diferencia de la economía lineal -producir, usar y desechar-, la economía circular promueve un ciclo continuo donde los materiales y productos se mantienen en uso durante el mayor tiempo posible, se regeneran y se reincorporan al sistema productivo, disminuyendo así la extracción de nuevos recursos y el impacto ambiental. En términos más amplios, la bioeconomía también busca optimizar la gestión de la biodiversidad, mejorar la eficiencia de los procesos productivos y generar empleo en sectores de innovación vinculados con la protección del medioambiente.

En ese contexto, la biotecnología juega un papel central en la bioeconomía. Es la principal área de las ciencias naturales que aporta las herramientas necesarias para facilitar la transformación de recursos biológicos en productos sostenibles como biocombustibles, bioplásticos, productos químicos de menor impacto ambiental, medicamentos y alimentos. A través de procesos como la ingeniería genética -potenciada en los últimos años por la incorporación de herramientas de edición génica-, es posible optimizar la producción agrícola y ganadera, mejorar la eficiencia de los recursos naturales y desarrollar alternativas a materiales derivados de combustibles fósiles.

Las herramientas biotecnológicas también facilitan la reutilización de residuos orgánicos y subproductos agrícolas, facilitando el modelo de economía circular que está en el corazón de la bioeconomía. Además, al innovar en combinación con áreas como la agricultura de precisión y las *AgTech* en general, la biotecnología contribuye a mejorar la sostenibilidad de los sistemas productivos, aumentar la productividad de los cultivos y reducir el uso de insumos químicos. Se logra así un marcado impacto positivo en la economía y en el medioambiente.

La bioeconomía y la biotecnología están en el centro de las soluciones para enfrentar desafíos globales como la seguridad alimentaria, el cambio climático y la salud pública. Desarrollar estas capacidades permite a los países estar mejor preparados para responder a estos desafíos y contribuir con soluciones de alcance mundial. Iberoamérica, y

en particular América Latina, tiene varias ventajas para el desarrollo de la bioeconomía, principalmente relacionadas con la abundancia de recursos naturales y la biodiversidad de la región. El clima favorable, la abundancia de recursos hídricos y grandes extensiones de tierras cultivables en distintos países iberoamericanos permiten una extensa producción de biomasa, sustento fundamental para la bioeconomía. Esto genera oportunidades tanto en la propia agricultura como en la generación de biocombustibles y otros productos de origen biológico.

Estas ventajas y oportunidades no se dan en el vacío, sino que son el resultado de una trayectoria histórica de acumulación de capacidades en la región. América Latina cuenta con un sector agrícola sólido y extensa experiencia en biotecnología, con capacidades instaladas el sistema de ciencia y tecnología de los países más grandes de la región, y con importantes experiencias de innovación en empresas de base biotecnológica en sectores que van desde el agro hasta la industria farmacéutica. A esto se suma una creciente tendencia a la tecnificación del sector productivo agrícola y ganadero, con una mayor presencia de tecnologías *Agtech*.

En ese contexto, la región produce una gran cantidad de residuos agrícolas y forestales que pueden ser aprovechados como biomasa para bioproductos y bioenergía, apoyando un modelo de economía circular. Todo lo anterior se combina con un apoyo creciente de los gobiernos en forma de políticas públicas específicas. En varios países latinoamericanos, los gobiernos están implementando incentivos para promover la bioeconomía, favoreciendo inversiones y proyectos en este ámbito.

Sin embargo, contar con capacidades científicas en biotecnología es fundamental para apoyar la bioeconomía. El dominio de esta familia de tecnologías permite desarrollar y aplicar soluciones innovadoras que, a diferencia de otros campos de desarrollo, requieren una fuerte adaptación a las condiciones locales. En el sector agrícola siempre es clave la adaptación a las condiciones locales de clima y suelo, entre otras. De allí la ventaja esencial de contar con capacidades científicas locales en el terreno de la biotecnología aplicada.

En paralelo, la aplicación de conocimiento a nivel local es siempre un factor potenciador de la generación de valor agregado. Las capacidades en biotecnología permiten transformar materias primas biológicas en productos de alto valor agregado como biofármacos, biocombustibles y bioplásticos, contribuyendo a la diversificación económica, a la creación de empleos calificados y al comercio exterior de la región.

Al mismo tiempo, contar con capacidades avanzadas en biotecnología convierte a los países en socios más atractivos para la inversión y la colaboración internacional en I+D, fortaleciendo las redes de investigación y aumentando los recursos que siempre resultan escasos en América Latina.

En este estudio abordaremos un análisis de la producción científica mundial sobre la bioeconomía a partir de artículos

científicos publicados en bases de datos internacionales. Haremos foco en la región iberoamericana y ahondaremos en los dos aspectos centrales de este campo; la bioeconomía -entendida como el conjunto de estudios sobre el desarrollo de este modelo desde las ciencias sociales y las políticas públicas- y en la biotecnología, como sustento científico de esos procesos.

FUENTES DE INFORMACIÓN Y SELECCIÓN DE DATOS

Si bien el conocimiento es de naturaleza intangible, el proceso de su producción deja ciertos rastros tangibles y medibles que permiten obtener una visión detallada de su evolución. Las publicaciones científicas representan uno de los rastros fundamentales de la producción de conocimiento y a partir de su análisis se pueden identificar tendencias en diferentes campos del conocimiento.

Las revistas científicas, junto con las normativas que rigen su funcionamiento, son el medio a través del cual los investigadores divulgan oficialmente los resultados de su trabajo. El conjunto de publicaciones científicas constituye el acervo de conocimiento validado y promueve los debates científicos. Para estudios de producción científica y el cálculo de indicadores bibliométricos, las bases bibliográficas son la fuente de información más utilizada, ya que permiten la extracción de datos estadísticos de esas publicaciones científicas. Estas bases contienen registros acumulados a lo largo de muchos años, incluyendo referencias bibliográficas que abarcan el título del artículo, los autores, su afiliación institucional, la revista de publicación y el resumen del documento, entre otros elementos.

La inclusión de revistas en estas bases de datos se realiza siguiendo estrictos criterios de calidad editorial (como el reconocimiento del comité editorial y la competencia académica de los revisores), junto con opiniones de expertos y análisis de las citas que reflejan la visibilidad de cada revista. Este proceso de selección también asegura una cobertura representativa de las áreas temáticas que la base de datos pretende abarcar. En el caso de las bases internacionales, el objetivo es cubrir la corriente principal de la ciencia global.

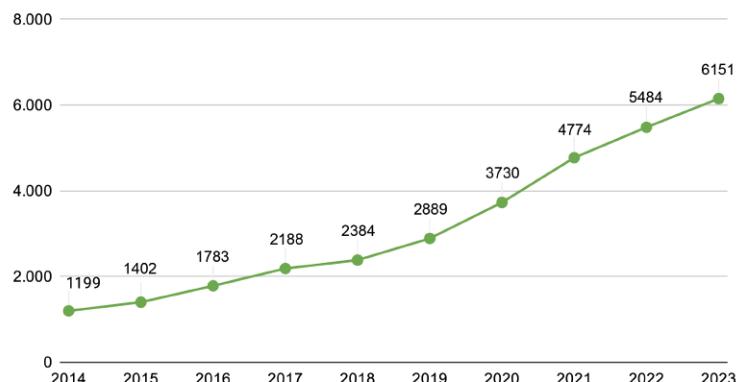
En este estudio en particular se empleó la base de datos Scopus, que incluye una colección de más de 25.000 revistas científicas de alto nivel, seleccionadas con rigurosos criterios de calidad y cobertura, representando la investigación en

la corriente principal de la ciencia internacional. La selección de datos se realizó en base a la presencia de una serie de palabras específicas presentes en el título, el resumen o las palabras clave de cada documento. Para el análisis del campo de la bioeconomía se siguió la estrategia de búsqueda propuesta por Gould *et al.* (2023), mientras que para la biotecnología se partió de la estrategia presente en Barrere *et al.* (2014), actualizada en base a búsquedas bibliográficas y consultas a expertos. Ambas estrategias de búsqueda se presentan en el anexo de este documento.

1. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN BIOECONOMÍA Y SU DESARROLLO EN IBEROAMÉRICA

Si bien el volumen de artículos científicos publicados en Scopus acerca de bioeconomía es relativamente pequeño en relación con otros campos, la producción científica en esta temática ha cobrado relevancia en los últimos diez años, acompañando la aparición de políticas públicas sobre el tema. El total de publicaciones en bioeconomía en 2014 fue de 1199 y en 2023 ese valor logró triplicarse hasta alcanzar los 6151 artículos a nivel mundial (**Gráfico 1**).¹

Gráfico 1. Evolución del total mundial de publicaciones sobre bioeconomía en Scopus (2014-2023)



Al analizar la cantidad de documentos por país de acuerdo con la procedencia de los autores, vemos que China, Estados Unidos, India, Alemania y Francia son los de mayor producción en el tema. La publicación por parte de autores chinos representa casi un 20% del total de documentos publicados en los últimos diez años y su crecimiento se acelera a partir de 2019, impactando en la evolución total de publicaciones en el campo. De hecho, el país con la mayor cantidad de artículos en bioeconomía hasta 2018 era Estados Unidos y, a partir de 2019, China pasa a ocupar ese lugar.

Si analizamos la evolución por país, ilustrada en el **Gráfico 2**, es interesante destacar el crecimiento que tuvieron los documentos de autores indios a partir de 2020. Las publicaciones de autores procedentes de instituciones de la India en Scopus representaron el 7,6% del total de artículos en 2023, mientras que en el caso de bioeconomía representó el 13%, lo que da cuenta de la especialización del país asiático en el tema.

1. Todos los gráficos publicados a continuación fueron elaborados por los autores de este artículo.

Gráfico 2. Evolución de publicaciones sobre bioeconomía en los cinco países de mayor producción (2014-2023)

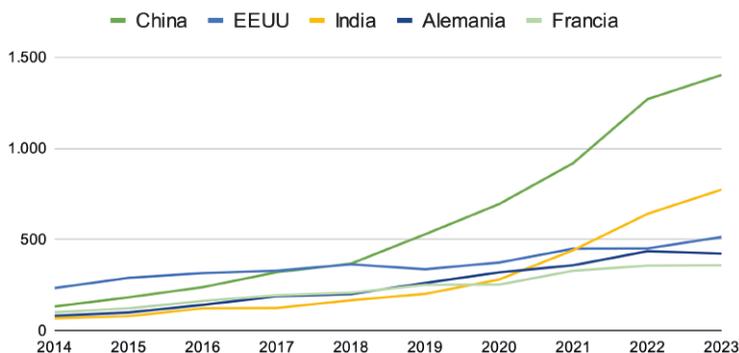


Gráfico 3. Evolución de publicaciones iberoamericanas sobre bioeconomía (2014-2023)

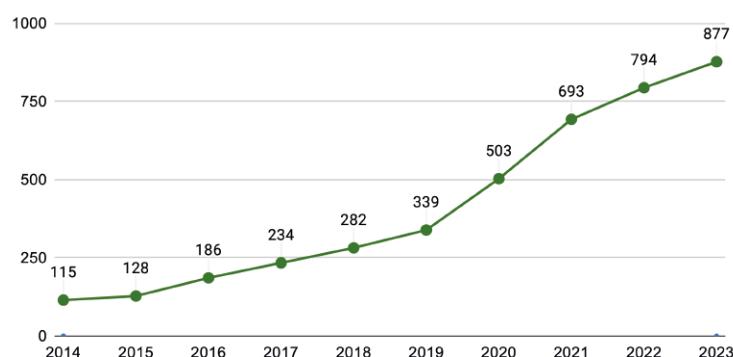
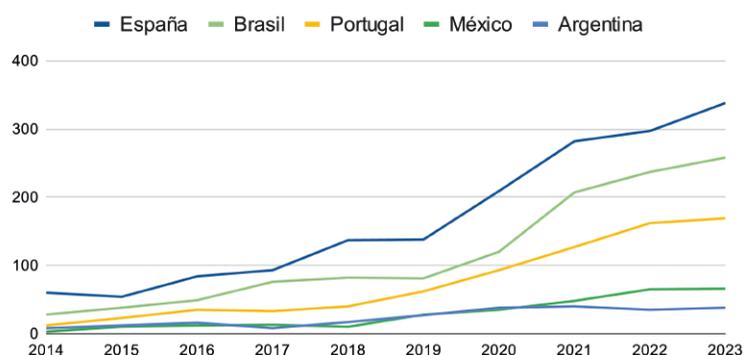


Gráfico 4. Evolución de publicaciones sobre bioeconomía en los cinco países de mayor producción de Iberoamérica (2014-2023)



En este contexto, la producción científica en bioeconomía del conjunto de países iberoamericanos también muestra una evolución positiva, pasando de representar en 2014 115 documentos a 877 en 2023. Si bien el volumen es menor, se trata de un valor cinco veces mayor al comienzo de la serie. Si bien es algo que ocurre también a nivel global, resulta importante el aumento de la velocidad de crecimiento a partir de 2020 (**Gráfico 3**).

Esta evolución hace que la producción iberoamericana sobre bioeconomía pase de representar el 9,5% del total mundial en 2014 al 14,3% en 2023. Se trata de un nivel de especialización creciente e

importante para la región que en 2023 participó del 8,2% de los artículos en Scopus en todas las disciplinas. Se trata de un factor interesante en función de las ventajas y oportunidades con las que cuenta la región en esta temática.

España, Brasil, Portugal, México y Argentina constituyen los primeros cinco países de la región de acuerdo con la cantidad de publicaciones en bioeconomía, según se muestra en el **Gráfico 4**. El de mayor volumen de publicaciones es España, con 338 documentos en 2023, y le sigue Brasil con 258. Ambos países incrementan su producción científica a partir de 2020, impulsando el crecimiento de la región al final de la serie.

En el **Gráfico 5** se muestra la cantidad de documentos relacionados con la bioeconomía que fueron publicados en total durante el período 2014-2023, según el país de origen de autores iberoamericanos. La distribución por país es muy desigual, con una participación muy fuerte de autores españoles con 1692 publicaciones que representan el 40% de los documentos de la región. En segundo y tercer lugar se encuentran Brasil, con 1176 artículos, y Portugal, con 756; luego aparecen México, Argentina, Colombia y Chile, con valores entre 100 y 300 artículos en todo el periodo, mientras que el resto de los países muestra una producción científica mucho menor.

El orden en el que se sitúan los países de acuerdo con el volumen de producción en bioeconomía es muy similar al ranking general de los países iberoamericanos según su producción en Scopus. En ese sentido, si bien la región como bloque cuenta con una determinada especialización en bioeconomía en relación con el resto del mundo, parece tratarse de un interés relativamente homogéneo por el tema dentro de Iberoamérica.

Por otra parte, resulta interesante analizar el nivel de colaboración que hay en la producción científica iberoamericana, teniendo en cuenta que la cooperación es una herramienta fundamental para el desarrollo de la ciencia regional, especialmente en una región que muestra una producción científica relativamente baja en el contexto mundial y muy desigual entre países, reflejando los bajos niveles de inversión en I+D y la heterogénea distribución de capacidades científicas que caracterizan a Iberoamérica.

En el **Gráfico 6** se muestra de qué manera se da la cooperación por país a nivel internacional y regional en los países que tuvieron una mayor producción científica en bioeconomía. España, el país de mayor producción en el tema, muestra un nivel de colaboración internacional que ronda el 60%, Brasil un 43% y Portugal un 51%. Ecuador, Uruguay, Chile y Perú tienen una menor cantidad de documentos, pero el peso de la colaboración a nivel internacional

en estas publicaciones es mayor, rondando el 75%. En comparación, si analizamos los porcentajes de artículos que fueron elaborados en colaboración con autores de otros países iberoamericanos, su peso es mucho menor. Solo se destaca Ecuador con un poco más de la mitad de las publicaciones llevadas adelante de manera colaborativa entre autores de la región. Si bien resulta lógico que la colaboración internacional se concentre en países de mayor desarrollo científico, es evidente que existe aún una oportunidad importante para extender la cooperación entre países iberoamericanos como una herramienta para el fortalecimiento de las capacidades de la región. En ese sentido, para identificar la existencia de un espacio colaborativo de investigación sobre la producción científica en Iberoamérica acerca de bioeconomía, se ha construido una red a partir de la firma conjunta de artículos por parte de autores de los distintos países de la región (**Gráfico 7**). Los lazos dan cuenta de esos vínculos de coautoría, que se incrementan en grosor en relación con la cantidad de artículos firmados conjuntamente. El tamaño de los nodos está dado por la cantidad de artículos acumulados por cada país en el periodo 2014-2023.

El resultado es una red en la que 14 de los 18 países iberoamericanos con publicaciones en bioeconomía se encuentran conectados a otros de la región. Sin embargo, la red muestra algunos lazos de vinculación mucho más fuertes que otros. Entre los países conectados se destacan España, Brasil y Portugal, no solo por su volumen, sino también por la cantidad de vínculos que establecen. De estos tres países, la colaboración iberoamericana para Portugal representa el 25% de sus documentos, principalmente con Brasil. Completan el espacio de mayor colaboración de la red México, Argentina, Colombia, Chile y Ecuador, todos ellos con un lazo de colaboración más fuerte con España.

Para comprender mejor el contenido de la investigación iberoamericana en bioeconomía hemos elaborado mapas conceptuales tomando como base las palabras clave consignadas por los autores de cada artículo y analizando su frecuencia de aparición y su concurrencia en un mismo artículo. Además, se generaron clústeres de las palabras con mayor proximidad.

En el **Gráfico 8** es posible obtener indicios del contenido temático de la producción científica en bioeconomía de la región. Cada palabra es

Gráfico 5. Publicaciones en bioeconomía por país. Total período acumulado (2014-2023)

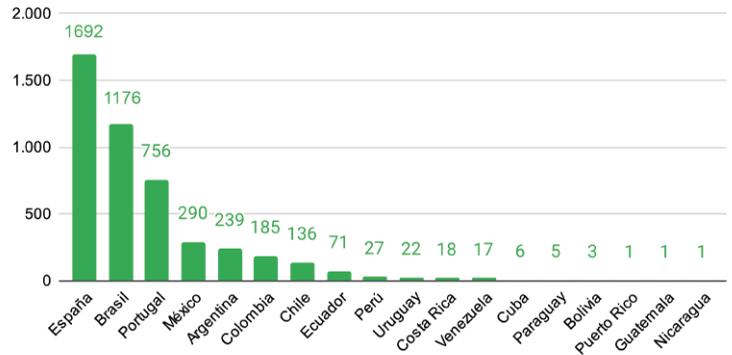
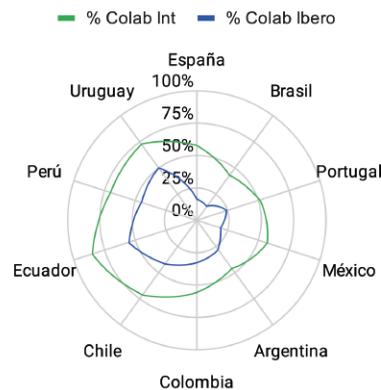


Gráfico 6. Colaboración internacional e iberoamericana de los países de mayor producción científica en bioeconomía de Iberoamérica. Período acumulado (2014-2023)



representada por un nodo cuyo diámetro está dado por la frecuencia de la palabra, y los clústeres de palabras con mayor vínculo están señalados mediante los colores de los nodos. Para simplificar la visualización y destacar las relaciones principales entre palabras, se han podado los lazos hasta dejar solo los más importantes en términos del mayor peso posible en toda la red.

En la parte superior derecha del gráfico aparecen, en color violeta, temas de investigación relacionados con el tratamiento de aguas residuales y procesos de tratamiento de contaminantes del agua o descomposición de residuos orgánicos. En el mismo sector, en color verde oscuro, aparece un clúster de palabras vinculadas a la biodegradabilidad de polímeros o plásticos, tema relacionado en gran medida también con el tratamiento de contaminantes en el agua. Este clúster -vinculado con polímeros y plásticos- presenta un desprendimiento hacia la parte superior en el que los términos pasan a relacionarse más con materiales aplicados para el envasado de alimentos. En el centro del gráfico, en color naranja, aparecen palabras como “transición vítrea”, “emulsificación”, “aceite de soja”. Ese clúster conecta más abajo, en color verde musgo, con conceptos asociados a procesos para la obtención de biocombustibles, un tema de importante desarrollo en la región y de mucho impacto económico en países como Brasil y Argentina. Por último, en la parte superior aparece un clúster en color violeta relacionado con la contaminación, especialmente del agua, y distintos procesos biológicos para su remediación.

2. INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA Y SU DESARROLLO EN LOS PAÍSES IBEROAMERICANOS

La investigación en biotecnología tiene una larga trayectoria, tanto a nivel mundial como regional. Por lo tanto, el volumen de documentos publicados en la base de datos de Scopus es muy superior al de los estudios sobre bioeconomía. La producción científica mundial en biotecnología durante el mismo período ha pasado de 111.987 documentos en 2014 a 185.871 en 2023. Mostró así un crecimiento del 66% en el decenio (**Gráfico 9**). Su ritmo de crecimiento no ha sido el mismo entre esos años, ya que su evolución muestra un período de crecimiento constante pero moderado entre 2014 y 2018, un aumento más acelerado hasta 2021 seguido de cierta estabilidad en 2022 y posterior caída en 2023.

Al igual de lo que sucede en otros campos de estudio, la investigación en biotecnología se encuentra liderada principalmente por autores de China y Estados Unidos. El ritmo de crecimiento de la producción científica a nivel mundial que describimos anteriormente es similar a la curva de crecimiento de las publicaciones de autores chinos que representan el 30% del volumen total publicado en biotecnología en el período. China pasó de 25.138 documentos publicados en 2014 a 66.092 en 2023, un número 2,6 veces mayor.

Estados Unidos, por su parte, muestra un crecimiento del 26%; en el ranking de países con más publicaciones le siguen Alemania, con una evolución del 34% entre 2024 y 2013; Reino Unido, con un crecimiento del 42%. India, en el quinto lugar, logró un ritmo de crecimiento similar al de China, pasando de 4899 documentos a 12.499 al final del período (**Gráfico 10**).

Las publicaciones llevadas a cabo por autores iberoamericanos mostraron una evolución positiva, aunque a un ritmo un poco menor que el total mundial. El crecimiento fue de un 54% más de artículos en 2023 con respecto a 2014. En 2013 Iberoamérica contaba con 9183 publicaciones científicas en biotecnología y en 2024 alcanzó un total de 14.166. La curva de la cantidad de documentos muestra un crecimiento sostenido hasta 2021 y a partir de allí comienza a descender lentamente la producción en el tema.

El volumen de artículos en biotecnología del conjunto de países de Iberoamérica respecto al total de publicaciones en el tema representa un 8%, un peso igual a la participación de la región en la base de datos de Scopus, teniendo en cuenta la producción en todos los campos del conocimiento. Es decir, no parece haber en la región un grado de especialización particular en este campo.

Gráfico 9. Evolución del total mundial de publicaciones sobre biotecnología en Scopus (2014-2023)

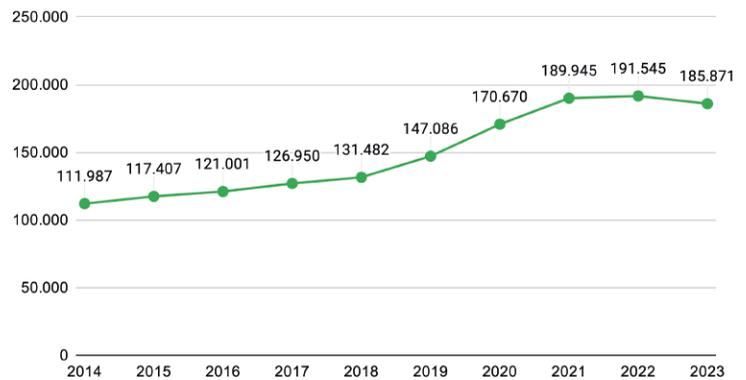
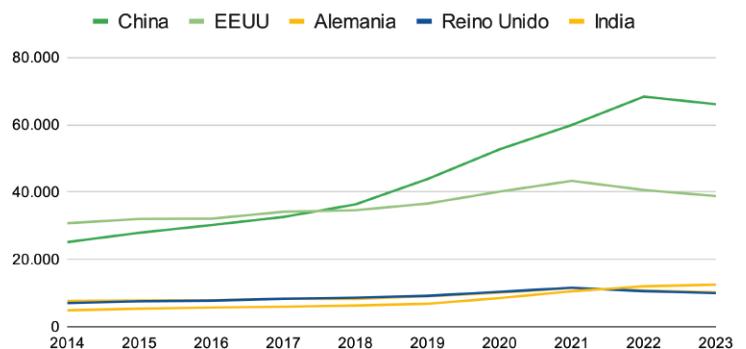


Gráfico 10. Evolución de publicaciones sobre biotecnología en los cinco países de mayor producción (2014-2023)



El ranking por países de producción científica en biotecnología es similar al de bioeconomía. España muestra un fuerte liderazgo en la región, representando el 39% de las publicaciones en biotecnología de Iberoamérica. Su crecimiento fue del 51% entre 2023 y 2014; es el país que impulsa el pico de publicación en 2021, y el posterior desaceleramiento que muestra la evolución regional. Brasil, ubicado en segundo lugar con un crecimiento del 49% de su producción entre 2023 y 2014, también muestra una caída en la cantidad de publicaciones en el último año. A diferencia de lo que veíamos en bioeconomía, México se posiciona en el tercer lugar, con un volumen de producción científica muy parecido al de Portugal. Sin embargo, la evolución del número de publicaciones es mayor, ya que pasa de 829 documentos en 2014 a 1614 en 2023, mientras que Portugal pasó de alrededor de 1000 documentos en 2014 a 1518 al finalizar el período aquí analizado. En quinto lugar, con un desarrollo menor al del resto de los países, se encuentra Argentina, que pasó de 529 documentos a 741 en 2024.

El **Gráfico 13** representa la cantidad de documentos por país iberoamericano en 2014 y 2023. Allí se puede observar, una vez más, la desigualdad en los niveles de desarrollo de la región. A los cinco países mencionados que lideran la producción científica en biotecnología, le siguen Chile y Colombia, pasando de 343 a 695 artículos en el primer caso y de 320 a 642 en el segundo. Si bien estos países muestran un desarrollo relativo menor en el tema, ambos lograron duplicar su producción científica en biotecnología. De la misma manera, el crecimiento que experimentaron Perú y Ecuador en los años bajo análisis es significativo, ya que en 2023 alcanzaron valores de publicación entre cuatro y cinco veces mayores respecto a lo publicado al inicio de la serie.

Gráfico 11. Evolución de publicaciones iberoamericanas sobre biotecnología (2014-2023)

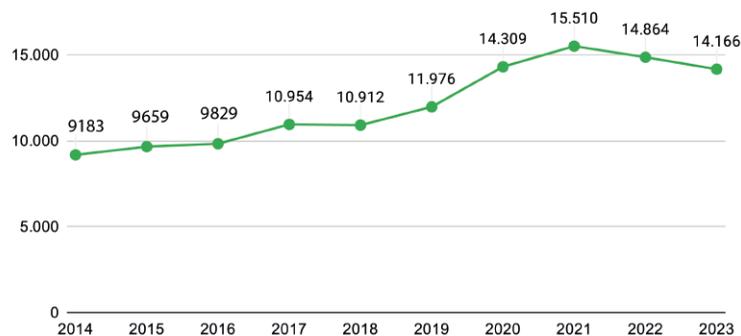


Gráfico 12. Evolución de publicaciones sobre biotecnología en los cinco países de mayor producción de Iberoamérica (2014-2023)

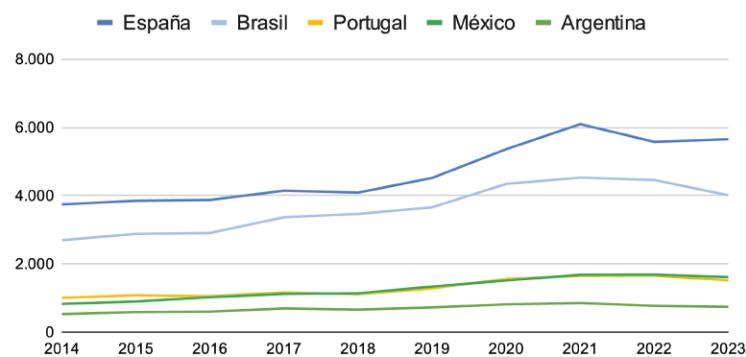
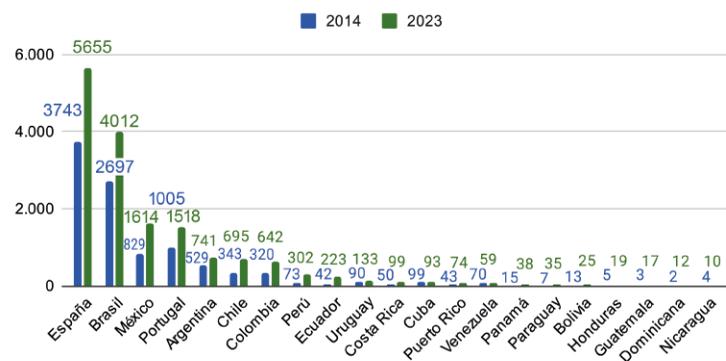


Gráfico 13. Publicaciones en biotecnología por país (2014 y 2023)



Es interesante analizar también cómo ha evolucionado la colaboración dentro de la región a lo largo del tiempo. En ese sentido, el **Gráfico 14** muestra dicha evolución para los países de mayor producción en biotecnología en Iberoamérica para 2014 y 2023. Allí podemos ver que la colaboración con autores dentro de la región se volvió más relevante para los casos de Chile y Colombia. En 2014 el 27% de los documentos firmados por autores chilenos fue realizado en coautoría con otros investigadores de la región, mientras que en 2023 la colaboración intrarregional representó el 41% de la producción chilena. En el mismo sentido, el peso de la colaboración intrarregional en Colombia pasó de 23% al 36% del total publicado en biotecnología.

En el caso de la biotecnología, la dimensión del campo de estudio y la larga trayectoria de investigación genera un entramado

importante de lazos de cooperación entre los países iberoamericanos. El **Gráfico 15** muestra una red de colaboración científica en biotecnología con un número considerable de lazos que abarcan a una mayor cantidad de países; es decir, una red más cohesionada que la que veíamos para la red de colaboración en bioeconomía. Es notoria la preponderancia de la colaboración con España, en primer lugar, y Brasil, en segundo.

En cuanto a los principales temas de investigación, el **Gráfico 16** da cuenta de los conceptos preponderantes en la investigación regional en biotecnología. El mapa fue construido, una vez más, en base a las palabras clave incluidas por los autores en sus artículos. Las palabras que concurren en más cantidad de documentos se agrupan hasta constituir clústeres y su frecuencia en el *corpus* de datos determina el tamaño de los nodos.

El resultado arroja la constitución de cinco grupos bien diferenciados. En verde claro aparecen los conceptos más frecuentes y están relacionados con temas generales, como expresión genética y metabolismo, y con herramientas usadas transversalmente en la biotecnología experimental. Hacia el centro, conectado con este, aparece en celeste un clúster vinculado con elementos para combatir patógenos como *escherichia coli* y *staphylococcus aureus*, así como diferentes conceptos relacionados con efectos antibióticos y antibacterianos. El clúster naranja, conectado más abajo, también está relacionado con herramientas de diagnóstico biotecnológico, como las pruebas PCR y el secuenciamiento genético.

El conjunto en color violeta en la parte superior está claramente identificado con el diagnóstico y tratamiento del cáncer. Se trata de un largo encadenamiento de conceptos, que abarca métodos de detección, tipos específicos de la enfermedad y un conjunto de conceptos asociados con la inmunoterapia. Por último, en verde oscuro en la parte inferior, aparece un clúster vinculado al terreno de superposición entre la biotecnología y la nanotecnología. Se destacan conceptos vinculados con el uso de polímeros biocompatibles, biomateriales, regeneración de huesos y tejidos, así como técnicas de liberación de medicamentos.

3. DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES PARA LA REGIÓN

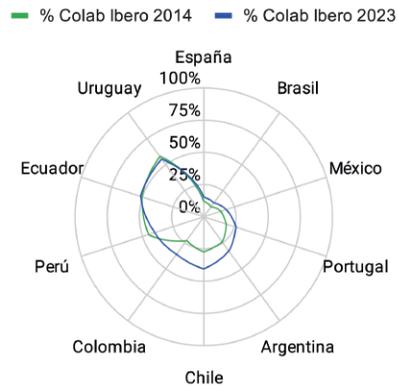
Como hemos visto, en el ámbito iberoamericano la investigación en bioeconomía ha mostrado un crecimiento notable. España y Brasil lideran este avance, aportando significativamente al

total regional y contribuyendo al posicionamiento de Iberoamérica como un bloque con especialización creciente en bioeconomía. Este crecimiento es especialmente relevante en un contexto en el que la región enfrenta desafíos relacionados con la sostenibilidad, el desarrollo económico y el cuidado ambiental.

En el caso de la biotecnología, España y Brasil también se destacan como líderes en producción científica. Otros países, como México, Portugal y Argentina, también contribuyen significativamente, aunque en menor medida. Este liderazgo de unos pocos países subraya las desigualdades en el desarrollo científico regional, situación que también se observa en otros campos de investigación y que revela oportunidades para fomentar la integración y colaboración.

Siendo que la cooperación intrarregional en Iberoamérica permanece limitada en comparación con la colaboración con países de mayor desarrollo fuera de la región, resulta vital fortalecer los vínculos de colaboración dentro de la región, potenciando la capacidad de respuesta a los desafíos comunes. Aumentar la colaboración entre países iberoamericanos permitiría no solo optimizar los recursos disponibles, sino también avanzar hacia una bioeconomía adaptada a las realidades y necesidades de la región.

Gráfico 14. Colaboración iberoamericana de los países de mayor producción científica en biotecnología de Iberoamérica (2014 y 2023)



Es una buena señal que los temas de investigación en la región muestren una notable diversidad. En el terreno de los estudios de la bioeconomía, destaca un enfoque hacia problemas ambientales, como el tratamiento de contaminantes y el desarrollo de biocombustibles, lo que subraya el alineamiento de la bioeconomía con los desafíos específicos de sostenibilidad y desarrollo de la región. En la biotecnología, los temas abarcan desde el diagnóstico de enfermedades y el tratamiento del cáncer hasta innovaciones en nanotecnología aplicadas a la biotecnología, dando cuenta también del peso de la investigación biomédica en los principales países de la región. Esta diversidad temática sugiere un panorama de investigación amplio y multidisciplinario, que podría fortalecer

Gráfico 15. Red de colaboración iberoamericana en biotecnología (2023)

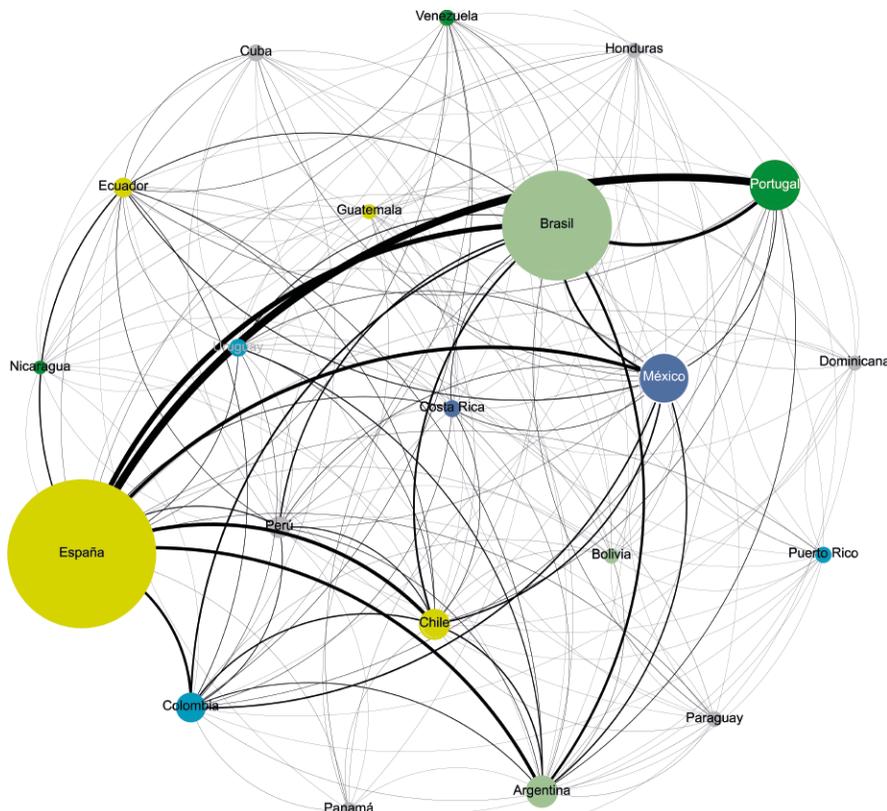
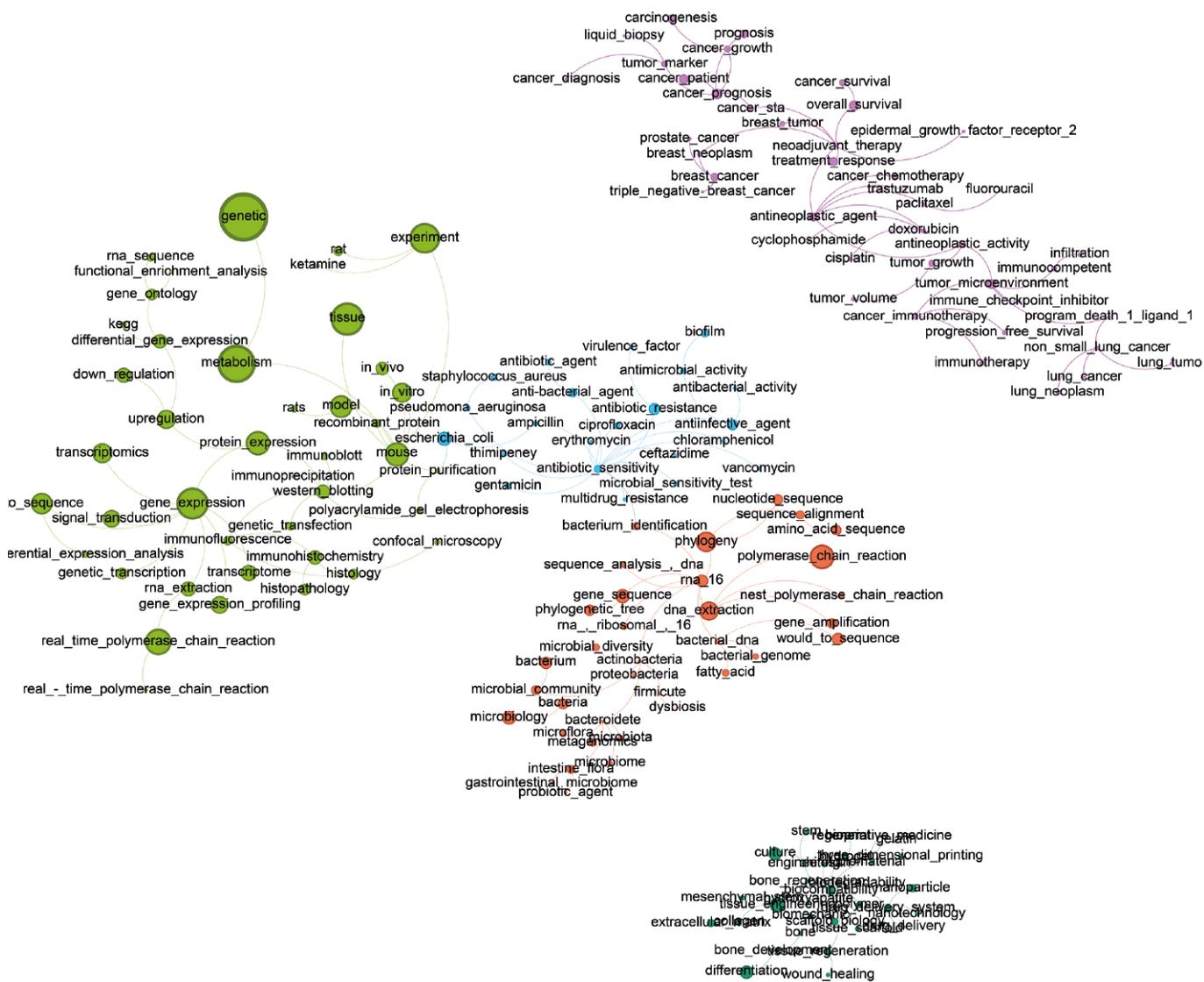


Gráfico 16. Mapa conceptual de la biotecnología iberoamericana



cerse con una mayor focalización en áreas estratégicas para la región.

En conclusión, el desarrollo de políticas específicas que promuevan la colaboración, la inversión en infraestructura y la especialización en áreas de alto impacto es esencial para el crecimiento de la bioeconomía en Iberoamérica, con el fin de que la región participe más activamente en el avance científico global en este campo. Las capacidades científicas en biotecnología resultan elementales para adaptar soluciones innovadoras a las condiciones locales -como el clima y el suelo-, potenciar el valor agregado en productos biológicos de alto valor y aumentar la competitividad de la región para atraer inversiones y colaboraciones internacionales en I+D.

BIBLIOGRAFÍA

Barrere, R., Liscovsky, R., Paredes, D. & Trama, L. (2014). Las tecnologías de propósito general en Iberoamérica. Situación actual y tendencias comparadas de la I+D en nanotecnología, biotecnología y TIC. El Estado de la Ciencia 2014, 45-75. Recuperado de: https://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2015/12/files_Estado-de-la-Ciencia-2015-E2015_TPG.pdf.

Gould, H., Kelleher, L. & O'Neill, E. (2023). Trends and policy in bioeconomy literature: A bibliometric review. EFB Bioeconomy Journal, 3. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bioeco.2023.100047>.

ANEXO

Palabras clave utilizadas en las búsquedas bibliográficas

Bioeconomía

- *bio-economy*
- *bioeconomy*
- *bio-based economy*
- *biobased economy*
- *circular bio-economy*
- *circular bioeconomy*

Biotecnología

- *biotechnology*
- *DNA sequencing*
- *DNA synthesis*
- *DNA amplification*
- *RNA sequencing*
- *RNA synthesis*
- *RNA amplification*
- *Genomics Pharmacogenomics*
- *gene probes*
- *genetic engineering*
- *gene expression profiling*
- *antisense technology*
- *peptide sequencing*
- *protein sequencing*
- *peptide synthesis*
- *protein engineering*
- *proteomics*
- *biodesulphurisation*
- *bioremediation*
- *biofiltration*
- *phytoremediation*
- *gene vector*
- *gene therapy*
- *viral vectors*
- *bioinformatics*
- *nanobiotechnology*
- *transcriptomics*
- *subunit vaccine*
- *recombinant protein*
- *virus like particle*
- *recombinant antigen*
- *metabolic engineering*
- *gene delivery*
- *siRNA*
- *PCR*
- *RT-PCR*
- *miRNA*
- *microarray DNA*
- *microarray protein*
- *CRISPR*
- *gene editing*
- *recombinant DNA technology*
- *genomics*
- *proteomics*
- *metabolomics*
- *bioinformatics*
- *gene therapy*

- *stem cell technology*
- *nanobiotechnology*
- *bioprinting*
- *tissue engineering*
- *personalized medicine*
- *biopharmaceuticals*

2.3. CÓMO CULTIVAR LA BIOECONOMÍA A TRAVÉS DE LA INNOVACIÓN AGRÍCOLA EN LA REGIÓN DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE *

INTAN HAMDAN-LIVRAMENTO, GREGORY D. GRAFF,
ALICA DALY Y FEDERICO MOSCATELLI **

INTRODUCCIÓN

La agricultura desempeña un papel fundamental en la bioeconomía. Ofrece oportunidades para reducir la dependencia mundial de los combustibles fósiles y otros recursos no renovables, ayudar a afrontar los retos del cambio climático y la escasez de recursos, y promover el desarrollo sostenible.

La agricultura contribuye de muchas maneras a la bioeconomía. El sector produce materiales orgánicos renovables para alimentos, piensos, fibras y combustibles. Los biocombustibles, por ejemplo, son una alternativa a los combustibles fósiles y constituyen una fuente renovable de energía. Promueve la economía circular centrándose en el reciclaje, la reutilización y la reducción de residuos. También promueve la salud del medioambiente a través de la gestión adecuada de los cultivos, el ganado y los recursos naturales puede conducir a un uso más eficiente de los recursos agrícolas. Un ejemplo de ello es la labranza cero, en la que el suelo previamente cultivado no se labra ni se ara para promover la conservación del suelo y mejorar su estructura y salud. Y lo que es más importante: la innovación en la agricultura puede promover la bioeconomía mediante la introducción de cultivos agrícolas y ganado que puedan utilizar los recursos agrícolas de forma más eficiente y minimizar la contaminación del medioambiente.

Además, las mejoras en la agricultura pueden promover el crecimiento económico, el descenso de los índices de pobreza y la mejora del estado nutricional. Tres cuartas partes de los pobres del mundo viven en zonas rurales y dependen del sector agrícola como principal fuente de ingresos. Por tanto, el crecimiento de este sector aliviaría la pobreza y elevaría los niveles de renta. Así pues, invertir en innovación agrícola puede tanto promover la bioeconomía como aliviar los niveles de pobreza. También crea oportunidades de crecimiento económico a través de diferentes vías.

Este artículo ilustra cómo cultivar la innovación agrícola basándose en las capacidades de innovación, lo que, a su vez, promovería la bioeconomía. Se basa en un novedoso indicador que mide las capacidades de innovación en tres dimensiones: ciencia, tecnología y producción (Moscatelli *et al.*, 2024; OMPI, 2024).

El artículo se organiza de la siguiente manera. La siguiente sección se centra en los rasgos específicos de la innovación en la agricultura y en por qué el fomento de la innovación en el sector requiere el apoyo del sector público. A continuación analizamos la complejidad creciente que ha ido asumiendo la agricultura e ilustramos el modo en que los ecosistemas de innovación más complejos tienen más probabilidades de ser resilientes al utilizar el indicador de capacidad de innovación. La penúltima sección se sumerge en el ejemplo de

* Este artículo se basa en el trabajo de Hamdan-Livramento *et al.* (2024) para el Informe Mundial sobre Propiedad Intelectual 2024: *Making Innovation Policy Work for Development*. Los puntos de vista aquí expresados son de los autores y no reflejan necesariamente los de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) o sus Estados miembros.

** *Intan Hamdan-Livramento*: economista principal. Departamento de Economía y Análisis de Datos, Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). Correo electrónico: intan.hamdan-livramento@wipo.int. *Gregory D. Graff*: profesor, Economía Agrícola y de los Recursos, Universidad Estatal de Colorado, Estados Unidos. *Alica Daly*: responsable principal de Políticas sobre Inteligencia Artificial y Datos. División de Propiedad Intelectual y Tecnologías de Frontera, OMPI. *Federico Moscatelli*: fellow, Departamento de Economía y Análisis de Datos, OMPI.

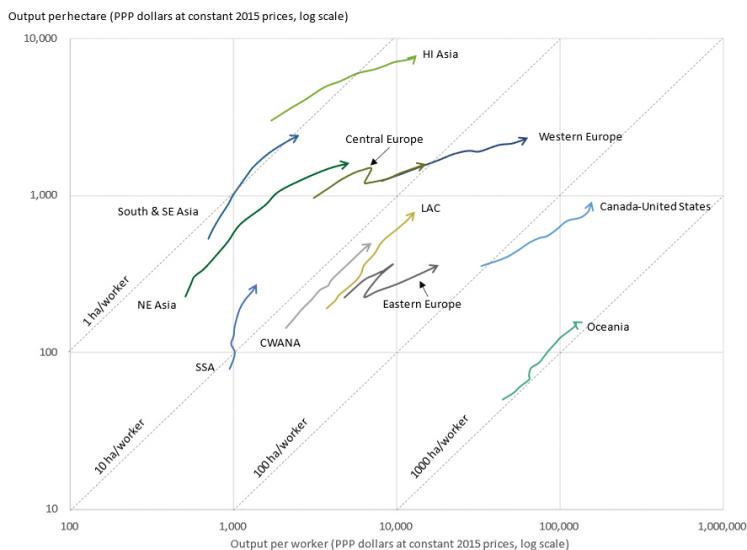
un centro de innovación agrícola en San Pablo, Brasil. Muestra cómo las políticas gubernamentales pueden fomentar las capacidades existentes y construir otras nuevas, creando nuevas oportunidades para el sector y promoviendo el crecimiento económico. La última sección presenta las principales conclusiones de este artículo.

1. FOMENTAR LA BIOECONOMÍA MEDIANTE LA INNOVACIÓN AGRÍCOLA

Lo que los países producen y cuánto producen depende de su capacidad para asignar y combinar eficientemente recursos escasos. Las diferencias en esta capacidad ayudan a explicar por qué los países tienen distintos niveles de productividad agrícola, aunque compartan una dotación similar de recursos naturales.

La innovación es el motor de la productividad agrícola. Ayuda a los agricultores a producir más, dados sus limitados recursos. Históricamente, las innovaciones agrícolas han incluido nuevas tecnologías y nuevos conocimientos que ahorraban mano de obra (máquinas de vapor, motores de combustión), mejoraban la tierra (fertilizantes, rotación de cultivos, labranza reducida), optimizaban el rendimiento (cría de ganado lechero, cultivos tolerantes a la sequía), y más.

Figura 1. Productividad de la tierra y del trabajo en la agricultura por regiones (1961-2020)



Nota: las líneas diagonales representan una relación tierra-trabajo (A/L) constante. CWANA = Asia Central y Occidental y África del Norte; HI Asia = Asia de renta alta; LAC = América Latina y el Caribe; NE Asia = Asia Nororiental; SSA = África Subsahariana; y South & SE Asia = Asia Meridional y Sudoriental. Fuente: Fuglie *et al.* (2024).

La capacidad de producir materias primas agrícolas de forma eficiente y sostenible depende de las capacidades innovadoras locales de cada país o región. Las capacidades innovadoras se refieren al conjunto de habilidades y conocimientos que se construyen a través de actividades científicas, tecnológicas y productivas. Se definen como la capacidad de un país para obtener resultados competitivos de un determinado campo del proceso de innovación, e incluyen habilidades y conocimientos (a menudo tácitos) que están arraigados en los individuos y que, a diferencia de las herramientas o los códigos, no pueden enviarse ni compartirse, respectivamente. Las capacidades innovadoras son, por lo tanto, los conocimientos científicos, tecnológicos y productivos que poseen los ecosistemas de innovación de cada país o región (Moscatelli *et al.*, 2024).

Los países altamente productivos tienden a tener mayores capacidades innovadoras. Son más capaces de adaptar y aplicar tecnologías complementarias que surgen en todo el mundo, se benefician de la diversificación y disfrutan de las ventajas dinámicas de la especialización en un mundo en el que incluso la agricultura se caracteriza por una creciente complejidad económica y tecnológica (Balland *et al.*, 2022). Esto explica la divergencia en los niveles de productividad agrícola de los países y sus capacidades para sostener el crecimiento económico.

La **Figura 1** ilustra la variación de la productividad agrícola en las principales regiones del mundo.¹ La productividad agrícola mejoró en todas las regiones entre 1961 y 2020. Sin embargo, algunas regiones han mejorado sus niveles de productividad más que otras. En pocas palabras, las regiones de Europa y América del Norte, así como los países asiáticos de renta alta, pueden producir más por superficie de tierra y trabajador que otras.

En agricultura, el nivel de capacidad innovadora de un país es un factor determinante de su trayectoria tecnológica agrícola (*AgTech*)² y puede explicar por qué países con condiciones similares observan niveles de productividad agrícola diferentes. Los sectores agrícolas de las economías con mayor complejidad económica tenderán a beneficiarse por la diversidad y sofisticación de sus ecosistemas de innovación. La forma en que lo hagan dependerá de factores como el marco institucional y las oportunidades tecnológicas y de mercado.

1. Las variaciones son en incrementos de medias de cinco años entre 1961 y 2020.

2. Empleamos el término «*AgTech*» para referirnos a las soluciones de base tecnológica que abordan los retos de la agricultura. Incluye innovaciones que aumentan la productividad de la tierra, por ejemplo a través de un mayor rendimiento de los cultivos por hectárea y el riego, el ahorro de mano de obra, el uso de herramientas de mecanización, el ahorro de costes a través de un uso mejor y más eficiente de los escasos recursos, o a través de herramientas de agricultura de precisión, y las variedades de plantas adaptadas al cambio climático o a las enfermedades, como las plantas resistentes a la sequía y a las plagas. En aras de la brevedad, no incluimos la innovación institucional.

1.1. La innovación agrícola es específica del contexto

Los economistas que estudian la innovación en la agricultura señalan que la innovación en el sector es específica del contexto, pero adolece de fallos del mercado como los que se observan en otros sectores, por ejemplo el manufacturero. En muchos países, el sector público desempeña un papel importante en la promoción y el apoyo de la innovación en el sector agrario. Esto puede atribuirse a los cuatro factores siguientes:

- En primer lugar, la industria agrícola está compuesta por pequeños agricultores y productores que se enfrentan a márgenes de beneficio estrechos e inciertos. Esta estructura difusa dificulta que estos productores inviertan en actividades innovadoras.
- En segundo lugar, los productos y las actividades agrícolas tienen rasgos de bien público. Los beneficios derivados de garantizar la seguridad alimentaria, una nutrición adecuada para la población y la sostenibilidad medioambiental tienen externalidades positivas que se extienden al resto de la población, no solo a quienes se dedican a las actividades agrícolas.
- En tercer lugar, las amenazas de plagas y enfermedades, el aumento de los precios de los insumos agrícolas y las condiciones meteorológicas extremas exigen un nivel de innovación continuo y constante en el sector, sobre todo para evitar la escasez de alimentos y combustible. Además, la innovación agrícola tarda mucho en dar sus frutos.
- En cuarto lugar, la innovación agrícola debe adaptarse al contexto local y a las condiciones agroecológicas. Esto implica que la tecnología agrícola que se ha desarrollado para una región no puede ser adoptada rápidamente por otra, especialmente cuando tienen condiciones agroecológicas distintas. Deben dedicarse recursos a adaptar esa tecnología a las necesidades y condiciones específicas de cada región, respetando su biodiversidad y sus requisitos medioambientales.

En las dos últimas décadas se ha producido un aumento del gasto del sector público en I+D agrícola, sobre todo en China y Brasil (Beintema *et al.*, 2020; Pardey *et al.*, 2016). Beintema *et al.* (2020) informan que los cinco países que más invierten en I+D agrícola son China, Estados Unidos, India, Brasil y Japón, que representaron más de la mitad del gasto mundial en I+D agrícola del sector público en 2016 (Figura 2).

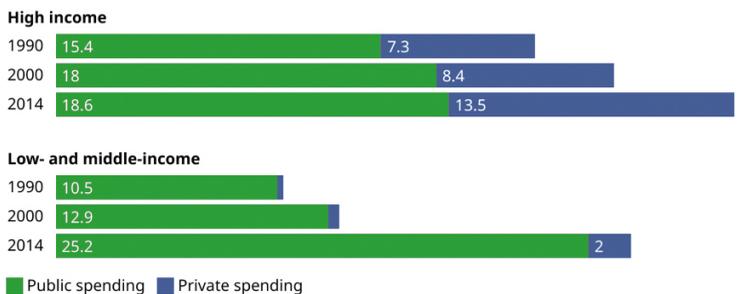
Al mismo tiempo, el sector privado del sector agrario está motivado por incentivos similares a los del sector manufacturero: empezaron a participar e in-

Figura 2. Gasto en I+D del sector público por regiones (años seleccionados)



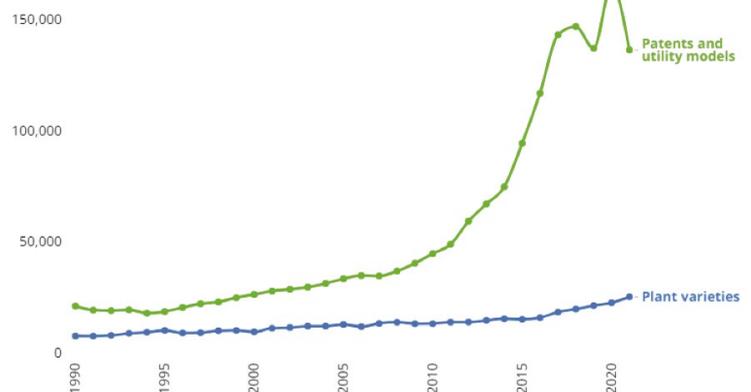
Nota: Para Asia Occidental y África del Norte, las cifras de 1981 y 2016 se basan en estimaciones. Fuente: Beintema *et al.* (2020).

Figura 3. Comparación del gasto en I+D agrícola (en miles de millones de PPA de 2011) del sector público y privado agrupado por niveles de renta de los países (años seleccionados)



Fuente: Beintema *et al.* (2020).

Figura 4. Número total de solicitudes presentadas en virtud de los sistemas de protección de patentes, modelos de utilidad y variedades vegetales equivalentes (1990-2020)



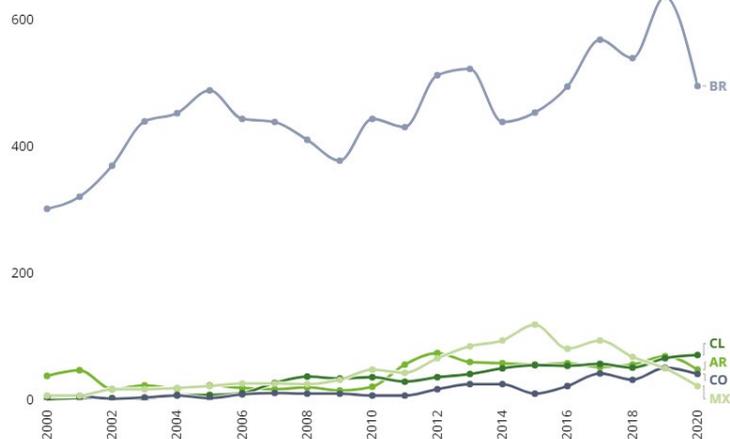
Fuente: EPO PATSTAT, OMPI.

novar en la agricultura cuando pudieron recuperar sus inversiones en innovación. En los Estados Unidos, la entrada del sector privado en la innovación agrícola se observó por el aumento de las inversiones en I+D del sector privado.

1.2. La innovación en agricultura está en auge gracias al sector privado

En la última década, el gasto público en I+D se ha estancado en la mayoría de los países de renta alta. En Estados Unidos, por ejemplo, el sector privado ha superado al público en lo que respecta a su gasto en I+D desde 2011 (Fuglie, 2016; Fuglie *et al.*, 2012). En este sentido,

Figura 5. Número total de solicitudes presentadas en virtud de los sistemas de protección equivalente de patentes, modelos de utilidad y obtenciones vegetales en la región de América Latina y el Caribe (1990-2020)

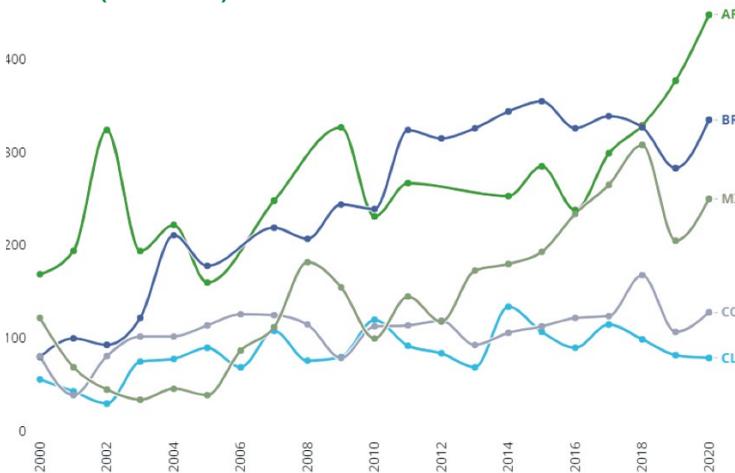


Fuente: EPO PATSTAT, OMPI.

Figura 6. Número total de solicitudes de patentes y modelos de utilidad en los cinco primeros países de ALC (2000-2020)



Figura 7. Número total de solicitudes de protección equivalente de obtenciones vegetales en los cinco principales países de ALC (2000-2020)



Fuente: EPO PATSTAT, WIPO, UPOV.

la innovación en el sector agrícola está empezando a reflejar la innovación en otros sectores, en particular el manufacturero, donde la mayor parte de la innovación corre a cargo del sector privado. La incursión del sector privado en el gasto en I+D agrícola empezó a repuntar cuando las empresas pudieron beneficiarse de sus inversiones en innovación. Un estudio atribuye este hecho en los Estados Unidos al cambio en la Ley de Propiedad Intelectual (PI), que permitió que determinadas tecnologías agrícolas solicitaran protección de PI en la década de 1980 (Wright, 2012).

La región de América Latina y el Caribe está compuesta por países con diversas capacidades de innovación. Los cinco países más innovadores de la región, medidos por las solicitudes de patentes y modelos de utilidad, son Brasil, México, Argentina, Colombia y Chile (Figura 6). La capacidad de innovación de estos países también puede observarse en el número de solicitudes equivalentes a obtenciones vegetales que se presentaron en el mismo periodo (Figura 7).

2. CRECIENTE COMPLEJIDAD DE LA INNOVACIÓN AGRÍCOLA

La cadena de valor agrícola es cada vez más compleja en términos de segmentos de valor diferenciados vertical y horizontalmente, agentes económicos y productos intermedios y finales. En los Estados Unidos, incluye más de 200 subsectores industriales y abarca desde insumos agrícolas (fertilizantes, semillas, tierras de cultivo, riego y mano de obra), pasando por la transformación, la fabricación y el envasado, hasta la venta final de productos y servicios a los consumidores. La innovación surge en muchos puntos de la cadena de valor agrícola, a menudo aprovechando avances tecnológicos de otros sectores de la economía: la biología molecular, la informática, las imágenes por satélite o la ciencia de los materiales.

2.1. Nuevas fuentes de conocimiento

La Figura 8 ilustra el potencial de cada segmento de la cadena de valor agrícola con sus diferentes agentes económicos como fuente de innovación que puede transformar el sector. Muestra cómo la innovación puede provenir tanto del sector agrícola como de los sectores agrícolas adyacentes. Además, la innovación en cada segmento de valor puede tener efectos indirectos en otros segmentos de la cadena de valor.

Los avances científicos y tecnológicos de los campos de la química, la biología y la biotecnología han permitido mejorar insumos agrícolas como los fertilizantes, los pesticidas y las variedades vegetales para los cultivos, y la genética ganadera, los medicamentos, las vacunas y la

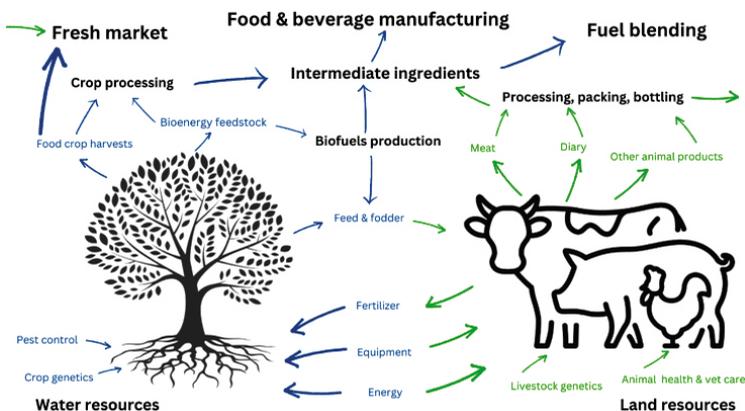
atención veterinaria para la salud animal. Las innovaciones mecánicas, como la máquina de vapor y el motor de combustión interna, que han supuesto un importante ahorro de mano de obra en la agricultura, se adaptaron a partir de tecnologías introducidas en otros lugares. Los logros de la ingeniería, como el riego, el ferrocarril, la infraestructura de datos y las nuevas tecnologías digitales como los sistemas de posicionamiento global (GPS), la agricultura de precisión y las que facilitan el acceso en tiempo real a la información meteorológica, el uso del agua y la vigilancia de la tierra, por ejemplo, también están transformando el sector. Incluso los avances en el envasado, el almacenamiento y la fabricación de productos agrícolas contribuyen a la mejora general de la productividad del sector.

Un estudio concluye que la mayor parte de las mejoras de la productividad en el sector agrícola procede de conocimientos ajenos al sector (Clancy *et al.*, 2020). Los autores examinaron el flujo de conocimientos de otras industrias hacia el sector agrícola utilizando citas de documentos de patentes a: i) otras patentes; ii) revistas académicas; y iii) conceptos basados en textos de posibles aplicaciones tecnológicas en la agricultura, y posteriormente los agruparon en seis categorías de sanidad animal, biocidas, fertilizantes, maquinaria, plantas y herramientas de investigación. Constatan que la mayor parte de las mejoras de productividad en el sector agrario corresponde a innovaciones en los subsectores de sanidad animal, fertilizantes y maquinaria. La fuente de conocimientos para estos tres subsectores principales de *AgTech* procedía de disciplinas de conocimiento no agrícolas. Además, la asimilación de estos avances científicos y tecnológicos puede atribuirse al hecho de que el desarrollo de estas tecnologías puede adaptarse al sector agrícola.³

2.2. Uso final diversificado

El uso final de estos productos agrícolas se ha diversificado. Tradicionalmente, la gente cultivaba para alimentarse. Hoy en día, el uso final de los productos agrícolas puede estar en una de estas tres categorías: alimentación, consumo de piensos para el ganado y fuentes renovables de energía. Las dos últimas categorías representan el 26% y el 8% del uso total mundial, respectivamente, mientras que el consumo de alimentos representa la mayor parte del uso final (OCDE, 2023). Cada una de estas categorías de consumo final agrícola puede requerir diferentes conjuntos de competencias y especialidades, así como normas y reglamentos distintos.

Figura 8. Vínculos entre los distintos segmentos de valor de la cadena de valor agrícola



Fuente: elaboración propia.

2.3. La difusión de conocimientos crea oportunidades en otras áreas

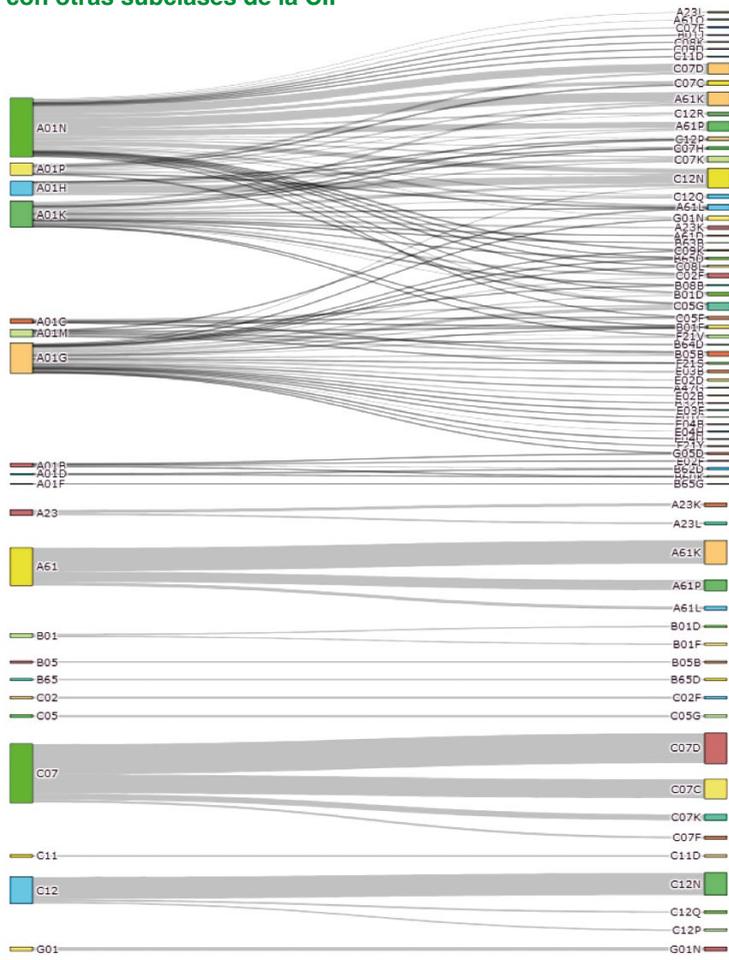
La cadena de valor agrícola tiene fuertes conexiones internas. Un cambio en un segmento de valor puede repercutir en otros a lo largo de la cadena. Por ejemplo, la evolución de la agricultura en materia de piensos y combustibles puede entrar en competencia directa con la producción de alimentos por la asignación de los escasos recursos de tierra y agua, así como de mano de obra y capital. El informe OCDE-FAO (2023) estima que es probable que el crecimiento del consumo de piensos y combustibles supere al del consumo de alimentos.

Sin embargo, la innovación y los avances en estas categorías no alimentarias pueden ayudar a construir las capacidades innovadoras locales del ecosistema de innovación y cambiar su trayectoria de innovación *AgTech*. Wiggins *et al.* (2015) señalan tres posibles complementariedades entre la agricultura de cultivos no alimentarios y la de cultivos alimentarios. En primer lugar, puede haber beneficios cruzados directos, en el sentido de que los compradores de cultivos no alimentarios pueden proporcionar a los agricultores insumos individuales, como fertilizantes, y formarles para que cultiven tanto alimentos como cultivos no alimentarios. En segundo lugar, puede haber efectos cruzados indirectos, ya que los agricultores pueden utilizar los ingresos obtenidos con el cultivo y la venta de estos cultivos para piensos y combustibles para financiar la compra de insumos para cultivos alimentarios, superando así las limitaciones crediticias. En tercer lugar, puede haber sinergias regionales. A nivel de aldea o de distrito, la producción de cultivos no alimentarios puede estimular la provisión privada de insumos, servicios agrícolas y servicios de comercialización que pueden extenderse a los cultivos alimentarios. Esto también puede animar al gobierno a invertir en carreteras locales y otras infraestructuras.

La nueva *AgTech* también puede tener repercusiones fuera del sector agrícola. Un examen preliminar de los campos tecnológicos asociados a las patentes *AgTech* muestra cómo estas tecnologías influyen en la innovación en otros campos. La **Figura 9** ilustra las coocurrencias de la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) relacionada con *AgTech* -«A01»- con otras subclases de la CIP, mientras que la parte inferior de la figura muestra las once principales subclases de

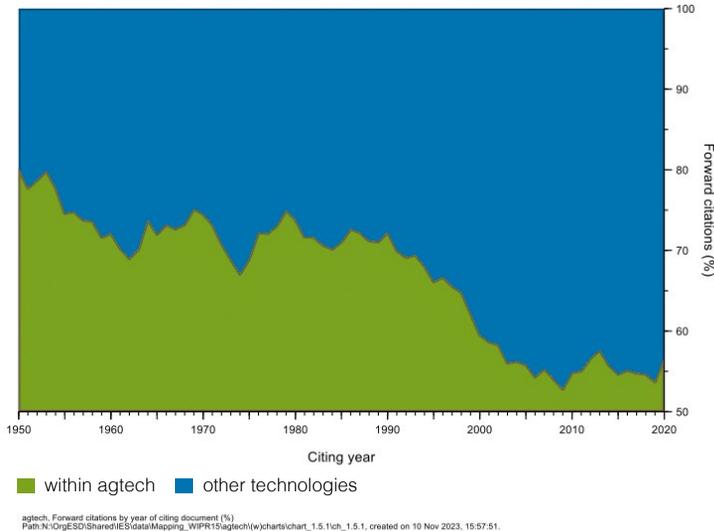
3. Véase Graff y Hamdan-Livramento (2019) para un ejemplo de cómo la biotecnología empezó a ganar tracción en el sector agrícola en los Estados Unidos.

Figura 9. Diagrama de Sandkey de las coocurrencias de «A01» con otras subclases de la CIP



Fuente: elaboración propia a partir de EPO PATSTAT; OMPI.

Figura 10. Proporción de citas prospectivas agrícolas y no agrícolas



Fuente: EPO PATSTAT; WIPO.

la CIP. En general, la *AgTech* tiende a asociarse con la innovación relacionada con la ciencia médica o veterinaria (A61), la química orgánica/fertilizantes (C07), la ingeniería genética (C12), los alimentos (A23) y los procesos físicos o químicos (B05).

Además, las citas de patentes *AgTech* muestran cómo la innovación en el sector agrícola se cita cada vez más en sectores no agrícolas. La **Figura 10** ilustra la proporción de citas prospectivas de patentes *AgTech* dentro del sector agrícola frente a las citas prospectivas de patentes *AgTech* fuera del sector. En 1950, el 80% de las patentes *AgTech* se citaba dentro del sector agrícola, pero en 2020 este porcentaje se reduce al 55%. Aunque la mayoría de las citas prospectivas siguen produciéndose dentro del sector agrícola, esto sugiere que la innovación en este sector económico “tradicional” está influyendo en sectores económicos “más nuevos”.

3. IMPORTANCIA DE IDENTIFICAR LAS CAPACIDADES DE INNOVACIÓN

Un ecosistema de innovación está formado por una red de partes interesadas en la innovación que operan dentro de un sistema, ya sea a nivel nacional, regional o mundial (OMPI, 2022). En la agricultura, como se observa en la **Figura 8**, estos vínculos son de varios niveles. En conjunto, dan lugar a las capacidades de innovación de los ecosistemas.

3.1. Las capacidades de innovación captan la resistencia del ecosistema de innovación

La capacidad de los países para innovar y aprovechar las oportunidades tecnológicas puede captarse a través de la diversidad y sofisticación de sus capacidades de innovación. Cuanto más diversas y complejas sean las capacidades de un país, más probable será que ese país pueda sostener su crecimiento económico mediante el progreso tecnológico.

La medida de las capacidades de innovación, introducida en el informe 2024 de la OMPI, realiza un seguimiento de las capacidades de un país basándose en tres dimensiones diferentes: comercio, publicación científica y tecnología. Para permitir la comparación internacional, la medida solo tiene en cuenta las exportaciones de los países, las publicaciones científicas internacionales y las solicitudes de patentes orientadas al extranjero (Moscatelli *et al.*, 2024; OMPI, 2024).

En cada dimensión, la medida evalúa: i) cuántas especializaciones tiene un país (diversidad); y ii) cuántos países tienen la misma especialización (ubicuidad). Los países que están especializados en muchos campos diferentes -y tienen especializaciones en campos que muy pocos países tienen- se consideran complejos. A continuación, estos países se utilizan como puntos de referencia para captar los conocimientos técnicos necesarios para dominar las capacidades en distintos ámbitos.

La **Figura 11** (lado izquierdo) muestra las capacidades de innovación de las economías de vanguardia en función de la complejidad de estos campos en las tres dimensiones de producción, ciencia y tecnología. La dimensión tecnológica es la más compleja de las tres. Esto significa que solo unos pocos países muestran especialización en todos los campos tecnológicos. Sin embargo, las *AgTech* no requieren el mismo nivel de complejidad que otros sectores o industrias (**Figura 11**, lado derecho). Esto hace factible que muchos países adquieran capacidades de innovación en *AgTech*.

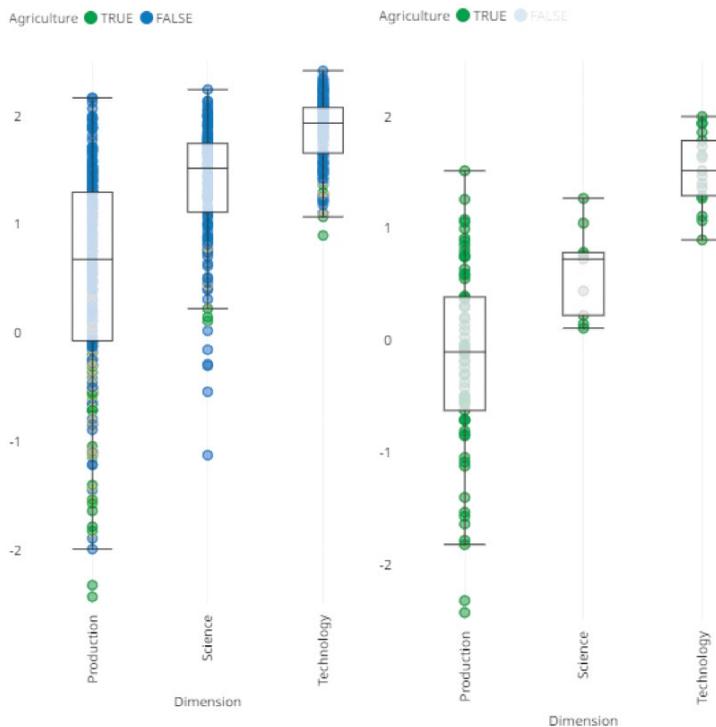
La **Figura 12** muestra la proporción de capacidades de innovación en la región de ALC. Muestra dos patrones. En primer lugar, la región se está quedando muy rezagada en lo que respecta a la consecución de las capacidades de las economías de vanguardia, tal y como refleja la evolución de las líneas de puntos. Las últimas cifras para 2020 muestran que la región de ALC tiene alrededor del 35% de las 626 capacidades de innovación mapeadas en ciencia, tecnología y producción. Cabe destacar que la región ha perdido casi el 5% de todas las capacidades de producción. Por otro lado, la región de ALC ha ganado más capacidades tecnológicas durante el mismo periodo, pasando del 12 al 18% de las capacidades adquiridas.

En segundo lugar, la región ha alcanzado casi todas las capacidades de innovación relacionadas con *AgTech*. Las capacidades *AgTech*, en este contexto, son un subconjunto de 96 capacidades científicas, tecnológicas y productivas. La región de ALC tiene casi el 92% de todas estas capacidades, un número que se ha mantenido estable desde 2008. Las piezas faltantes provienen de cinco campos productivos (pieles, corcho natural, textiles de seda, yute y máquinas industriales para el procesamiento de alimentos) y tres campos tecnológicos (máquinas para la industria azucarera, máquinas para el cuero y reproducción de plantas por técnicas de cultivo de tejidos).

Las capacidades agrícolas no se concentran en un solo país. De hecho, solo Brasil (el mayor en términos de superficie y población) tiene más de la mitad de ellas, lo que indica que los países de la región se complementan para alcanzar el 92% de cobertura de estas capacidades.

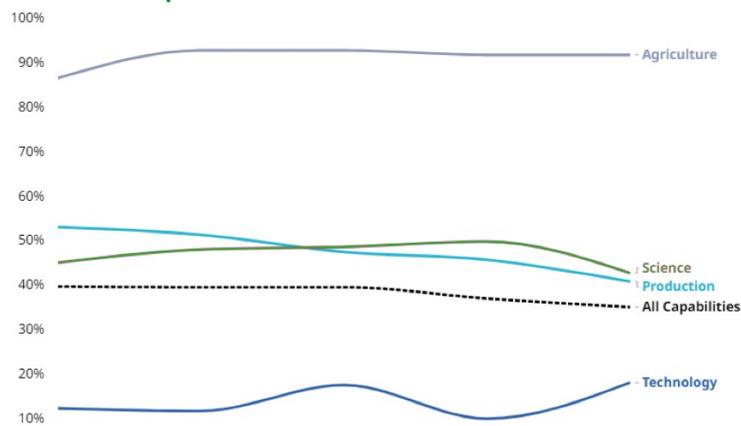
La **Figura 13** muestra cuántas capacidades de innovación hay en los países de la región de ALC, por campos *AgTech* y no *AgTech*. De los cinco primeros países, Argentina es el país cuyas capacidades agrícolas representan la mayor proporción de todas sus capacidades, con un 41% compuesto por 36, ocho y una capacidades en las

Figura 11. Complejidad de la capacidad de innovación según las tres dimensiones



Fuente: OMPI.

Figura 12. Comparación de la proporción de capacidades de innovación en *AgTech* en la región de ALC frente a todas las capacidades

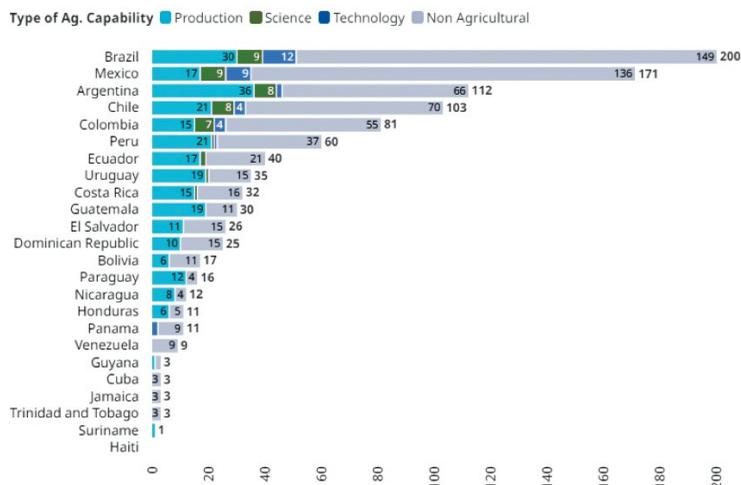


Fuente: elaboración propia.

dimensiones de producción, ciencia y tecnología, respectivamente. Sin embargo, Brasil y México (y en menor medida Chile y Colombia) presentan una mayor diversidad en el tipo de capacidades agrícolas. Son, casi exclusivamente, los únicos lugares de la región donde se pueden encontrar capacidades complejas y tecnológicas para la agricultura.

Centrarse únicamente en el ámbito agrícola puede ser arriesgado. Como ya se ha comentado, la innovación en la agricultura depende a menudo de ámbitos adyacentes. Estas conexiones pueden identificarse utilizando indicadores de parentesco que miden la frecuencia con la que aparecen juntos en el mismo ecosistema de innovación. Analizando las capacidades presentes en un ecosistema, podemos trazar un mapa de lo cerca que están los conocimientos existentes de

Figura 13. Número de capacidades de innovación para los países de la región de ALC (2020)



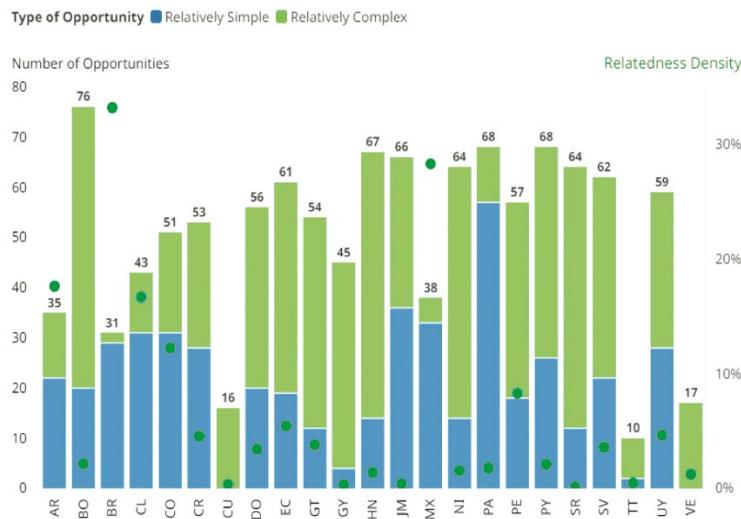
Fuente: OMPI.

Figura 14. Mapeo de fortalezas y oportunidades de diversificación inteligente en la región de ALC (2020)



Fuente: OMPI.

Figura 15. Oportunidades de diversificación para los miembros de la región de ALC en el ámbito agrícola



Fuente: OMPI.

las capacidades que faltan. Esto ayuda a evaluar el riesgo que supone perder una capacidad que el ecosistema ya tiene o buscar una de la que carece. Una mayor relación indica un menor riesgo en ambos casos.

3.2. Identificar oportunidades para construir y diversificar capacidades

¿Qué oportunidades tienen los países de la región de ALC para desarrollar sus capacidades de innovación, tanto en *AgTech* como en otros ámbitos?

La **Figura 14** muestra los puntos fuertes y las oportunidades de diversificación en la región de ALC. Se centra en las capacidades no alcanzadas de ALC para mostrar que los riesgos de diversificación de la región aumentan ligeramente a medida que aumenta la complejidad de los campos. Los campos tecnológicos, por ejemplo, se sitúan en su mayoría por debajo de la relación media de la región (cuadrante superior izquierdo). Sin embargo, para muchos otros campos que se sitúan en el cuadrante superior derecho, la decisión sobre dónde diversificar no es trivial: esta metodología sugiere que, cuando se examinan oportunidades que comparten niveles similares de relación, lo mejor es fijarse en cuál de ellas puede proporcionar mayores recompensas que aumenten la complejidad global del ecosistema. Para la región, esto significa en general buscar aumentar la diversificación tanto en el ámbito científico como en el tecnológico, ya que la mayoría de sus oportunidades en estos ámbitos son más complejas que las productivas con similar grado de parentesco.

La **Figura 15** descompone el número de oportunidades para crear capacidades de innovación en *AgTech* en oportunidades que son gratificantes (complejas) y no tan gratificantes (simples). Brasil, por ejemplo, es un país que tiene capacidades de mayor complejidad; por lo tanto, la mayoría de sus oportunidades agrícolas son relativamente simples para él, por lo que los incentivos para alcanzarlas pueden ser bajos. Bolivia, por el contrario, está muy relacionada con la mayoría de las capacidades de innovación agrícola, siendo la mayoría de ellas relativamente complejas para el país. Sin embargo, la baja densidad de parentesco de Bolivia hacia estas oportunidades indica que el riesgo de perseguirlas es mayor que el de los países que ya han construido un conjunto más amplio de capacidades, capturado por el indicador de densidad de parentesco.

Entonces, ¿cómo construyó Brasil sus capacidades de innovación para convertirse en líder en *AgTech*?

4. SAN PABLO COMO CENTRO DE BIOCOMBUSTIBLES

El asombroso crecimiento agrícola de Brasil lo transformó de importador agrícola neto en los años 60 a exportador agrícola neto en los 80. Una muestra de esta notable transformación es su capacidad para convertirse en un productor de etanol de talla mundial. Brasil ha sido capaz de construir su polo *AgTech* pasando de ser un importador agrícola neto a un productor de etanol de talla mundial, gracias a un fuerte apoyo gubernamental y a la entrada del sector privado cuando la industria empezó a madurar.

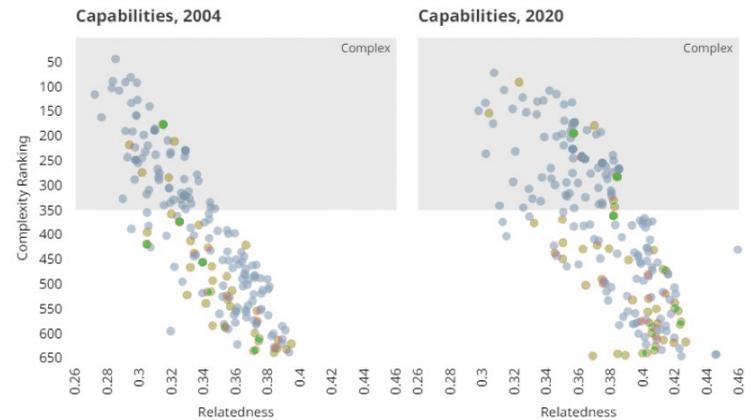
La **Figura 16** muestra cómo la economía brasileña ha construido sus capacidades de innovación desde 2004 hasta 2020. En particular, los innovadores brasileños han sido capaces de construir sus capacidades complejas específicas de *AgTech*; estas son el conjunto de capacidades que muchos otros países no tienen y por lo tanto son raras, pero también diversas y sofisticadas en el sentido de que pueden ser fácilmente aplicables a través de diferentes industrias.

La creciente capacidad de innovación de San Pablo puede apreciarse cómo ha pasado de ser un estado predominantemente productor de café y caña de azúcar a convertirse en líder mundial del etanol. El ascenso de San Pablo como centro de innovación agrícola se debe a una combinación de muchos factores. En primer lugar, la abundancia de tierras agrícolas fértiles y de buena calidad, el agua y el clima son propicios para producir cultivos agrícolas, incluida la caña de azúcar. En segundo lugar, San Pablo invirtió en mejores carreteras e infraestructuras de transporte y energía, lo que le ayudó a estar bien conectada con los grandes mercados brasileños e internacionales. Por el contrario, la falta de carreteras en el noreste de Brasil, donde también se cultivaba caña de azúcar, fue un impedimento para el desarrollo de esa región y consolidó el dominio de San Pablo (Rada, 2013).

Del mismo modo, las solicitudes de innovación agrícola protegida por PI en Brasil van en aumento. La **Figura 17** muestra cómo los innovadores brasileños recurren cada vez más a la protección de patentes y modelos de utilidad para sus invenciones agrícolas. Desde el año 2000, Brasil es miembro de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). Esta convención internacional permite la protección de variedades vegetales en determinadas *AgTech*.

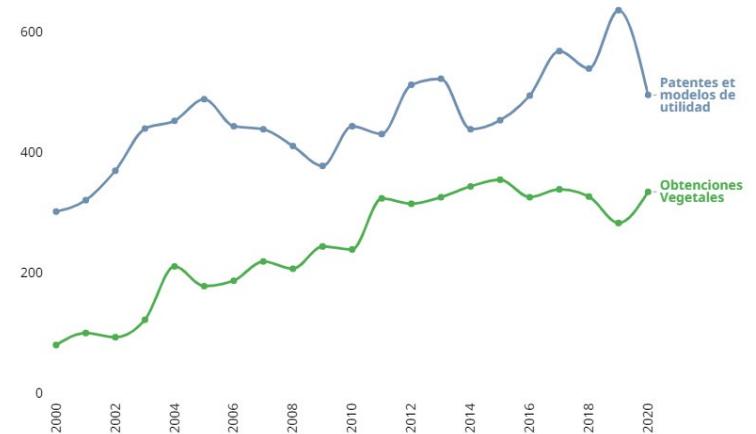
San Pablo pudo diversificar su cultivo agrícola del café a la caña de azúcar debido a la helada negra (*Geada Negra*) que acabó con la mayoría de los cultivos de café de las plantaciones del estado en 1975 (Parikh, 1979).

Figura 16. Complejidad y relación de las capacidades *AgTech* y otras capacidades en Brasil (2004 y 2020)



Notas: 626 capacidades de innovación basadas en campos científicos, subclases de la CIP y clasificación de productos en publicaciones científicas, solicitudes de patentes internacionales y datos de exportaciones. Fuente: OEP PATSTAT; ONU COMTRADE; OMPI y WoS SCIE.

Figura 17. Número total de solicitudes de patentes y modelos de utilidad (izquierda) y de solicitudes equivalentes de obtenciones vegetales (derecha) en Brasil



Fuente: EPO PATSTAT; Base de datos de variedades vegetales de la UPOV; OMPI.

4.1. Cómo las políticas públicas promovieron la diversificación

En 1975, el gobierno brasileño introdujo su Programa Nacional de Alcohol (Programa Proálcool) en respuesta a la crisis del petróleo de 1973. El programa pretendía reducir la dependencia del país de los combustibles derivados del petróleo centrándose en el etanol, derivado de la caña de azúcar, como sustituto.

El gobierno brasileño cumplió su objetivo de reducir su dependencia del petróleo mediante diversos planes para influir en la demanda y la oferta de etanol. Por el lado de la oferta, el gobierno ofreció incentivos financieros a sus empresas para que produjeran etanol como combustible. El programa multiplicó por veinte la producción de azúcar del país en 16 años. Por el lado de la demanda, subvencionó el precio del etanol combustible y redujo los impuestos a los consumidores que compraban etanol para sus coches. Hoy Brasil es uno de los mayores y más competitivos productores de etanol. Sus exportadores de etanol atienden la demanda de biocombustible

del mercado mundial. El etanol de caña de azúcar es más productivo y barato que el etanol de maíz o remolacha. La caña de azúcar produce 6314 litros por hectárea de etanol frente a los 2729 litros por hectárea del maíz (Donke *et al.*, 2017). Además, el etanol de caña de azúcar cuesta entre un 50 y un 60% menos que el etanol de maíz (Manochio *et al.*, 2017).

Algunas universidades e instituciones públicas de investigación de San Pablo investigaban la tecnología 2G. Se trataba de la Universidad de San Carlos y el Instituto Agronómico de Campinas (IAC). Las dos primeras empresas de nueva creación, CanaVialis y Alleyx, fueron fundadas por investigadores de estas dos instituciones. Debido a la eficiente producción de azúcar de San Pablo y al acceso a investigadores en tecnología de producción de etanol, varias empresas multinacionales se instalaron en la región. La ahora adquirida Monsanto, por ejemplo, compró CanaVialis y Alleyx. Pronto les siguieron otras multinacionales, como Syngenta, BASF y Shell. La producción de bioetanol a gran escala con tecnología de etanol 2G es arriesgada, incluso con apoyo gubernamental. Solo quedan dos de las seis plantas de producción de bioetanol a gran escala establecidas en el mundo en 2000. Ambas están en Brasil (de C. L. y Penalva Santos *et al.*, 2023).

El Programa Nacional de Alcohol ayudó a muchos de los agricultores y agroindustrias que dependen del café a pasar a cultivar caña de azúcar y producir etanol (Parikh, 1979).

60 San Pablo cuenta con numerosas universidades, así como institutos públicos de investigación centrados en la investigación agrícola, algunos de los cuales son los más prolíficos en la publicación de investigaciones agrícolas del país (de Castro, 2014). Este estado, junto con el Estado de Río de Janeiro, alberga el mayor número de *campus* de investigación de la organización brasileña de investigación agrícola (EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). EMBRAPA es el brazo investigador del Ministerio de Agricultura brasileño. Estos centros investigan sobre diversos temas agrícolas: agroclimatología, bioinformática, toxicología de plaguicidas, horticultura tropical, instrumentación, informática geoespacial, geotecnología y gestión de pastos, entre otros. Por último, EMBRAPA invirtió mucho en la educación y la formación de su mano de obra para desarrollar la capacidad innovadora del país. Entre 1974 y 1982, EMBRAPA destinó aproximadamente el 20% de su presupuesto a la educación (Correa y Schmidt, 2014).

4.2. Cómo respondió el sector privado a los incentivos

Aproximadamente un tercio de la innovación agrícola en Brasil está financiado por el sector privado. Algunas de estas actividades de I+D se llevan a cabo en centros de I+D privados o en colaboración con instituciones públicas (Dalberg, 2021).

Al principio, el apoyo del gobierno fue necesario para desarrollar las capacidades de las empresas nacionales para producir etanol y, más tarde, desarrollar e implementar tecnologías de biorrefinería para biocombustibles 2G. EMBRAPA, las universidades de la región de San Pablo y los institutos de investigación centrados en las tecnologías de la

caña de azúcar, el etanol y los biocombustibles 2G colaboraron estrechamente en la transferencia de sus tecnologías al sector privado. Al mismo tiempo, empresas multinacionales extranjeras y universidades extranjeras se asociaron con empresas brasileñas de etanol para aprovechar sus tecnologías para biocombustibles 2G. Una de esas colaboraciones fue entre Syngenta, la Universidad australiana de Queensland y el Instituto Agronómico de Campinas, para desarrollar tecnología de etanol celulósico a partir del bagazo de la caña de azúcar.

La larga implantación de San Pablo como región histórica y actual productora de café garantizó la existencia de una fuerte oferta de empresarios emprendedores en la zona. Estos empresarios, en su mayoría cultivadores de café, respondieron a los incentivos financieros del gobierno brasileño para comprar tierras y comenzaron a cultivar utilizando tecnologías e infraestructuras modernas (Mueller y Mueller, 2016). San Pablo cuenta con un número crítico de empresas locales y extranjeras dinámicas. Por ello, existe una sana colaboración y competencia entre las empresas locales y las multinacionales extranjeras en el mercado del azúcar y el etanol. De hecho, las empresas locales de San Pablo han podido desarrollar sus capacidades mediante la colaboración y la concesión de licencias de tecnologías extranjeras. Además, estas empresas también tienen una elevada cuota de mercado nacional, lo que contribuye a su competitividad. Las empresas locales brasileñas suelen contar con un alto nivel de apoyo gubernamental (da Silva Medina y Pokorny, 2022). Sin embargo, también sufren la intervención del gobierno en la fijación de los precios del azúcar y el etanol en el mercado local.

Junto con la concentración de *campus* universitarios y de investigación, esta región cuenta con un número crítico de dinámicas empresas locales y extranjeras especializadas en la producción y el procesamiento agrícola, incluida la mayor concentración mundial de experiencia en la producción de caña de azúcar y etanol. También es la sede de algunas de las mayores agroindustrias del mundo.

San Pablo tiene un próspero escenario de *startups* agrícolas. Según informes que analizan los ecosistemas de startups de todo el mundo, San Pablo es conocida como el mayor centro de innovación y emprendimiento de América Latina. Además, cuenta con un sistema bancario y de tecnología financiera relativamente maduro. Esto le permite proporcionar el capital que tanto necesitan las *startups* (BBVA, 2022; Startup Genome, 2023).

4.3. Cómo las oportunidades tecnológicas y de mercado ayudaron a aprovechar el impulso

Tres factores ayudan a explicar cómo San Pablo fue capaz de construir sus capacidades de innovación en la producción de etanol. En primer lugar, el Programa Nacional de Alcohol del sector público proporcionó incentivos para que el sector privado se diversificara en la producción de etanol. En segundo lugar, el gobierno también ayudó a construir el *know-how* local sobre la caña de azúcar y la producción de etanol mediante la inversión en universidades y centros de investigación, pero también en la facilitación de la trans-

ferencia de tecnología y el intercambio de conocimientos entre las universidades y el sector privado. En tercer lugar, hubo importantes avances tecnológicos que ayudaron al gobierno brasileño a alcanzar sus objetivos.

Uno de los primeros inventos para los que se concedieron licencias fue el coche híbrido de combustible de Ford Corporation. Esta tecnología permitía mezclar etanol y gasolina para propulsar vehículos. El gobierno brasileño y el sector privado colaboraron con propietarios extranjeros de tecnología para desarrollar e introducir coches *flex-fuel* en el mercado local. El gobierno incluso importó de la empresa estadounidense la tecnología para producir vehículos que funcionan con etanol. Sin embargo, la brusca caída del precio del petróleo en 1986 hizo difícil mantener el programa y el gobierno brasileño lo suspendió.

En 2003, sin embargo, se produjo un gran avance tecnológico para el mercado brasileño. La combinación de la tecnología pionera de Bosch para vehículos *flex-fuel* y el éxito de la tecnología de sensores de *software* de Magneti Marelli en Brasil alentó de nuevo el uso de etanol para propulsar vehículos de motor (Yu *et al.*, 2010). Los consumidores brasileños podían llenar sus depósitos con etanol o con petróleo, según cuál fuera más barato. En 2010, los vehículos de combustible flexible representaban el 86% de los vehículos ligeros en Brasil (ANFAVEA, 2010; de Castro, 2014). En 2017, casi nueve de cada diez vehículos vendidos en Brasil eran de combustible flexible (ANFAVEA, 2017).

En esa misma época, el gobierno volvió a interesarse por la producción de etanol porque los precios del petróleo estaban subiendo y la idea de utilizar fuentes de energía renovables iba ganando aceptación poco a poco. En ese momento, algunas empresas locales producían etanol con tecnología 1G.

En la última década, el mercado europeo ha estado impulsando tecnologías más ecológicas y, para estimular la demanda, creó un mandato para el uso de biocombustibles más eficientes. Esto, a su vez, creó oportunidades para la producción de etanol de segunda generación (2G) de Brasil. Mientras que el etanol 1G se produce simplemente triturando caña de azúcar, el etanol 2G produce etanol basado en la técnica del etanol 1G más la utilización de su residuo, llamado bagazo, que es el tallo desechado de la caña de azúcar después de exprimir los azúcares. La tecnología del etanol 2G es, por lo tanto, más respetuosa con el medioambiente, ya que reduce los residuos industriales al tiempo que utiliza una mayor parte de la energía incorporada en la planta de caña de azúcar para producir etanol.

Como en el pasado, las empresas brasileñas obtuvieron licencias para la tecnología 2G. Al mismo tiempo, algunas universidades e instituciones públicas de investigación de San Pablo investigaban esta tecnología: más específicamente, la Universidad de San Carlos y el Instituto Agronómico de Campinas (IAC). Las dos primeras empresas de nueva creación, CanaVialis y Alleyx, fueron fundadas por investigadores de estas dos instituciones. Debido a la eficiente producción de azúcar de San Pablo y al acceso a investigadores en tecnología de producción de etanol, va-

rias empresas multinacionales se instalaron en la región. La ahora adquirida Monsanto, por ejemplo, compró CanaVialis y Alleyx. Pronto le siguieron otras multinacionales, como Syngenta, BASF y Shell.

La demanda de etanol 2G del mercado europeo, que exige precios superiores, así como el creciente *know-how* del proceso 2G en las universidades brasileñas y el sector público, proporcionaron la oportunidad y el incentivo adecuados para que el sector privado adoptara esta nueva tecnología. Sin embargo, la producción de bioetanol a gran escala utilizando la tecnología 2G es arriesgada, incluso con el apoyo del gobierno. Solo quedan dos de las seis plantas de producción de bioetanol a gran escala establecidas en el mundo en 2000. Ambas están en Brasil (de C. L. y Penalva Santos *et al.*, 2023).

CONCLUSIONES Y ORIENTACIÓN PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

La bioeconomía tiene un gran papel en la creación de un futuro sostenible para todos. La innovación en la agricultura desempeña un papel central en la bioeconomía. Este documento muestra cómo tiene lugar la innovación agrícola, centrándose en la región de América Latina y el Caribe. Se basa en la medida de las capacidades de innovación introducida por la OMPI en su informe de 2024 y destaca las oportunidades para la región.

Hay tres conclusiones principales de este documento. En primer lugar, la innovación *AgTech* es específica del contexto y cada vez más compleja. En segundo lugar, si bien la región de América Latina y el Caribe tiene la mayor parte de las capacidades de innovación *AgTech*, necesita centrarse en la construcción de sus capacidades de innovación en otros campos no *AgTech*. Esto se debe a que las oportunidades para la innovación *AgTech* no solo surgen del sector, sino que pueden provenir de campos relacionados e incluso aparentemente no relacionados. Brasil, por ejemplo, fue capaz de capitalizar un campo relacionado con la agricultura, los biocombustibles, para crear nuevas oportunidades para su desarrollo y crecimiento económico.

En tercer lugar, las capacidades de innovación de la región de ALC, especialmente en agricultura, ponen de manifiesto la complejidad e interconexión de los ecosistemas de innovación que la componen. Si bien la región ha avanzado significativamente en el desarrollo de capacidades en ciencia, tecnología y producción (en general), aún enfrenta desafíos para expandirse hacia dominios más complejos que son adyacentes a la agricultura, especialmente en lo que se refiere a innovaciones tecnológicas (*AgTech*). Las lagunas en determinadas capacidades tecnológicas y de producción agrícola revelan oportunidades para un mayor desarrollo en muchos de sus miembros, aunque estas oportunidades conllevan distintos niveles de riesgo en función de su relación con las capacidades existentes.

Para los responsables políticos, entender dónde están las oportunidades a la hora de desarrollar las capacidades de innovación de un país (como las *AgTech*), no tiene por

qué ser una tarea arriesgada. Por ejemplo, países como Brasil, con niveles más altos de complejidad, pueden encontrar menos arriesgado, pero menos gratificante, buscar innovaciones agrícolas más simples, mientras que países como Bolivia se enfrentan a mayores riesgos, pero potencialmente mayores recompensas, al centrarse en campos más complejos. Para los responsables políticos, comprender esta dinámica es crucial para apoyar eficazmente la innovación, garantizando que los esfuerzos de diversificación estén alineados con la posición única de cada país dentro del ecosistema regional más amplio. Este enfoque permite realizar inversiones más estratégicas en innovación, fomentando la resiliencia y el crecimiento sostenible en toda la región de ALC.

BIBLIOGRAFÍA

ANFAVEA (2010). National Association of Automakers Annual Report (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores Relatório Anual). San Pablo: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA).

ANFAVEA (2017). National Association of Automakers Annual Report (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores Relatório Anual) (Annual Report). San Pablo: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA).

Balland, P.-A., Broekel, T., Diodato, D., Giuliani, E., Hausmann, R., O'Clery, N. & Rigby, D. (2022). Reprint of The new paradigm of economic complexity. *Research Policy, Special Issue on Economic Complexity*, 51, 104568. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104568>.

BBVA (2022). São Paulo, the largest innovation ecosystem in Latin America - BBVA. BBVA Spark Open Innovation. Recuperado de: <https://www.bbvaspark.com/contenido/en/news/land-of-unicorns-and-fintech-empire-this-is-sao-paulo-the-largest-innovation-ecosystem-in-latin-america/>.

Beintema, N., Pratt, A.N. & Stads, G.-J. (2020). ASTI Global Update 2020 (Washington, D.C.). Agricultural Science and Technology Indicators Program Note. Washington: International Food Policy Research Institute.

Clancy, M., Heisey, P., Ji, Y. & Moschini, G. (2020). The Roots of Agricultural Innovation: Patent Evidence of Knowledge Spillovers. En P. Moser (Ed.), *Economics of Research and Innovation in Agriculture* (21-75). Chicago: University of Chicago Press.

Correa, P. & Schmidt, C. (2014). Public Research Organizations and Agricultural Development in Brazil: How Did Embrapa Get It Right? *Economic Premise*, 145. Washington: World Bank Group.

da Silva Medina, G. & Pokorny, B. (2022). Agro-industrial development: Lessons from Brazil. *Land Use Policy*, 120, 106266. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106266>.

Dalberg, A. (2021). Case Study: Brazil's investment in innovation for sustainable agricultural intensification. Sri Lanka: Commission on Sustainable Agricultural Intensification.

de Castro, C. N. (2014). Agriculture in Brazil's Southeast region: Limitations and future challenges to development. *Texto para Discussão*, 1952a. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

de C. L. e Penalva Santos, D., Correa, C., Amaral Alves, Y., Gomes Souza, C. A. & Mancebo Boloy, R. (2023). Brazil and the world market in the development of technologies for the production of second-generation ethanol. *Alexandria Engineering Journal*, 67, 153–170. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.09.004>.

- Donke, A., Nogueira, A., Matai, P. & Kulay, L. (2017). Environmental and Energy Performance of Ethanol Production from the Integration of Sugarcane, Corn, and Grain Sorghum in a Multipurpose Plant. *Resources*, 6, 1. DOI: <https://doi.org/10.3390/resources6010001>.
- Fuglie, K. (2016). The growing role of the private sector in agricultural research and development world-wide. *Global Food Security*, 10, 29-38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2016.07.005>.
- Fuglie, K., Heisey, P., King, J., Pray, C. E. & Schimmelpfennig, D. (2012). The Contribution of Private Industry to Agricultural Innovation. *Science*, 338, 1031-1032. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1226294>.
- Fuglie, K., Morgan, S. & Jelliffe, J. (2024). World Agricultural Production, Resource Use, and Productivity, 1961-2020 (Economic Research Service). *Economic Information Bulletin*, 268. Washington: U.S. Department of Agriculture.
- Graff, G. D. & Hamdan-Livramento, I. (2019). Global Roots of Innovation in Plant Biotechnology. *WIPO Economic Research Working Papers*, 59. Ginebra: World Intellectual Property Organization.
- Hamdan-Livramento, I., Graff, G. D. & Daly, A. (2024). Innovation Complexity in AgTech: The Case of Brazil, Kenya and the United States. *WIPO Economics Working Paper Series*, 81. Ginebra: World Intellectual Property Organization.
- Manochio, C., Andrade, B. R., Rodriguez, R. P. & Moraes, B. S. (2017). Ethanol from biomass: A comparative overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 743-755. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.063>.
- Moscatelli, F., Chacua, C., Gadgin Matha, S., Hartog, M., Hernandez Rodriguez, E., Raffo, J. D. & Yildirim, M.A. (2024). Can we map innovation capabilities? *Economic Research Working Paper*, 81. Ginebra: World Intellectual Property Organization.
- Mueller, B. & Mueller, C. (2016). The political economy of the Brazilian model of agricultural development: Institutions versus sectoral policy. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Special Issue: Is there a Brazilian Development "Model"? 62, 12-20. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.qref.2016.07.012>.
- OCDE (2023). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032*. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development.
- Pardey, P. G., Chan-Kang, C., Dehmer, S. P. & Beddow, J. M. (2016). Agricultural R&D is on the move. *Nature*, 537, 301-303. DOI: <https://doi.org/10.1038/537301a>.
- Parikh, A. (1979). Estimation of supply functions for coffee. *Applied Economics*, 11, 43-54. DOI: <https://doi.org/10.1080/758520522>.
- Rada, N. (2013). Assessing Brazil's Cerrado agricultural miracle. *Food Policy*, 38, 146-155. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.11.002>.
- Startup Genome (2023). *The Global Startup Ecosystem Report 2023*. Recuperado de: <https://startupgenome.com/ecosystems/sao-paulo>.
- OMPI (2022). *World Intellectual Property Report 2022: The Direction of Innovation*, World Intellectual Property Report. Ginebra: World Intellectual Property Organization.
- OMPI (2024). *World Intellectual Property Report 2024: Making innovation policy work for development*. Ginebra: World Intellectual Property Organization. DOI: <https://doi.org/10.34667/tind.49284>.
- Wright, B. D. (2012). Grand missions of agricultural innovation. *Research Policy*, The need for a new generation of policy instruments to respond to the Grand Challenges, 41, 1716-1728. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.04.021>.
- Yu, A. S. O., de Souza Nascimento, P. T., Nigro, F. E. B., Frederick, B. W. B., Varandas, A., Vieira, S. F. A. & Rocha, R. L. (2010). The evolution of flex-fuel technology in Brazil: The Bosch case. *PICMET 2010 Technology Management for Global Economic Growth*. (1-11).

2.4. POLÍTICAS, PLANES Y ESTRATEGIAS DE BIOECONOMÍA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

HUGO CHAVARRÍA, JUAN FERNANDO MARTÍNEZ Y SILVINA PAPAGNO *

INTRODUCCIÓN

La bioeconomía se ha posicionado como un modelo para la búsqueda del desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe (ALC). A través del aprovechamiento de la nueva frontera de ciencia, tecnología e innovación, más la valorización de los conocimientos y saberes locales y ancestrales, la bioeconomía posibilita utilizar de manera eficiente y sostenible los recursos y principios biológicos de la región con el fin de responder a los desafíos actuales de cambio climático, deterioro ambiental, estancamiento económico y desigualdad social. Además de responder a sus principales desafíos, la bioeconomía permitiría que la región construya un modelo de desarrollo a partir de sus principales ventajas comparativas: la significativa porción de la biodiversidad mundial, las vastas reservas de agua dulce y recursos naturales, y las fuertes capacidades de su agroindustria.

Conscientes del potencial de la bioeconomía para promover el desarrollo económico, social y ambiental, varios países de ALC han lanzado una serie de políticas, programas e iniciativas para fomentar la bioeconomía, así como sus principales senderos productivo-tecnológicos (principalmente biocombustibles, biotecnología, bioinsumos, valorización de biodiversidad, entre otros).

1. POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS NACIONALES DEDICADAS A LA BIOECONOMÍA

1.1. Costa Rica¹

La Estrategia Nacional de Bioeconomía de Costa Rica 2020-2030 fue liderada por el Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT). La coordinación del proceso de formulación estuvo a cargo del Comité Interministerial de Bioeconomía (CIB), integrado por representantes del MICITT, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y el Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC). Este comité coordinó el proceso de elaboración de la estrategia, promoviendo la colaboración entre los sectores público, privado, académico y la sociedad civil. Además, contó con el apoyo técnico y financiero de organismos internacionales y la participación activa de expertos y representantes de diversas áreas relacionadas con la ciencia, la tecnología y la innovación.

Entre las oportunidades que presenta el país, se detalla la existencia del desarrollo de capacidades de investigación y personal calificado en áreas relacionadas con la atracción de inversión extranjera directa, mecanismos para el fomento del bioemprendimiento, oficinas de transferencia de tecnología en

* Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

1. Más información disponible en: https://www.conagebio.go.cr/sites/default/files/2022-11/Estrategia%20Nacional%20Bioeconomi%CC%81a%20CR_0.pdf.

instituciones de educación superior. A su vez, destaca los más de 30 centros de investigación en ciencias biológicas, sostenibilidad y áreas relevantes para el fomento de la bioeconomía -localizados en varias universidades públicas- y la colaboración entre el sector público y un sector privado proactivo.

De acuerdo con estas características, es posible ubicar a la bioeconomía costarricense en los siguientes senderos:² i) bioprácticas y bioprocesos para el incremento de la eficiencia y eointensificación; ii) aplicaciones y productos de la biotecnología; iii) bioproductos y bioservicios derivados de la biodiversidad local; y iv) biocombustibles y derivados.

Esta iniciativa promueve un modelo sostenible que integra la producción, conservación y regeneración de recursos biológicos mediante ciencia, tecnología e innovación, con el fin de apoyar a todos los sectores económicos en su transición hacia una economía verde. Inspirada en acuerdos internacionales, la estrategia establece una visión de desarrollo equitativo, valorización de la biodiversidad y un uso circular de la biomasa. Se articula en cinco ejes: desarrollo rural, biodiversidad, biorrefinería, bioeconomía avanzada y urbana, y transversalmente incorpora educación, investigación, financiamiento e inclusión social.

Para lo anterior, la estrategia propone tres objetivos estratégicos: i) convertir a Costa Rica en un país modelo en desarrollo sostenible, aprovechando sus recursos biológicos para promover la inclusión social y la equidad, el desarrollo territorial balanceado, la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de su biodiversidad, y la competitividad nacional.; ii) hacer de la bioeconomía uno de los pilares de la transformación productiva de Costa Rica, promoviendo la innovación, la agregación de valor, la diversificación y la sofisticación de su economía, aplicando los principios de la bioeconomía circular y buscando la descarbonización fósil de los procesos de producción y consumo.; y iii) promover la convergencia entre la riqueza del país en recursos biológicos y el uso de capacidades nacionales en el ámbito de las ciencias biológicas para su valorización. Con un horizonte temporal a 2030, está prevista su implementación en tres fases: i) fase de impulso, 2020-2022; ii) fase de escalamiento, 2022-2026; y iii) fase de consolidación, 2026 en adelante, con el objetivo de fortalecer el capital biológico y científico de Costa Rica (Gobierno de Costa Rica, 2020).³

1.2. Colombia^{4 5}

La estrategia “Bioeconomía para una Colombia Potencia viva y diversa: hacia una sociedad impulsada por el conocimiento” fue liderada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, y acompañada en el proceso de formulación por los Ministerios de Energía, Agricultura, Comercio, Interior y Ambiente, y los Institutos del Sistema Nacional Ambiental, el Departamento Nacional de Planeación, Agrosavia, el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, con el apoyo de la Consejería Presidencial para la Competitividad y Gestión Público-Privada, el Departamento Nacional de Planeación y la Vicepresidencia de la República.

Busca impulsar el desarrollo socioeconómico de Colombia desde las regiones mediante una gestión eficiente y sostenible de su biomasa y biodiversidad y sus servicios ecosistémicos para la generación de productos y procesos de alto valor agregado mediante la ciencia, la tecnología y la innovación identificando como áreas prioritarias: la biodiversidad y los servicios ecosistémicos; Colombia biointeligente; una agricultura productiva y sostenible; la Biomasa y química verde; la salud y el bienestar. La iniciativa se puede enmarcar dentro de los siguientes senderos: i) bioprácticas y bioprocesos para el incremento de la eficiencia y eointensificación; ii) aplicaciones y productos de la biotecnología; iii) bioproductos y bioservicios derivados de la biodiversidad local; y v) biorrefinerías no energéticas (bioinsumos y bioproductos).

Con esta estrategia, el país pretende crear productos y procesos de alto valor agregado apoyados en ciencia, tecnología e innovación. Sus objetivos incluyen fomentar la creación de cadenas de valor adaptadas a las particularidades de cada región, fortalecer la demanda de productos biobasados tanto a nivel nacional como internacional y atraer inversiones estratégicas a través de alianzas público-privadas. Además, la estrategia se centra en fortalecer los marcos regulatorios y la colaboración entre el sector empresarial, el Estado, la academia y la sociedad, al tiempo que promueve la creación de capacidades y el desarrollo de infraestructuras de soporte para la bioeconomía en las regiones. En línea con los desafíos ambientales actuales, esta estrategia también contribuirá a la descarbonización de la economía y a la protección de la biodiversidad mediante el uso eficiente de los recursos

2. Tal como se señala en Chavarría *et al.* (2024), así como no existe una sola definición o abordaje de bioeconomía, tampoco hay una única forma de implementarla o aprovecharla. Cada país, territorio o cadena implementa la bioeconomía de acuerdo con sus objetivos de desarrollo y sus recursos y principios biológicos, capacidades técnico-científicas, posibilidades industriales, demandas de los mercados, entre otros. Para facilitar el entendimiento y ordenamiento de cómo la bioeconomía se puede aprovechar y operativizar en el terreno, desde el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) se han categorizado las prácticas bioeconómicas en seis grandes senderos. Esta es solo una abstracción que nos ayuda comprender los conceptos y las formas de implementación: 1. Bioprácticas y bioprocesos para el incremento de la eficiencia y eointensificación; 2. Aplicaciones y productos de la biotecnología; 3. Bioproductos y bioservicios derivados de la biodiversidad local; 4. Biocombustibles y derivados; 4. Biorrefinerías no energéticas (bioinsumos y bioproductos) y Servicios ecosistémicos. Para ampliar estos conceptos, véase *Bioeconomía en ALC: Definiciones, Senderos y Potencial para su aprovechamiento en Informe de Situación y Perspectivas de la Bioeconomía en América Latina* (IICA, 2024).

3. Más información disponible en: <https://goo.su/XMVo>.

4. Más información disponible en: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/bioeconomia_para_un_crecimiento_sostenible-qm_print.pdf.

5. Más información disponible en: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/1_documento_de_politica_bioeconomia_y_territorio.pdf.

naturales. Para 2030, Colombia se visualiza como un referente global en el uso inteligente, circular y sostenible de su mega biodiversidad, consolidándose como un país innovador y competitivo que garantiza un bienestar integral a su población (Gobierno de Colombia, 2020).⁶

En 2024, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación lanzó la Misión de Bioeconomía y Territorio, que busca transformar el uso de la biodiversidad y biomasa del país mediante el desarrollo sostenible de cadenas de valor. Con un enfoque orientado a misiones y fundamentado en políticas de ciencia, tecnología e innovación, esta misión se propone como una estrategia colaborativa entre sectores públicos, privados, académicos y comunidades locales. Su objetivo principal es fomentar el aprovechamiento responsable de los recursos naturales y conocimientos tradicionales para producir bienes y servicios de alto valor agregado. Para ello, se han establecido rutas de innovación, marcos regulatorios y financiamiento que impulsen la competitividad en mercados nacionales e internacionales, destacando aplicaciones en sectores como salud, agricultura, turismo de naturaleza y bioquímica. Además, esta misión considera principios de economía circular y regenerativa, buscando un crecimiento económico que respete y potencie la diversidad cultural y biológica del país (Minciencias, 2024).

1.3. Ecuador⁷

El Libro Blanco de la Bioeconomía Sustentable de Ecuador es un documento fundamental que traza la visión y la estrategia para implementar una bioeconomía sostenible en el país. Este informe, desarrollado mediante una colaboración entre el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, el Ministerio de Producción y otros actores relevantes, establece un marco metodológico y diagnóstico para promover un modelo económico que equilibre el desarrollo productivo con la conservación de la biodiversidad. A través de un enfoque participativo, y con un horizonte temporal a 2033, identifica oportunidades en varias dimensiones: productivas, a partir de su megadiversidad; tecnológicas, mediante el intercambio y cooperación tecnológica con miembros de comunidades internacionales y organismos de apoyo; económicas, entendiendo que la bioeconomía puede contribuir a la transición ecológica del país hacia una economía posextractiva; legales, por la existencia de mandatos institucionales vinculados a la investigación, manejo sostenible de la biodiversidad, conservación, producción sostenible, fomento productivo, conocimientos y saberes ancestrales, entre otros; y políticas, apalancadas en la institucionalización y declaración de prioridad nacional al desarrollo sostenible.

Estas permiten ubicar a la bioeconomía del Ecuador en los siguientes senderos: ii) aplicaciones y productos de la biotecnología; iv) biocombustibles y derivados; y v) biorrefine-

rias no energéticas (bioinsumos y bioproductos). Propone, además, una hoja de ruta basada en el uso eficiente de los recursos biológicos, la promoción de cadenas de valor sostenibles y la incorporación de saberes ancestrales, orientando a Ecuador hacia un desarrollo inclusivo, resiliente y competitivo en el mercado global. El gobierno del Ecuador, a partir de la publicación del Libro Blanco, tomó la decisión de avanzar en la construcción de la Estrategia Nacional de Bioeconomía.⁸

1.4. Brasil^{9 10}

La bioeconomía y la sociobiodiversidad han ganado cada vez más protagonismo en Brasil, impulsadas por diversas iniciativas y políticas públicas destinadas al desarrollo sostenible y a la valorización de los recursos naturales y culturales del país. La evolución de estas discusiones refleja un esfuerzo coordinado entre el gobierno, la sociedad civil y el sector privado para promover la conservación del medio ambiente, la generación de ingresos y la justicia social. La Estrategia Nacional de Bioeconomía de Brasil, formalizada mediante el Decreto N° 12.044, del 5 de junio de 2024, establece una serie de directrices y objetivos para fomentar el desarrollo sostenible a través de la bioeconomía. Su objetivo es coordinar e implementar políticas públicas para el desarrollo de la bioeconomía, promoviendo actividades económicas sostenibles, valorizando la biodiversidad, descarbonizando los procesos productivos y la bioindustrialización.

Esta estrategia promueve un modelo económico y productivo que respete la biodiversidad, generando valor y empleo mediante el uso sostenible de los recursos naturales, con una orientación inclusiva y ética. En colaboración con la sociedad civil y el sector privado, la estrategia busca descarbonizar los procesos productivos, apoyar la agricultura regenerativa y garantizar la participación equitativa de las comunidades indígenas y tradicionales. Además, fomenta la inclusión de mujeres y jóvenes en el sector, y la creación de ecosistemas de innovación y emprendimiento basados en la biodiversidad brasileña. De acuerdo con las categorías propuestas, se ubica a la bioeconomía de Brasil en los senderos: i) bioprácticas y bioprocesos para el incremento de la eficiencia y ecointensificación; ii) aplicaciones y productos de la biotecnología; y iii) bioproductos y bioservicios derivados de la biodiversidad local.

La implementación se realizará en cooperación con estados, municipios y entidades privadas, a través del Plan Nacional de Desarrollo de la Bioeconomía. Este plan incluye instrumentos financieros y regulatorios, infraestructura, mercados y educación profesional, así como un Sistema Nacional de Información y Conocimiento sobre Bioeconomía para subsidiar las acciones del gobierno y la sociedad civil. La política pública fue desarrollada y se ejecuta en alianza entre los Mi-

6. Más información disponible en: <https://goo.su/8S10Ms9> y <https://goo.su/UGzAC>.

7. Más información disponible en: <https://www.flipsnack.com/manthra/libro-blanco-de-la-bioeconom-a-sustentable-de-ecuador/full-view.html>.

8. Más información disponible en: <https://goo.su/jVf5>.

9. Más información disponible en: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2024/Decreto/D12044.htm.

10. Apartado basado en la información suministrada por Cristina Costa IICA Brasil.

nisterios de Ambiente y Cambio Climático (MMA), Desarrollo y Asistencia Social, Familia y Lucha contra el Hambre (MDS) y Desarrollo Agrario y Agricultura Familiar (MDA). La sinergia para la implementación entre el Plan Nacional de Desarrollo de la Bioeconomía y el Sistema Nacional de Informaciones y Conocimiento sobre la Bioeconomía facilitará la gobernanza y la colaboración interinstitucional para asegurar un impacto positivo en la seguridad alimentaria, hídrica y energética del país, en el marco de una economía baja en carbono (Gobierno de Brasil, 2024).¹¹

1.5. Uruguay

La Estrategia Nacional de Bioeconomía Sostenible de Uruguay es fruto de un largo proceso de construcción en el cual estuvieron involucrados el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca -en su rol de líder- y un Grupo Interinstitucional en Bioeconomía Sostenible (GIT-BS) compuesto por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, el Ministerio de Industria, Energía y Minería, el Ministerio de Economía y Finanzas, el Ministerio de Educación y Cultura, el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, el Ministerio de Turismo, el entonces Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, la Oficina de Planeamiento y Presupuesto, la Secretaría Nacional de Transformación Productiva y Competitividad (Transforma Uruguay) y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.

68 Ese primer documento recibió aportes de referentes institucionales, de la academia, de institutos de investigación, del sector privado y de la sociedad civil, y contó con el apoyo en distintas instancias de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, el Banco Interamericano de Desarrollo y la Corporación Alemana para la Cooperación Internacional. La segunda parte del proceso dio inicio en 2023, con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la incorporación de nuevos actores como el Ministerio de Ambiente, la Agencia Nacional de Investigación e Innovación, la Agencia Uruguaya de Cooperación Internacional, el Consejo Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología, la Universidad de la República, la Universidad Tecnológica y Uruguay XXI.

Tiene como objetivo diversificar y consolidar la matriz productiva del país a través del uso sostenible e innovador de los recursos biológicos. Se estructura en cuatro ejes estratégicos: producción y consumo sostenibles, inserción internacional basada en el valor agregado ambiental, desarrollo de la ciencia y tecnología orientada a la bioeconomía, y promoción de un desarrollo territorial inclusivo. Asimismo, se definieron como complejos productivos estratégicos la valorización de residuos y subproductos, los recursos forestales, los recursos biológicos acuáticos, los alimentos y bebidas, la química y farmacéutica, y el turismo sostenible. Este abordaje permite ubicar a esta es-

trategia en los senderos de: i) bioprácticas y bioprocesos para el incremento de la eficiencia y ecointensificación; iii) bioproductos y bioservicios derivados de la biodiversidad local; y v) biorrefinerías no energéticas (bioinsumos y bioproductos).

Como forma de volver operativo los lineamientos de la estrategia, que tiene un horizonte temporal a 2050, entre 2023 y 2024 se llevaron a cabo diversas instancias para la formulación del Plan de Acción 2024-2026. Allí se definieron 12 acciones priorizadas, incluyendo la creación de un mapa de regiones bioeconómicas, el impulso de biorefinerías, y la generación de capacidades en investigación y desarrollo, estableciendo un marco robusto para superar barreras de mercado, incentivar la producción regenerativa y aprovechar la biomasa como fuente de energía. También se incluyó allí la elaboración de un Plan Nacional de Bioinsumos que se encuentra en proceso de formulación. Tanto la Estrategia como el Plan de Acción de la Bioeconomía en Uruguay han sido presentadas por las autoridades, estando pendiente aún su publicación.¹²

2. ESTRATEGIAS SECTORIALES

Como parte del desarrollo global hacia un enfoque sostenible y basado en recursos biológicos, varios países han comenzado a fortalecer sus esfuerzos en la bioeconomía, estableciendo estrategias y políticas que guíen el uso responsable de su biodiversidad y recursos naturales. Además del avance en la construcción de políticas nacionales dedicadas a la bioeconomía, otros países han logrado avances notables en la formulación e implementación de estrategias enfocadas en sectores con alto potencial en este campo. Destacan los casos de Argentina y México, cuyas experiencias ofrecen lecciones clave y modelos de referencia para la región.

2.1. Argentina, apuestas sectoriales desde la agricultura y la industria¹³

Desde hace varios años, Argentina viene desarrollando diversos planes y estrategias para impulsar la bioeconomía en los sectores agrícola e industrial. Entre los principales destacan el Programa Bioeconomía Regiones Argentinas (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2018), el Plan de Acción para el Sector de Biomateriales y Bioproductos (Ministerio de Economía, 2019), el Programa de Bioinsumos Agropecuarios Argentinos (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2021) y el Programa Sello BioProducto Argentina (Ministerio de Economía, 2021). En 2022 se presentó el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) para la bioeconomía y se lanzó el Programa BioDesarrollar, cuyo objetivo es promover la bioeconomía a través de la biotecnología, los bioinsumos, los biomateriales y la bioenergía, con un enfoque en la economía circular (Ministerio de Economía, 2023).

11. Más información disponible en: <https://goo.su/ywu6H>.

12. Más información disponible en: <https://goo.su/qBEIG>.

13. Más información disponible en: <https://servicios.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/380000-384999/383477/norma.htm>.

Con el objetivo de impulsar la demanda nacional de productos y procesos biobasados de alto valor agregado, propiciar las condiciones para el acceso a mercados internacionales a productores y empresas de pequeña y mediana escala, incrementar y promover articulaciones entre instituciones nacionales y otros niveles -el sector privado, el sector científico-tecnológico y la academia-, adecuar el marco regulatorio y de políticas que faciliten el desarrollo y escalado de productos y procesos bioeconómicos, formular programas de apoyo a los bio-desarrolladores locales y explorar, generar y consolidar iniciativas de cooperación a nivel internacional y regional, se lanzó en 2023 el Plan de Acción de la Bioeconomía en el sector agropecuario.

Liderado por la entonces llamada Dirección Nacional de Bioeconomía de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, el plan fue formulado en el marco de la Comisión Asesora del Programa de Fomento a la Bioeconomía y fijó un horizonte temporal de dos años para su implementación. Su enfoque se ubica dentro de los senderos: i) bioprácticas y bioprocesos para el incremento de la eficiencia y ecoinintensificación; ii) aplicaciones y productos de la biotecnología; iii) bioproductos y bioservicios derivados de la biodiversidad local; iv) biocombustibles y derivados; y v) biorrefinerías no energéticas (bioinsumos y bioproductos).

2.2. México y la propuesta de Estrategia Sectorial de Bioeconomía Agrícola (ESBAM)¹⁴

Establece un marco estratégico para transformar el sector agroalimentario mexicano mediante el aprovechamiento sostenible de la biomasa y la innovación tecnológica. Liderada por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y con el respaldo técnico del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), la ESBAM busca responder a desafíos como el cambio climático, la pérdida de recursos y la creciente demanda alimentaria. Se planteó como objetivo el identificar, visibilizar y fortalecer las acciones relacionadas con la bioeconomía en el sector agroalimentario.

Además de promover e integrar prácticas innovadoras y sostenibles, pretende impulsar la valorización de los recursos biológicos, fomentar la creación de bionegocios agrícolas, avanzar en la seguridad alimentaria y acelerar el desarrollo económico y la competitividad del campo mexicano. Varias fueron las oportunidades para el desarrollo de esta estrategia: México es uno de los países con mayor biodiversidad en el mundo, lo que representa un recurso valioso para el desarrollo de productos bioeconómicos únicos; hay un potencial significativo para desarrollar prácticas agrícolas

sostenibles que mejoren la eficiencia del uso de recursos y la regeneración de ecosistemas (SEMARNAT, 2023); el país tiene la capacidad para aumentar la producción de biocombustibles a partir de diversas materias primas, tendientes a reducir la dependencia de los combustibles fósiles; el establecimiento de biofábricas puede promover el uso de biomasa para la producción de alimentos, energía, materiales y químicos renovables; y por último existen oportunidades para implementar modelos de economía circular que aprovechen los residuos agrícolas y agroindustriales, minimizando el impacto ambiental. La existencia de la Ley General de Economía Circular y de leyes estatales que promueven su desarrollo hacen que adaptar la economía circular a los procesos productivos o cadenas de valor sea cada día más importante.

En ese sentido, los senderos de la bioeconomía identificados son: i) bioprácticas y bioprocesos para el incremento de la eficiencia y ecoinintensificación; y v) biorrefinerías no energéticas (bioinsumos y bioproductos). La estrategia se estructura en torno a principios de sostenibilidad y eficiencia, promoviendo la resiliencia y la generación de valor agregado en la cadena productiva agrícola. Uno de los ejemplos concretos de aprovechamiento bioeconómico es el plátano, cuya biomasa residual puede transformarse en nuevos subproductos de alto valor. En conjunto, esta propuesta contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, a la vez que fortalece la seguridad alimentaria y fomenta un modelo económico más inclusivo y responsable (SADER, 2023).

3. NORMATIVAS Y REGLAMENTACIONES PARA SECTORES ESPECÍFICOS DE LA BIOECONOMÍA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

En ALC, existen normativas específicas que regulan diversos senderos de la bioeconomía: la biotecnología, los biocombustibles, la agricultura sostenible y la valorización de residuos. Estas regulaciones buscan fomentar el desarrollo sostenible y asegurar el cumplimiento de estándares de seguridad y eficiencia en cada uno de estos sectores estratégicos.

3.1. Biotecnología

En las Américas, el avance en normativas y reglamentaciones en biotecnología agrícola y bioseguridad refleja un esfuerzo significativo por parte de numerosos países para establecer marcos legales que regulen el uso de biotecnología en el sector agrícola. Estas normativas incluyen leyes, resoluciones y decretos que buscan garantizar un uso seguro y sostenible de las herramientas biotecnológicas, particularmente en lo relacionado con organismos genéticamente modificados (OGM). La implementación de estas regulaciones responde a la necesidad de equilibrar el desarrollo científico y tecnológico con la protección de la biodiversidad y la seguridad ambiental y humana, reconociendo la biotecnología como una herramienta clave para la productividad y sostenibilidad agrícola.

Países como Canadá, Estados Unidos, México, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Panamá, República Dominicana, Colombia, Ecuador, Perú, Chile, Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay han avanzado considerablemente en el desarrollo y la actualización de estas normativas. Estas naciones han diseñado marcos legales que responden a las exigencias tecnológicas y ambientales actuales, demostrando un compromiso con la innovación responsable y con la promoción de prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles. Este panorama refleja

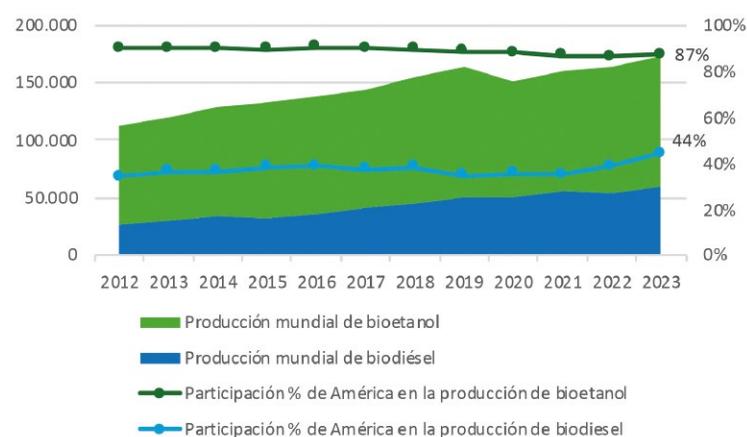
14. Más información disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/documentos/propuesta-de-estrategia-sectorial-de-bioeconomia-agricola-para-mexico>.

el liderazgo regional en la regulación de la biotecnología agrícola y la bioseguridad, aunque persisten desafíos para lograr una mayor armonización y fortaleza de las políticas en toda la región.

3.2. Biocombustibles

El desarrollo de los biocombustibles líquidos en el continente americano destaca tanto por sus elevados volúmenes de consumo como de producción. En gran medida, este progreso ha sido impulsado por políticas públicas que han desempeñado un papel clave en el desarrollo del bioetanol y el biodiésel en la región. Las Américas, al igual que otras regiones del mundo, han incentivado el consumo de biocombustibles mediante la implementación de políticas que autorizan y, en muchos casos, promueven su uso.

Gráfico 1. Evolución de la producción y del consumo de biocombustibles líquidos (en miles de m³) y participación porcentual de las Américas



Fuente: elaboración propia con base en Torroba (2022).

Uno de los instrumentos de política pública más comunes en esta materia ha sido la implementación de “mandatos de uso de biocombustibles”, que reservan cuotas de mercado para estos productos. Durante 2022, se registraron 60 países con mandatos efectivos para el uso de bioetanol, de los cuales 11 se encuentran en el continente americano; asimismo, 49 países tenían obligaciones de uso de biodiésel, entre ellos nueve de las Américas (Torroba y Orozco, 2022). Estos mandatos han impulsado el crecimiento del sector de los biocombustibles en varias naciones de la región.

Además de las políticas de mandatos de mezcla, se han introducido nuevos instrumentos normativos, como los Estándares de Combustible de Bajo Carbono, implementados en varios estados de Canadá y Estados Unidos, y el Programa RenovaBio en Brasil. Estos mecanismos buscan asegurar que los biocombustibles cumplan con los objetivos de reducción de emisiones, contribuyendo así a la transición energética. Por otra parte, los recientes avances en el desarrollo de mercados internos de bioetanol en países de Centroamérica, como Costa Rica, Guatemala y Panamá, muestran una expansión de este mercado hacia nuevos horizontes.

Entre 2014 y 2023, la producción mundial de biocombustibles experimentó un crecimiento acumulado del 19%, alcanzando los

172,341,000 m³ en 2023, con un incremento del 6% con respecto a 2022. Las Américas han tomado un rol protagónico en esta industria, produciendo el 87% del bioetanol y el 44% del biodiésel mundial. A lo largo del continente, el uso de biocombustibles ha mostrado varias experiencias exitosas, consolidando a la región como un referente en este campo.

Finalmente, los esfuerzos en la región no se limitan al transporte terrestre, pues tanto los gobiernos como el sector privado están promoviendo el uso de biocombustibles en los sectores de aviación y navegación. Estados Unidos y Canadá, por ejemplo, ya han desarrollado normativas para el uso de combustibles sostenibles de aviación, producidos a partir de materias primas biológicas. En otros países como Brasil, Chile y Colombia, se están trazando hojas de ruta y desarrollando mesas de trabajo y proyectos de ley para impulsar el uso de biocombustibles en estos sectores, ampliando así su impacto en la economía y en el medioambiente.

4. LA BIOECONOMÍA EN LA AGENDA INTERNACIONAL

Hasta hace poco tiempo, la bioeconomía no era parte de las discusiones técnicas y políticas de los principales foros mundiales. Sin embargo, en los últimos años eso ha cambiado considerablemente. Gracias al convencimiento del potencial de la bioeconomía como estrategia para la reindustrialización y el desarrollo sostenible, hoy la bioeconomía es protagonista en la discusión mundial. Y gracias al trabajo que está realizando el IICA junto con otros aliados y aliados, hoy materializado en la Red Latinoamericana de Bioeconomía, la región no solo participa en cada uno de estos espacios, sino que es protagonista en la discusión y en los acuerdos, aprovechando al máximo las oportunidades de colaboración. Algunos ejemplos son:

- *Cumbre de los sistemas agroalimentarios de la ONU.* En 2021, la ONU convocó un proceso enfocado en discutir y acordar compromisos para transformar los sistemas agroalimentarios globales. Con el fin de contribuir a esta discusión y facilitar la construcción de acuerdos en las Américas, el IICA promovió una serie de diálogos y encuentros nacionales y regionales. Como resultado de este proceso, se presentó a la presidencia de la ONU un documento que resaltaba el potencial de la bioeconomía para transformar los sistemas alimentarios en las Américas.¹⁵

15. Más información disponible en: <https://bit.ly/37WrNOD>.

- *G20*. A principios de 2024, la presidencia de Brasil en el G20 (Itamaraty) creó un grupo de trabajo sobre bioeconomía. A diferencia de otros temas tradicionales del G20, la bioeconomía carecía de un foro internacional establecido para el debate. La Iniciativa de Bioeconomía G20 tenía como objetivo reunir a los países del G20 y organismos internacionales invitados para discutir y acordar los principios rectores de la bioeconomía, con miras a construir agendas de trabajo conjuntas. El diálogo se centró en tres ejes: i) investigación, desarrollo e innovación para la bioeconomía; ii) uso sostenible de la biodiversidad; y iii) bioeconomía como impulsor del desarrollo sostenible. La Red Latinoamericana de Bioeconomía, representada por el IICA como secretaria ejecutiva, participó activamente en esta iniciativa, que culminó con el lanzamiento de los Principios de Alto Nivel para la Bioeconomía del G20.¹⁶
- *World Economic Forum (WEF)*. Con el objetivo de promover la transición global hacia una economía basada en la biociencia, el WEF lanzó la Iniciativa de Bioeconomía. Esta iniciativa se estructura en tres áreas: i) concienciar a tomadores de decisiones y al público sobre el potencial de los productos biológicos; ii) fomentar la adopción de actividades biológicas en empresas globales; y iii) promover el desarrollo equitativo de la bioeconomía en todos los sectores y regiones para facilitar una transición responsable. La iniciativa reúne a expertos del sector privado, el gobierno, la sociedad civil y la academia, incluyendo a representantes de América Latina.¹⁹
- *Global Bioeconomy Summit (GBS)*. Este foro internacional reúne a líderes, expertos, formuladores de políticas, científicos y empresarios clave en bioeconomía. Su principal objetivo es facilitar el intercambio de conocimientos, experiencias y mejores prácticas para el desarrollo de una bioeconomía sostenible a nivel global. En 2024, el GBS se celebró en Nairobi, Kenia, el 23 y 24 de octubre, bajo el lema: “Un Planeta – Soluciones Sostenibles de Bioeconomía para los Desafíos Globales”. Con la participación de más de 500 asistentes presenciales y 3000 virtuales, se destacó la bioeconomía como clave para la descarbonización y la transición hacia economías verdes. América Latina, a través del IICA y la Red Latinoamericana de Bioeconomía, lideró una plenaria principal y cinco talleres sobre temas como educación, bioemprendimientos e industrialización de la bioeconomía. Al cierre del evento, se lanzó una alianza para la bioeconomía global, invitando a la Red Latinoamericana de Bioeconomía, la FAO y otros organismos internacionales.¹⁷
- *COP16*. La COP16, Conferencia de las Partes de la Convención sobre la Diversidad Biológica, se celebró en Cali, Colombia, del 21 de octubre al 1 de noviembre de 2024. Su objetivo fue lograr acuerdos para implementar el Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal, enfocado en detener y revertir la pérdida de biodiversidad global. Con la participación de 96 delegaciones y diez jefes de Estado, la bioeconomía, especialmente la de América Latina, ocupó un lugar central en las negociaciones. La Red Latinoamericana de Bioeconomía organizó más de 30 eventos en las zonas verde y azul, explorando cómo la bioeconomía puede convertirse en una estrategia clave para la conservación y valorización sostenible de la biodiversidad, promoviendo el desarrollo económico y las oportunidades sociales en comunidades locales.¹⁸

BIBLIOGRAFÍA

Chavarría, D. H., Torroba, A., Porras-Brenes, C., Gamboa, H., Rocha, P. & Blanco, M. (2024). Bioeconomía en ALC: Definiciones, senderos y potencial para su aprovechamiento. Informe de situación y perspectivas para la bioeconomía en América Latina y el Caribe. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura de Costa Rica. Recuperado de: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/22105>.

Chavarría, D. H., Trigo, D. E. & Martínez, D. J. F. (2020). Políticas y negocios para la bioeconomía en ALC: Un proceso en marcha. C3-Bioeconomy: Circular and Sustainable Bioeconomy, (1). DOI: <https://doi.org/10.21071/c3b.vi1>.

Gobierno de Colombia (2020). Bioeconomía: para una Colombia potencia viva y diversa. Hacia una sociedad impulsada por el conocimiento.

Gobierno de Costa Rica (2020). Estrategia nacional de bioeconomía Costa Rica 2020-2030. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones. Recuperado de: https://micit.go.cr/sites/default/files/estrategia_nacional_de_bioeconomia_costa_rica.pdf.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2024). Políticas de investigación e innovación orientadas por misiones - PIIOM: Misión bioeconomía y territorio 2024.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural-SADER (2023). Propuesta de Estrategia Sectorial de Bioeconomía Agrícola para México (ESBAM). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

16. Más información disponible en: <https://bit.ly/4eyoh9T>.

17. Más información disponible en: <https://gbs2024.org/>.

18. Más información disponible en: <https://bit.ly/48Bd1rQ>.

19. Más información disponible en: <https://initiatives.weforum.org/bioeconomy-initiative/home>.

2.5 CASOS PARADIGMÁTICOS DE LA BIOECONOMÍA EN LA REGIÓN



LA BIOECONOMÍA EN EL CONTEXTO DE LA AMAZONIA

TATIANA SCHOR, VERÓNICA GALMEZ, INAIÊ SANTOS,
ADAM MEHL Y JOHANNA HANSMANN *

INTRODUCCIÓN

La Amazonia es el mayor ecosistema tropical del mundo, con una biodiversidad sin comparación, abundantes recursos naturales y el hogar de casi 50 millones de personas. Desterrar el uso sostenible de la sociobiodiversidad de la Amazonia es clave para seguir prestando servicios ecosistémicos esenciales para la vida en el planeta (Abramovay *et al.*, 2021).

La bioeconomía y la conservación de la Amazonia están estrechamente vinculadas y son interdependientes. La región amazónica ofrece características y condiciones ecológicas y sociales «perfectas» para que prosperen los productos y servicios de la bioeconomía, y a su vez la bioeconomía ofrece un modelo alternativo y transformador a las formas de desarrollo que se centran en la extracción y el uso insostenible de los recursos naturales. Por lo tanto, situar la bioeconomía en el centro del desarrollo económico sostenible tiene el potencial de revertir la deforestación, aumentar su resiliencia al cambio climático, proteger la biodiversidad y hacer frente a las catástrofes naturales en la Amazonia (Abramovay *et al.*, 2021; BID, 2023; Lesenfans It, 2024), lo que también puede sustentar el patrimonio cultural, clave para el mantenimiento de los ecosistemas.

AMAZONIA SIEMPRE

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) lleva trabajando en la región amazónica desde su creación en 1959. Dado el creciente consenso científico de que el bioma amazónico está alcanzando un “punto de inflexión” ecológico, el BID lanzó Amazonia Siempre¹ en 2023, un programa holístico que tiene como objetivo ampliar la financiación, compartir conocimientos estratégicos para los tomadores de decisiones y mejorar la coordinación e integración regional para acelerar el desarrollo sostenible, inclusivo y resiliente de la Amazonia y sus ocho países. La ampliación de la bioeconomía y las economías creativas constituye uno de los cinco pilares temáticos de Amazonia Siempre, que hasta la fecha cuenta con varias iniciativas, fondos, redes y proyectos bajo implementación. A través de diferentes mecanismos de financiación, asistencia técnica y alianzas estratégicas con las principales partes interesadas, en respuesta a las demandas y prioridades de los países miembro en la Amazonia, el BID busca fomentar el entorno habilitante general para estimular la bioeconomía en la Amazonia.

Uno de los principales vehículos de financiación del pilar de bioeconomía de Amazonia Siempre es el Fondo

* *Tatiana Schor*: jefa de la Unidad de Coordinación Amazónica del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). *Verónica Galmez*: especialista sectorial de la Unidad de Coordinación Amazónica del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). *Inaiê Santos*: consultora en la Unidad de Coordinación Amazónica del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). *Adam Mehl*: consultor en la Unidad de Coordinación Amazónica del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). *Johanna Hansmann*: consultora en la Unidad de Coordinación Amazónica del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

1. Más información en: <https://www.iadb.org/en/who-we-are/topics/amazonia>.

de Bioeconomía de la Amazonia (el cual cuenta con un financiamiento de 279 millones de dólares del Fondo Verde para el Clima como parte de un programa regional de USD 598 millones), que tiene como objetivo apalancar inversiones privadas en apoyo a la adaptación y mitigación del cambio climático a través de bionegocios innovadores que busquen conservar los ecosistemas amazónicos y la biodiversidad, impulsar la resiliencia climática y mejorar los medios de vida locales en los países amazónicos.

DESAFÍOS EN LOS DIFERENTES CONCEPTOS Y ENFOQUES

No existe una definición unificada o compartida de bioeconomía en la Amazonia, sino más bien abordajes, conceptos (Costa *et al.*, 2022) y principios diversos y en evolución. Un punto de partida para ampliar la bioeconomía en la Amazonia es comprender cómo es concebida, en teoría y en la práctica por las partes interesadas viviendo en los territorios, del mundo académico, el gobierno, el sector privado, la sociedad civil, las organizaciones indígenas y las entidades de financiación.

Los resultados de un reciente estudio realizado por el BID muestran que existen divergencias conceptuales no solo entre los países amazónicos, sino también entre los enfoques aplicados por los diferentes actores que trabajan y viven en el territorio (Lesenfants *et al.*, 2024). Por ejemplo, mientras que algunos enfoques consideran la bioeconomía como el mero uso y procesamiento de recursos biológicos renovables para generar productos de valor añadido, otros conceptos como el de “economía indígena” incorporan fuertemente las dimensiones social y cultural en una bioeconomía basada en conocimientos, prácticas y valores tradicionales. Una consecuencia directa de estas divergencias sobre el concepto podría ser la exclusión de países, actores y beneficiarios en programas de financiación o mecanismos financieros ligados a una definición de bioeconomía. Conocer las diferentes conceptualizaciones y percepciones en una región tan diversa y compleja como la Amazonia es esencial para promover con eficacia y eficiencia la bioeconomía y su ecosistema del cual depende.

Más allá de las discusiones conceptuales y de sus posibles implicaciones, los desafíos en la promoción de la bioeconomía en la Amazonia surgen principalmente de los altos costos de hacer negocios en el territorio, en particular debido a las dificultades logísticas y las carencias de infraestructura (acceso a electricidad, conectividad, transporte asequible, etc.). Además, existen vacíos de conocimiento científicos y tecnológicos, así como una falta de disponibilidad y acceso al financiamiento para apoyar la investigación y la innovación (Lesenfants *et al.*, 2024).

Otro estudio realizado por el BID hace algunos años exploró la relevancia económica de las cadenas de valor del bosque en pie en el estado de Pará, en Brasil, e identificó desafíos específicos que enfrenta la bioeconomía de la sociobiodiversidad (Costa *et al.*, 2021). Implican la formación a nivel técnico y universitario, ya que los profesionales

deben estar capacitados no sólo para tratar los procesos biológicos y ecológicos, sino también para apoyar la innovación tecnológica adecuada a los contextos territoriales.

OPORTUNIDADES DEL MOSAICO DE LA DIVERSIDAD

A pesar de las diferencias sobre cómo se define o se aborda la bioeconomía, reconocer y adoptar este mosaico de diversidad puede fomentar un diálogo más inclusivo y colaborativo entre las partes interesadas basado en la premisa de que la bioeconomía debe priorizar el desarrollo sostenible y la conservación ecológica. Al mismo tiempo, debe mejorar las condiciones de vida de las poblaciones rurales, y urbanas, reconociendo la importancia de los conocimientos tradicionales acumulados durante milenios.

Basándonos en el notable potencial de la bioeconomía tanto para el planeta como para las personas, hemos observado en los últimos años que muchas organizaciones de la sociedad civil, redes y foros -directa o indirectamente involucrados con la bioeconomía- han optado por establecer principios rectores para delimitar las actividades elegibles y excluir las prácticas perjudiciales. Sin embargo, como se señala en el “Informe sobre el Estado y las Perspectivas de la Bioeconomía”, publicado por el IICA (2024), es más importante que nunca establecer estrategias armonizadas a nivel mundial para garantizar cambios urgentes en las prioridades empresariales, educativas, políticas y ambientales con el fin de acelerar el desarrollo de bioeconomías sostenibles. Un ejemplo reciente y digno de mención es el reciente lanzamiento de los Principios de Alto Nivel del G20 sobre la Bioeconomía. Acordar los principios y parámetros de la bioeconomía puede facilitar la colaboración entre los sectores público, privado, sin fines de lucro y las organizaciones multilaterales, impulsando al mismo tiempo políticas y acciones internacionales coordinadas (Lesenfants *et al.*, 2024; BID, 2024). Actualmente, y en consonancia con los debates regionales y nacionales, el Grupo del BID está desarrollando sus principios para la bioeconomía con el fin de garantizar que el desarrollo sostenible y resiliente de la Amazonia contribuya a una expansión de la bioeconomía que se convierta en un polo de atracción para la inversión positiva para la biodiversidad, centrada en la innovación y que sea socialmente justa y equitativa.

BIBLIOGRAFÍA

Abramovay, R., Ferreira, J., Costa, F. A., Ehrlich, M., Euler, A. M. C., Young, C. E. F., Kaimowitz, D., Moutinho, P., Nobre, I., Rogez, H., Roxo, E., Schor, T. & Villanova, L. (2021). Chapter 30: The New Bioeconomy in the Amazon: Opportunities and Challenges for a Healthy Standing Forest and Flowing Rivers. En C. Nobre *et al.* (Eds.), Amazon Assessment Report 2021. Nueva York: United Nations Sustainable Development Solutions Network. DOI: www.doi.org/10.55161/UGHK1968.

BID (2024). IDB Report Shows the Potential of Bioeconomy to Reverse Deforestation in the Amazonian Region. Recuperado de: <https://www.iadb.org/en/news/idb-report-shows-potential-bioeconomy-reverse-deforestation-amazonian-region> (Último acceso: 15/09/2024).

Costa, F. A., Ciasca, B. S., Castro, E. C. C., Barreiros, R. M. M., Folhes, R. T., Bergamini, L. L., Solyno Sobrinho, S. A., Cruz, A., Costa, J. A., Simões, J., Almeida, J. S., Souza, H. M. (2021). Socio-biodiversity Bioeconomy in the State of Pará. Nota técnica IDB-TN-02264. Brasília: The Nature Conservancy (TNC Brasil) & Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). DOI: <http://dx.doi.org/10.18235/0003713>.

Costa, F. A., Nobre, C., Genin, C., Rocha Frasson, C., Fernandes, D., Silva, H., Vicente, I., Santos, I, Feltran- Barbieri, R., Ventura Neto, R. & Folhes, R. (2022). Bioeconomy for the Amazon: Concepts, limits, and trends for a proper definition of the tropical forest biome. Working Paper. San Pablo: World Resource Instituto. DOI: www.doi.org/10.46830/wriwp.21.00168pt.

IICA (2024). Informe de situación y perspectivas de la bioeconomía en América Latina y el Caribe. Recuperado de: <https://opac.biblioteca.iica.int/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?-biblionumber=152557> (Último acceso: 27/09/2024).

Lesenfants Y., Veprinsky Mehl, A., Muggah, R., Aguirre, K. & Smith, P. (2024). Re-imagining bioeconomy for Amazonia. Nota técnica 2952. Washington DC: Banco Interamericano de Desarrollo. DOI: www.doi.org/10.18235/0013007.

EL ROL DEL ESTADO EN LA PROMOCIÓN DE LA BIOECONOMÍA EN COLOMBIA

JUAN FERNANDO MARTÍNEZ *

En los últimos nueve años, a lo largo de tres períodos presidenciales, incluida la administración actual, la bioeconomía ha ganado relevancia en las políticas públicas de Colombia. Este texto repasa la evolución de este modelo en el contexto colombiano, identificando los actores clave, su definición, así como los avances, los obstáculos y las lecciones aprendidas en las intervenciones estatales. En Colombia, el rol del Estado ha sido fundamental en la promoción de la bioeconomía, movilizandorecursos, articulando actores y priorizando acciones a nivel territorial para su desarrollo.

En 2015, un año antes de la finalización de las negociaciones del acuerdo de paz entre el gobierno y las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC), el gobierno nacional lanzó el programa Colombia BIO. Su objetivo era promover el conocimiento, la valoración, la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, sentando las bases para el desarrollo de la bioeconomía mediante la ciencia, la tecnología y la innovación. El programa se centró especialmente en los territorios más afectados por el conflicto y que hasta entonces no habían sido explorados por los investigadores, en el segundo país con mayor diversidad biológica del mundo (Colciencias, 2016).

El programa Colombia BIO permitió posicionar al más alto nivel del gobierno la importancia del uso sostenible de la biodiversidad y del modelo de bioeconomía. Este modelo se impulsó desde el Departamento Administrativo de Ciencia,

Tecnología e Innovación (Colciencias), actualmente conocido como Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias) y el Departamento Nacional de Planeación. Posteriormente su alcance se extendió a otras carteras como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. A continuación, dada la difusión que la bioeconomía ha tenido en Colombia, se examinarán las definiciones de bioeconomía que han sido integradas en las políticas públicas y en los instrumentos de gobierno.

La primera definición de bioeconomía en una política pública colombiana apareció en “La Política de Crecimiento Verde”, documento CONPES 3934 de 2018. En este documento, la bioeconomía se define como “la economía que gestiona de manera eficiente y sostenible la biodiversidad y la biomasa para generar nuevos productos, procesos y servicios de valor agregado, basados en el conocimiento y la innovación” (Departamento Nacional de Planeación, 2018). Esta definición fue pionera en integrar la bioeconomía como un enfoque central en la planificación del desarrollo sostenible en Colombia.

Posteriormente, el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, titulado “Colombia Potencia Mundial de la Vida”, amplió esta visión. En dicho plan, se mencionan “modelos de negocios inclusivos, con un enfoque en la circularidad, que generan encadenamientos productivos de alto valor agregado”

* Especialista en Ciencia, Tecnología e Innovación, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

(Gobierno de Colombia, 2022). Así, la bioeconomía se relaciona con la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, destacando su capacidad para fomentar un crecimiento económico sostenible.

Finalmente, en 2024, el Minciencias presentó su nueva “Política de Investigación e Innovación: Bioeconomía y Territorio”. En esta política, la bioeconomía se define como “la economía que gestiona de manera sostenible la biodiversidad y la biomasa de los ecosistemas continentales, costeros y marinos”. Además, se hace énfasis en la producción y comercialización justa de bienes y servicios de alto valor agregado, basados en el intercambio de conocimientos tradicionales y científicos, lo cual fortalece el desarrollo regional en función de sus contextos y necesidades (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2024a). Esta misión recoge gran parte del trabajo adelantado en una misión previa denominada “Bioeconomía para una Colombia potencia viva y diversa: Hacia una sociedad impulsada por el Conocimiento” (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020).

En materia de avances, dentro de los resultados de las intervenciones en bioeconomía, desde el sector de la ciencia, tecnología e innovación, se destacan el desarrollo de 198 proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) enfocados en la generación de bioproductos, con un nivel de madurez tecnológica entre cinco y nueve TRL (*Technological Readiness Level*), además del fortalecimiento de 20 colecciones biológicas y diez proyectos de turismo científico de naturaleza, y de la ejecución de 49 expediciones científicas con la participación de 100 instituciones, más de 800 investigadores y alrededor de 1600 personas de comunidades locales. Estas expediciones han permitido la identificación de 214 posibles nuevas especies para la ciencia (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2024b).

Pese a los avances, uno de los principales obstáculos para el desarrollo de la bioeconomía en Colombia es la falta de coordinación institucional. Al ser un modelo transversal que involucra a diferentes ministerios, es fundamental crear un mecanismo de articulación y establecer un espacio para recopilar y difundir información que respalde la toma de decisiones estratégicas. Actualmente, el Departamento Nacional de Planeación está trabajando en la solución de ambos temas. Otro cuello de botella ha sido la fluctuación en la financiación de los proyectos de inversión, aunque la bioeconomía ha permanecido en la agenda y las variaciones en los recursos públicos han estado sujetas a las necesidades y prioridades de las autoridades de turno.

Finalmente, entre las lecciones aprendidas se destacan varios aspectos clave. Primero, la importancia de contar con personal dentro de las instituciones que esté convencido de la relevancia del tema y que posea las habilidades necesarias para posicionarlo en las diferentes instancias de formulación de políticas. Segundo, la apropiación del concepto y su integración en las agendas de trabajo e investigación por parte de diversos actores, como universidades, emprendimientos y centros e institutos de investigación. Tercero, la creación de redes ha promovido la colaboración

a través de proyectos conjuntos. Cuarto, el fortalecimiento de las relaciones con la cooperación internacional ha facilitado la movilización de recursos técnicos y financieros, garantizando la continuidad del tema. Quinto, la formación de capacidades ha demostrado resultados en otros sectores no relacionados directamente con el sector ciencia, como la banca y el comercio, lo que ha ayudado a la movilización de recursos para proyectos de bioeconomía.

BIBLIOGRAFÍA

Colciencias (2016). Colombia BIO. Recuperado de: <https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/reseña-colombiabio-2016.pdf>.

Departamento Nacional de Planeación (2018). Política Nacional de Crecimiento Verde. Documento CONPES 3934. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3934.pdf>.

Gobierno de Colombia (2022). Plan Nacional de Desarrollo “Colombia Potencia Mundial de la Vida” 2022-2026.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2020). Misión “Bioeconomía para una Colombia potencia viva y diversa: Hacia una sociedad impulsada por el Conocimiento”. Recuperado de: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/bioeconomia_para_un_crecimiento_sostenible-qm_print.pdf.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2024a). Misión de Bioeconomía y Territorio. Recuperado de: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/1_documento_de_politica_bioeconomia_y_territorio.pdf.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2024b). Programa Colombia BIO. Recuperado de: <https://www.minciencias.gov.co/portafolio/colombia-bio#:~:text=Es%20un%20programa%20estrat%C3%A9gico%20de,ciencia%2C%20la%20tecnolog%C3%ADa%20y%20la>.

TRANSFORMANDO CIENCIA EN EMPRESAS DE IMPACTO GLOBAL. DE AMÉRICA LATINA AL MUNDO: EL CASO GRIDX

MARÍA RENNER, FEDERICO MARQUE Y MATÍAS PEIRE *

VINCULACIÓN TECNOLÓGICA Y CAPITAL DE RIESGO

La transferencia de conocimiento producido en el sistema científico hacia el productivo es un proceso complejo, que no sigue un solo camino, sino que abarca múltiples alternativas que pueden incluso complementarse entre sí. Entre estas opciones, podemos identificar principalmente tres vías: el licenciamiento de tecnologías, la prestación de servicios especializados y la creación de empresas basadas en conocimiento científico.

En particular, dentro de la creación de empresas, existen diferentes modelos posibles. Algunos países pueden promover empresas estatales o mixtas, con una visión estratégica a largo plazo. Otras iniciativas pueden llevar a la formación de pequeñas y medianas empresas (PYMES) locales que ofrezcan servicios con alto valor agregado, apoyadas por personal altamente capacitado. Y, finalmente, encontramos *startups* que buscan desarrollar propuestas innovadoras, basadas en desarrollos científicos de frontera, con el potencial de tener un impacto global.

En esta última alternativa de transferencia tecnológica -las *startups*-, el capital de riesgo (*venture capital*) juega un papel fundamental. El *venture capital* permite financiar las etapas tempranas de estos proyectos, en las que las empresas se centran en la investigación y el desa-

rollo necesarios para crear propuestas originales y de impacto global.

En los últimos 25 años, desde la explosión de la burbuja de las .com, la industria de *venture capital* ha experimentado un crecimiento significativo. Este crecimiento se ha estructurado en inversores especializados en distintas etapas de inversión, desde presemilla hasta etapas tempranas y etapas de crecimiento, así como en diversos sectores tecnológicos o verticales industriales.

EL MODELO GRIDX: INNOVACIÓN Y VENTURE CAPITAL EN BIOTECNOLOGÍA

GRIDX nace como respuesta a la ausencia de inversores de *venture capital* especializados en proyectos de base científica, y particularmente en biotecnología, en América Latina. Tras tres años de investigación para entender cómo invertir en este tipo de empresas, GRIDX fue fundada a finales de 2016, implementando un modelo de *company building* junto con un fondo de inversión. Este doble enfoque permitía trabajar en la combinación de perfiles de negocios y ciencia de manera de formar los equipos fundadores que crean las empresas en las que luego se invierte.

En los últimos ocho años, GRIDX ha contribuido a la creación y financiamiento de 80 empresas basadas en conocimiento

* María Renner y Federico Marque: General Partner GRIDX. Matías Peire: Founder & General Partner GRIDX.

científico en países como México, Costa Rica, Colombia, Chile, Argentina, Uruguay y Brasil. El modelo de GRIDX sigue tres etapas principales:

1. *Descubrir*: América Latina cuenta con un sistema científico relevante, con aproximadamente 200.000 investigadores en ciencias de la vida. GRIDX se dedica a identificar a aquellos talentos con investigaciones de calidad y potencial de aplicación global y que, sobre todo, tengan interés en emprender. Actualmente, GRIDX ha mapeado más de 5500 proyectos científicos en la región, con un potencial estimado de 20.000 proyectos que podrían transformarse en empresas.
2. *Transformar*: cada año, 20 proyectos científicos y 20 perfiles de negocios son seleccionados para participar en un programa de tres meses. Perfiles científicos y perfiles de negocios, durante tres meses, se conocen y, si la magia ocurre, se eligen; y si se eligen, crean sus empresas en las cuales GRIDX invertirá un cheque inicial de 250.000 dólares. Ya con las empresas creadas, el equipo de GRIDX trabaja otros tres meses para consolidar esa idea de negocio y consolidar al equipo fundador. De esos 20 proyectos, finalmente logran esta transformación, y en consecuencia la inversión, entre diez y 15 proyectos por camada. En los últimos ocho años han pasado en distintas camadas más de 150 proyectos científicos, de los cuales GRIDX ha invertido en 80 que cuentan con más de 150 perfiles científicos y más de 70 perfiles de negocios como cofundadores.
3. *Escalar*: las *startups* científicas, particularmente en biotecnología, requieren capital significativo en sus primeras etapas, con necesidades de decenas de millones de dólares. GRIDX prepara a estas empresas para buscar capital internacional, y sus resultados hablan por sí mismos. De las 80 empresas apoyadas, 40 han recibido inversión de fondos globales, y la mitad ha recaudado más de un millón de dólares. En total, las *startups* del portafolio han recibido más de 100 millones de dólares en inversión, creando más de 1000 empleos, de los cuales 700 corresponden a perfiles científicos.

EL FUTURO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN AMÉRICA LATINA

La nueva biotecnología, centrada en sectores como el agro, alimentos y salud, ofrece una oportunidad única para América Latina. Miles de empresas podrían surgir en los próximos años desde la región, liderando soluciones innovadoras que el mundo necesita para enfrentar desafíos globales.

A pesar de la calidad de la ciencia en la región, se necesita un impulso adicional para transformar este conocimiento en desarrollo económico. Esto requerirá esfuerzos tanto del sector público como del privado. Desde el sector

privado, es esencial atraer más inversión especializada en etapas tempranas. Desde el sector público, es crucial profesionalizar los sistemas de vinculación tecnológica, crear marcos regulatorios ágiles, y facilitar la importación de insumos críticos.

Los próximos diez años serán cruciales para la humanidad. El mundo necesita transformar la forma en que produce hacia una forma compatible con los equilibrios que aseguran la vida en nuestro planeta. La biotecnología es una gran oportunidad para protagonizar esa transformación y América Latina, con su talento científico y emprendedor y la mayor biodiversidad del planeta, puede ser un gran actor de este proceso.

EL APORTE DE LA BIOTECNOLOGÍA AGROINDUSTRIAL A LA BIOECONOMÍA ARGENTINA

MARÍA FABIANA MALACARNE *

La definición amplia de la palabra “biotecnología” es el uso de organismos vivos, o partes de ellos, para la producción de bienes o servicios. Con esta premisa podríamos decir que el fitomejoramiento -es decir, el mejoramiento vegetal para obtener variedades de cultivos más adaptadas y rendidoras- es biotecnología. Sin embargo, en estas páginas voy a referirme a la revolución que causó la biotecnología moderna, aquella que tomó impulso en la década de los 80 del siglo pasado y que ha puesto al sector agroindustrial argentino a la vanguardia.

El descubrimiento de la estructura del ADN, a mediados del siglo pasado, junto con el conocimiento sobre el funcionamiento de las enzimas de restricción y las ligasas, permitió el desarrollo de la ingeniería genética. Su aplicación a la agricultura primero y después a los procesos agroindustriales marcó un hito en la bioeconomía nacional. A mediados de la década del 90, llegaron a Argentina los primeros cultivos transgénicos tolerantes a herbicidas y unos años después los resistentes a insectos. Los primeros permitieron expandir el modelo productivo conservacionista de la siembra directa que, actualmente, ocupa más del 80% de la agricultura de nuestro país. Estos desarrollos, provenientes del exterior, ingresaron a nuestra agricultura casi al mismo tiempo que en Estados Unidos y permitieron aumentar la producción reduciendo el uso de insumos, lo que redundó en beneficios económicos para el productor agropecuario y el Estado nacional.

La investigación y el desarrollo nacional no se quedaron atrás y pronto instituciones públicas como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y universidades y empresas privadas se unieron a la era de los transgénicos con desarrollos nacionales. Así, llegó al mercado el trigo tolerante a la sequía HB4®, un desarrollo conjunto de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) y la empresa Bioceres. Además de maíz, soja y algodón, cultivos cuya superficie sembrada con transgénicos es superior al 90%, hoy la agricultura argentina cuenta con alfalfa con mejor digestibilidad, papa resistente a virus y cártamo que produce quimosina para la industria quesera.

La producción de transgénicos más visible es la que tiene impacto directo en el campo, pero hay otra, menos visible, que tiene y tendrá impacto en la economía. Se trata del *molecular farming*, o el uso de plantas como fábricas de moléculas para la industria. Así, Argentina produce moléculas de uso farmacéutico, alimenticio e industrial en producciones confinadas y, mayormente, para exportación. Esto es posible gracias a las capacidades que tiene nuestro país: técnicos altamente preparados y un marco regulatorio robusto que permite la producción eficiente y segura de estas moléculas.

Más recientemente, la ingeniería genética ha desarrollado microorganismos transgénicos para fermentar con mayor eficiencia la biomasa, producir combustibles y mejorar

83

* Gerente de asuntos regulatorios, Asociación Semilleros Argentinos.

procesos industriales y de desarrollo de bioinsumos; es decir, microorganismos que aplicados a la semilla o a la planta permitan un aprovechamiento más eficiente de los recursos, lo que se traducirá en mayor crecimiento y mejores rindes.

A continuación, compartimos algunos datos sobre los transgénicos en Argentina:

- En Argentina se cultivan 26 millones de hectáreas de maíz, soja y algodón transgénico.
- Ha mejorado la rentabilidad de los productores agropecuarios de soja en 29 dólares por hectárea, de maíz en 35 dólares por hectárea y de algodón en 217 dólares por hectárea.
- El beneficio económico que le han dado estos cultivos a Argentina es de 159.000 millones de dólares.
- La soja transgénica ha contribuido en la reducción del 30% del impacto ambiental al usar menos fitosanitarios y los que usa son más amigables con el ambiente.
- Los cultivos transgénicos asociados con la siembra directa permitieron el ahorro de 18.000 millones de kilogramos de carbono.

considerados genéticamente modificados, sino convencionales por los sistemas regulatorios de muchos países, especialmente los del continente americano. El desafío para estos productos noveles es el mercado, ya que aún no existe armonía regulatoria con los países importadores, algo que parece estar en un horizonte lejano. La percepción de la sociedad, al contrario que con los transgénicos, parece estar mucho más a favor, sobre todo en los países de la Unión Europea.

En conclusión, Argentina tiene capacidades técnicas y regulatorias para impulsar la bioeconomía, pero como país exportador, especialmente de *commodities*, depende de los compradores que muchas veces usan sus regulaciones para imponer barreras a nuestras exportaciones.

84 La biotecnología avanzó enormemente en el siglo XXI y, actualmente, existe un gran conocimiento de los genomas. Hoy podemos saber exactamente dónde está ubicado un gen, su secuencia de bases y qué función cumple. Este conocimiento es muy poderoso, ya que permite “editar” esas secuencias provocando la sobreexpresión de proteínas beneficiosas, anulando la expresión de proteínas no deseadas o reemplazando alelos. Así, estas nuevas técnicas de mejoramiento, más comúnmente llamadas de edición génica, permiten tener soja con mejor perfil de ácidos grasos, tomates que sobreexpresan el ácido gama aminobutírico, compuesto beneficioso para la salud cardiovascular, y maíz con alelos de resistencia a ciertas enfermedades (en reemplazo de los susceptibles).

Estas tecnologías han encontrado terreno fértil en nuestras universidades y en pequeñas *startups* que ofrecen servicios de edición a empresas semilleras. Así, el ecosistema nacional está trabajando en papas que no pardean después de cortadas -a las cuales se les inhibió la enzima polifenil oxidasa-, en cereales tolerantes a estrés abiótico o en soja con mejoras nutricionales para monogástricos y mayor rendimiento. También se ha potenciado el trabajo en microorganismos para la generación de bioinsumos y la edición en animales para mejorar características como ausencia de cuernos, incremento de masa muscular, o destinados a la obtención de órganos para xenotransplantes.

La edición génica acelera procesos que pueden ocurrir en el mejoramiento convencional o en la naturaleza (generalmente mutaciones); por eso, salvo que el producto final tenga una nueva combinación de material genético, no son

EL POTENCIAL DEL DESARROLLO DE LOS (BIO)COMBUSTIBLES SOSTENIBLES DE AVIACIÓN PARA AMÉRICA LATINA

AGUSTÍN TORROBA *

La aviación es uno de los sectores de transporte más difíciles de descarbonizar debido a su alta dependencia de los combustibles líquidos, representando entre el 2% y el 3% de las emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂) y aproximadamente el 12% de las emisiones del sector transporte. Ante la urgencia de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y mitigar los efectos del cambio climático, los combustibles sostenibles de aviación (SAF, por sus siglas en inglés: *sustainable aviation fuel*) emergen como una de las soluciones más prometedoras. Según la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA), los SAF podrían contribuir con hasta el 65% de las reducciones necesarias para alcanzar la meta de cero emisiones netas en la aviación para 2050 (Torroba, 2023).

América Latina se encuentra en una posición única para liderar el desarrollo de SAF gracias a su abundancia de recursos naturales y su experiencia en la producción de biocombustibles terrestres, como el bioetanol y el biodiésel. El sector agrícola de la región produce las principales materias primas para los SAF, incluidas las tres grandes familias de insumos: aceites y grasas, azúcares y almidones, y biomasa lignocelulósica (Coalición Panamericana de Biocombustibles Líquidos, 2024). Estos recursos no solo son abundantes, sino que también se pueden industrializar de manera sostenible, lo que ofrece a la región una ventaja competitiva frente a otras partes del mundo.

Además, la experiencia de los países latinoamericanos en certificaciones de sostenibilidad para biocombustibles, adquirida a través de la implementación de políticas para la reducción de GEI en el transporte terrestre, coloca a la región en una buena posición para extender esta experiencia al sector de la aviación (Coalición Panamericana de Biocombustibles Líquidos, 2024).

El desarrollo de SAF en América Latina no está exento de desafíos. Uno de los principales obstáculos es la necesidad de crear una infraestructura masiva y la capacidad de producción requerida para satisfacer la demanda futura. Para 2050, se estima que será necesario producir 449 millones de metros cúbicos de SAF para cumplir los objetivos de reducción de emisiones (IATA, 2022). Esto implica triplicar la capacidad de producción mundial de biocombustibles líquidos en menos de 30 años, un reto formidable en términos de inversión y desarrollo de nuevas plantas. Si bien el desafío es descomunal, también son las oportunidades de desarrollo de inversión que se generan.

El desarrollo de SAF no solo contribuirá a la descarbonización del transporte aéreo, sino que también generará importantes beneficios económicos y sociales para América Latina. La creación de una industria robusta de SAF fomentará la creación de empleos sostenibles y fortalecerá las cadenas de valor agrícolas, impulsando el crecimiento económico local. Esto es particularmente relevante en

85

* Especialista internacional en biocombustibles, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

áreas rurales, donde las economías agrícolas se beneficiarían de la demanda de materias primas para la producción de biocombustibles (Coalición Panamericana de Biocombustibles Líquidos, 2024).

Para que América Latina pueda capitalizar el potencial de los SAF, será fundamental el desarrollo de políticas públicas coherentes y armonizadas que impulsen la inversión en infraestructura, articulen los estándares de sostenibilidad y faciliten el acceso al financiamiento. La cooperación internacional también será clave, permitiendo compartir tecnología, conocimientos y recursos entre los países de la región (Torroba, 2023).

CONCLUSIÓN

Los SAF representan una de las mayores oportunidades para descarbonizar el sector aéreo y dinamizar las economías rurales en América Latina. A través de políticas públicas coordinadas, la región tiene la oportunidad de liderar el desarrollo de una industria de biocombustibles sostenibles para la aviación, aprovechando sus abundantes recursos naturales y su experiencia en sostenibilidad. Sin embargo, será necesario superar importantes desafíos en términos de infraestructura, inversión y armonización de estándares para que este potencial se haga realidad.

Los beneficios de esta transición van más allá de la descarbonización del transporte aéreo, ya que pueden transformar las economías locales y contribuir al desarrollo sostenible de la región (Coalición Panamericana de Biocombustibles Líquidos, 2024; Torroba, 2023).

86

BIBLIOGRAFÍA

Coalición Panamericana de Biocombustibles Líquidos (2024). Declaración sobre el desarrollo de combustibles sostenibles de aviación en las Américas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

IATA (2022). Combustibles de Aviación Sostenibles. Recuperado de: <https://onedrive.live.com/?authkey=%21AAoahL8cyKfsYaw&id=AC45D82769E15431%21117&cid=AC45D82769E15431&parId=root&parQt=sharedby&parCid=B456D87311AFD97D&o=OneUp>.

Torroba, A. (2023). Descarbonizando los cielos: biocombustibles sostenibles de aviación. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Recuperado de: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/21441>.

3. INDICADORES COMPARATIVOS



3. INDICADORES COMPARATIVOS



PÁG. 92	INDICADOR 1:	POBLACIÓN
PÁG. 93	INDICADOR 2:	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA)
PÁG. 94	INDICADOR 3:	PRODUCTO BRUTO INTERNO (PBI)
PÁG. 95	INDICADOR 4:	GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
PÁG. 97	INDICADOR 5:	GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN RELACIÓN AL PBI
PÁG. 99	INDICADOR 6:	GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR HABITANTE
PÁG. 101	INDICADOR 7:	GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR INVESTIGADOR
PÁG. 103	INDICADOR 8:	GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR TIPO DE ACTIVIDAD
PÁG. 105	INDICADOR 9:	GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR SECTOR DE FINANCIAMIENTO
PÁG. 108	INDICADOR 10:	GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR SECTOR DE EJECUCIÓN
PÁG. 110	INDICADOR 11:	GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR DISCIPLINA CIENTÍFICA
PÁG. 112	INDICADOR 12:	PERSONAL DE I+D (PERSONAS FÍSICAS)
PÁG. 114	INDICADOR 13:	INVESTIGADORES CADA MIL INTEGRANTES DE LA PEA (PERSONAS FÍSICAS)
PÁG. 116	INDICADOR 14:	INVESTIGADORES POR SEXO (PERSONAS FÍSICAS)
PÁG. 118	INDICADOR 15:	INVESTIGADORES POR SECTOR DE EMPLEO (PERSONAS FÍSICAS)
PÁG. 120	INDICADOR 16:	INVESTIGADORES POR DISCIPLINA CIENTÍFICA (PERSONAS FÍSICAS)
PÁG. 122	INDICADOR 17:	INVESTIGADORES POR NIVEL DE FORMACIÓN (PERSONAS FÍSICAS)
PÁG. 124	INDICADOR 18:	PERSONAL DE I+D (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)
PÁG. 126	INDICADOR 19:	INVESTIGADORES CADA MIL INTEGRANTES DE LA PEA (EJC)
PÁG. 127	INDICADOR 20:	INVESTIGADORES POR SEXO (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)
PÁG. 128	INDICADOR 21:	INVESTIGADORES POR SECTOR DE EMPLEO (EJC)
PÁG. 130	INDICADOR 22:	INVESTIGADORES POR DISCIPLINA CIENTÍFICA (EJC)
PÁG. 132	INDICADOR 23:	INVESTIGADORES POR NIVEL DE FORMACIÓN (EJC)
PÁG. 134	INDICADOR 24:	GASTO EN ACTIVIDADES CIENTÍFICO TECNOLÓGICAS
PÁG. 135	INDICADOR 25:	GASTO EN ACT EN RELACIÓN AL PBI
PÁG. 136	INDICADOR 26:	SOLICITUD DE PATENTES
PÁG. 138	INDICADOR 27:	PATENTES OTORGADAS
PÁG. 140	INDICADOR 28:	SOLICITUD DE PATENTES PCT
PÁG. 141	INDICADOR 29:	PUBLICACIONES EN SCOPUS
PÁG. 142	INDICADOR 30:	PUBLICACIONES EN SCOPUS EN RELACIÓN AL GASTO EN I+D

INDICADOR 1:

POBLACIÓN

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	millones de personas									
Argentina	42,20	42,67	43,13	43,59	44,04	44,49	44,94	45,38	45,81	45,89
Barbados	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Bolivia	10,52	10,69	10,85	11,02	11,18	11,35	11,51	11,68	11,84	12,01
Brasil	200,00	201,72	203,48	205,16	206,80	208,49	210,15	211,76	213,32	214,83
Canadá	35,21	35,56	35,82	36,26	36,72	37,24	37,81	38,01	38,43	39,29
Chile	17,64	17,84	18,04	18,28	18,52	18,77	19,04	19,46	19,68	19,83
Colombia	47,12	47,66	48,20	48,75	49,29	48,25	49,39	50,37	51,04	51,68
Costa Rica	4,73	4,75	4,83	4,89	4,95	5,00	5,04	5,11	5,16	5,21
Cuba	11,20	11,20	11,20	11,20	11,20	11,21	11,19	11,18	11,11	11,09
Ecuador	15,77	16,03	16,28	16,53	16,70	17,02	17,34	17,59	17,80	18,00
El Salvador	6,30	6,40	6,50	6,52	6,58	6,64	6,70	6,76	6,83	6,33
España	47,13	46,77	46,62	46,56	46,57	46,72	47,03	47,45	47,39	47,49
Estados Unidos	316,23	318,62	321,03	323,32	325,12	326,84	328,33	331,51	332,03	333,29
Guatemala	15,04	15,30	15,57	15,83	16,08	16,35	16,60	16,85	17,10	17,35
Guyana	0,76	0,76	0,77	0,77	0,76	0,79	0,80	0,80	0,80	0,81
Haiti	10,32	10,57	10,71	10,85	10,86	11,01	11,16	11,31	11,45	11,59
Honduras	8,54	8,43	8,58	8,72	8,87	9,01	9,96	10,12	10,28	10,43
Jamaica	2,71	2,72	2,73	2,73	2,81	2,81	2,81	2,82	2,83	2,83
México	119,60	121,05	122,37	123,59	124,78	126,00	127,22	128,21	128,98	129,96
Nicaragua	5,94	6,01	6,30	6,39	6,48	6,57	6,66	6,76	6,85	6,95
Panamá	3,86	3,90	3,97	4,03	4,10	4,17	4,24	4,31	4,38	4,40
Paraguay	6,56	6,66	6,76	6,85	6,95	7,05	7,15	7,25	7,35	7,45
Perú	29,34	29,62	29,96	30,42	30,97	31,56	32,13	32,63	33,04	33,40
Portugal	10,44	10,40	10,37	10,34	10,34	10,33	10,38	10,39	10,42	10,47
Puerto Rico	3,59	3,53	3,47	3,41	3,33	3,19	3,19	3,28	3,26	3,22
República Dominicana	9,78	9,88	9,98	10,08	10,17	10,27	10,36	10,45	10,53	10,76
Trinidad y Tobago	1,34	1,35	1,35	1,35	1,36	1,36	1,36	1,37	1,37	1,37
Uruguay	3,44	3,45	3,47	3,48	3,49	3,49	3,49	3,49	3,49	3,49
Venezuela	30,41	30,69	31,15	31,25	31,43	31,83	32,22	32,78	32,97	33,36
América Latina y el Caribe	607,00	613,17	619,95	625,96	631,98	636,96	644,94	651,87	657,42	663,19
Iberoamérica	649,16	654,65	661,09	666,88	672,81	677,76	685,93	693,14	698,50	704,28

90

Notas:
América Latina y el Caribe: los datos son estimados.
Iberoamérica: los datos son estimados.

INDICADOR 2:

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	millones de personas									
Argentina	17,20	17,39	17,45	17,72	17,95	18,43	18,87	17,68	19,24	19,89
Barbados	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14
Bolivia	5,37	5,55	5,27	5,03	5,17	5,64	5,90	6,04	6,50	6,74
Brasil	103,40	106,82	105,52	102,92	104,72	106,05	108,00	101,76	106,05	108,75
Canadá	19,94	19,96	19,13	19,32	19,66	19,90	20,19	20,15	20,54	20,76
Chile	8,65	8,80	8,95	9,06	9,38	9,60	9,78	8,95	9,35	9,73
Colombia	23,71	24,23	24,46	24,61	24,79	25,31	24,79	24,76	24,13	25,77
Costa Rica	2,22	2,27	2,24	2,28	2,26	2,17	0,00	2,44	2,44	2,46
Cuba	5,10	5,10	4,80	4,70	4,55	4,56	4,64	4,71		4,59
Ecuador	6,95	7,21	7,64	8,04	8,19	8,23	8,39	7,77	8,65	8,88
El Salvador	2,80	2,80	2,80	2,93	2,96	3,00	3,10	2,92	2,93	2,65
España	23,19	22,95	22,92	22,82	22,74	22,81	23,03	22,73	23,20	23,63
Estados Unidos	155,18	156,30	158,53	160,61	161,73	163,50	166,33	163,30	166,19	169,23
Guatemala	5,99	6,32	6,54	6,80	7,10	7,10	7,11	0,00	7,40	7,10
Guyana	0,30	0,31	0,31	0,31	0,29	0,30	0,28	0,28	0,29	0,29
Haiti	4,42	4,59	4,66	4,76	4,76	4,85	4,93	4,97	5,06	5,16
Honduras	3,63	3,66	3,94	3,95	4,10	4,17	4,40	4,21	4,43	4,61
Jamaica	1,31	1,31	1,32	1,35	1,44	1,44	1,49	1,45	1,52	1,57
México	50,93	51,09	52,09	52,92	53,52	54,97	56,60	55,41	57,53	59,26
Nicaragua	2,69	2,76	2,82	2,88	2,94	2,95	3,00	3,02	3,09	3,19
Panamá	1,78	1,85	1,90	1,95	1,99	2,04	2,09	2,02	1,93	1,95
Paraguay	3,16	3,17	3,23	3,32	3,41	3,52	3,63	3,68	3,75	3,73
Perú	16,33	16,40	16,50	16,90	17,22	17,46	17,83	16,10	18,15	19,36
Portugal	5,00	4,99	5,00	5,00	5,05	5,08	5,12	5,03	5,15	5,20
Puerto Rico	1,12	1,13	1,12	1,12	1,13	1,10	1,12	1,14	1,14	1,14
República Dominicana	4,70	4,81	4,92	5,00	5,08	5,11	5,19	5,08	5,13	5,21
Trinidad y Tobago	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63	0,63	0,60	0,60	0,60
Uruguay	1,70	1,70	1,67	1,80	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79
Venezuela	13,90	14,16	14,38	14,49	20,99	21,31	21,62	22,06	22,19	22,45
América Latina y el Caribe	288,17	294,24	295,33	295,45	306,19	311,46	317,29	305,12	320,41	327,02
Iberoamérica	309,51	315,15	316,15	316,05	326,70	331,98	337,96	325,43	341,16	348,09

91

Notas:
 PEA: Corresponde a Población Económicamente Activa.
 América Latina y el Caribe: los datos son estimados.
 Iberoamérica: los datos son estimados.

INDICADOR 3:

PRODUCTO BRUTO INTERNO (PBI)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	miles de millones de dólares corrientes internacionales (PPC)									
Argentina	849,61	839,89	867,18	885,22	1.039,33	1.090,04	1.057,63	1.011,47	1.193,35	1.346,02
Barbados	4,36	4,32	4,44	4,57	4,53	4,74	4,89	4,12	4,15	5,04
Bolivia	69,84	75,55	77,54	82,74	94,29	103,03	107,08	98,00	112,86	125,12
Brasil	3.133,85	3.187,16	3.014,78	2.939,07	3.018,65	3.187,18	3.333,84	3.359,79	3.787,73	4.176,72
Canadá	1.554,12	1.621,34	1.594,90	1.678,16	1.765,77	1.865,86	19.068,38	1.844,32	2.026,83	2.415,84
Chile	394,29	404,67	407,88	426,78	451,98	481,60	493,82	489,24	566,28	619,21
Colombia	591,40	625,02	630,40	665,40	692,91	747,10	808,39	788,98	906,00	1.092,24
Costa Rica	68,77	74,31	80,50	90,75	96,19	102,67	115,93	109,70	109,96	133,95
Cuba	77,15	80,66	87,13	91,37	96,85	100,05	103,43	107,35	545,22	633,44
Ecuador	175,19	186,86	179,32	181,97	195,02	207,93	218,53	209,47	236,61	268,56
El Salvador	43,09	45,53	48,06	51,09	54,01	57,46	61,03	57,89	68,57	75,57
España	1.512,07	1.558,21	1.621,17	1.733,33	1.841,89	1.904,49	2.059,88	1.850,48	2.042,03	2.326,15
Estados Unidos	16.880,68	17.608,14	18.295,02	18.804,91	19.612,10	20.656,52	21.521,40	21.322,95	23.594,03	25.744,11
Guatemala	112,03	118,75	127,57	130,14	133,70	166,65	180,99	189,79	206,97	232,38
Guyana	8,37	8,36	8,59	8,71	9,31	9,85	10,69	13,58	18,65	34,04
Haiti	29,87	30,56	31,05	32,80	34,76	36,19	36,21	35,47	36,39	38,29
Honduras	36,45	39,39	42,52	47,72	52,44	54,91	58,00	55,60	64,61	71,81
Jamaica	24,12	24,57	25,40	26,72	28,04	28,30	28,47	25,45	27,18	30,61
México	2.150,65	2.254,88	2.309,93	2.455,25	2.529,14	2.606,12	2.637,05	2.451,37	2.685,06	3.044,03
Nicaragua	27,98	30,32	32,92	35,90	38,33	37,99	38,78	41,05	47,09	52,30
Panamá	78,52	87,98	100,48	112,45	125,19	130,76	133,17	107,62	134,44	159,45
Paraguay	70,97	75,59	76,83	81,62	86,46	90,88	92,19	94,49	101,80	109,82
Perú	336,36	347,59	353,46	371,52	393,25	417,17	440,12	413,66	500,81	548,44
Portugal	292,14	298,94	307,25	326,37	340,36	359,22	389,28	369,42	401,88	463,10
Puerto Rico	119,20	119,07	118,14	116,59	114,27	110,92	119,61	120,96	132,27	146,54
República Dominicana	125,63	136,99	151,58	167,49	175,96	195,31	214,83	209,95	243,74	273,58
Trinidad y Tobago	40,46	40,25	37,79	35,31	37,75	38,87	40,68	36,83	42,09	45,79
Uruguay	70,35	74,57	74,74	77,21	80,03	82,78	87,59	87,62	100,00	112,08
Venezuela	543,21	540,88	570,80	488,81						
América Latina y el Caribe	9.181,71	9.453,73	9.459,03	9.607,19	9.587,08	10.091,34	10.425,61	10.121,26	11.431,77	13.372,74
Iberoamérica	10.878,75	11.202,81	11.280,18	11.558,78	11.654,95	12.238,23	12.753,99	12.226,34	13.748,07	16.008,91

92

Notas:

Los valores se encuentran expresados en Paridad de Poder de Compra (PPC) de acuerdo a los factores de conversión del Banco Mundial sobre la información en moneda local provista por cada país.

Cuba: Los valores se encuentran expresados en dólares corrientes, utilizando el tipo de cambio oficial 1 Peso Cubano = 1 Dólar

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

INDICADOR 4:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
millones de dólares internacionales (PPC)										
Argentina										
I+D	5.254,73	4.988,64	5.399,26	4.940,89	5.781,96	5.322,69	5.056,87	5.477,56	6.239,90	7.376,86
Brasil										
I+D	37.470,52	40.467,52	41.330,60	37.807,18	33.733,41	37.216,37	40.371,46	38.478,39		
Canadá										
I+D	26.517,16	27.803,97	27.011,22	29.016,57	29.788,83	32.413,62	33.478,94	34.947,83	34.402,36	35.281,63
Chile										
I+D	1.532,61	1.517,64	1.552,90	1.576,27	1.608,73	1.764,95	1.683,70	1.646,28	2.040,95	
Colombia										
I+D	1.601,92	1.948,32	2.302,19	1.713,54	1.637,00	2.017,40	1.672,52	1.545,79	1.807,91	1.485,82
Costa Rica										
I+D	386,06	428,60	361,78	414,34	428,92	395,89	0,00	367,17	334,51	458,32
Cuba										
I+D	366,20	335,50	373,40	312,70	417,10	537,18	572,04	556,49	1.760,08	2.281,13
Ecuador										
I+D	665,56	827,16								
El Salvador										
I+D	27,53	42,70	68,96	74,04	97,64	94,65	106,10	95,44	109,90	106,26
España										
I+D	19.282,45	19.355,01	19.816,17	20.634,56	22.294,62	23.655,73	25.777,27	26.007,14	29.186,55	33.387,61
Estados Unidos										
I+D	455.089,00	476.971,00	507.372,00	533.451,00	565.529,00	617.722,00	677.286,00	730.241,00	821.811,00	923.243,00
Guatemala										
I+D	43,87	35,02	39,09	30,08	39,56	49,23	48,61	92,87	121,44	12,75
Honduras										
I+D			6,58		20,95	35,18	34,50			
México										
I+D	8.774,62	9.460,10	9.577,03	9.241,73	8.079,06	7.770,87	7.284,55	7.162,23	7.330,49	7.843,25
Panamá										
I+D	49,54	109,84	107,97	148,76	169,17	180,70	191,63	269,65	237,79	290,89
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

INDICADOR 4:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	millones de dólares internacionales (PPC)									
Paraguay										
I+D	50,73	59,73	74,33	95,30	128,72	133,44	126,77	148,33	148,27	131,88
Perú										
I+D	274,94	375,56	413,62	446,11	475,23	529,10	690,81	710,80	696,85	901,39
Portugal										
I+D	3.869,90	3.856,02	3.820,09	4.180,03	4.490,36	4.847,82	5.432,84	5.962,07	6.713,53	7.880,99
Puerto Rico										
I+D	522,79		506,63							
Trinidad y Tobago										
I+D	23,06	33,06	32,50	33,23	33,36	32,63	24,13	23,70	22,65	21,89
Uruguay										
I+D	201,33	232,80	262,28	288,72	352,54	417,91	497,55	591,14	614,49	701,56
Venezuela										
I+D	1.762,46	1.754,67	2.494,04	3.363,64						
América Latina y el Caribe										
I+D	59.153,12	63.289,87	65.914,80	61.954,37	57.778,90	61.198,15	63.422,53	61.699,39	66.574,79	75.303,11
Iberoamérica										
I+D	82.305,46	86.500,90	89.551,06	86.768,97	84.563,87	89.701,53	94.631,44	93.669,51	102.476,39	116.570,60
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

Notas:

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental.

Chile: A partir del año 2021 se produce un quiebre metodológico, por lo cual no es posible comparar con otros años de referencia.

Cuba: Los valores se encuentran expresados en dólares corrientes, utilizando el tipo de cambio oficial 1 Peso Cubano = 1 Dólar.

Guatemala: La información consignada a los años 2020 y 2021 corresponde al gasto del sector Gobierno y Educación Superior. Los datos del 2022 solamente incluyen al sector Gobierno.

Perú: Los valores de 2013 corresponden a la ejecución del gasto del Programa de Ciencia y Tecnología (Ministerio de Economía y Finanzas).

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN RELACIÓN AL PBI

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
I+D	0,62%	0,59%	0,62%	0,56%	0,56%	0,49%	0,48%	0,54%	0,52%	0,55%
Brasil										
I+D	1,20%	1,27%	1,37%	1,29%	1,12%	1,17%	1,21%	1,15%		
Canadá										
I+D	1,71%	1,71%	1,69%	1,73%	1,69%	1,74%	0,18%	1,89%	1,70%	
Chile										
I+D	0,39%	0,38%	0,38%	0,37%	0,36%	0,37%	0,34%	0,34%	0,36%	
Colombia										
I+D	0,27%	0,31%	0,37%	0,26%	0,24%	0,27%	0,21%	0,20%	0,20%	0,14%
Costa Rica										
I+D	0,56%	0,58%	0,45%	0,46%	0,45%	0,39%	0,00%	0,33%	0,30%	0,34%
Cuba										
I+D	0,47%	0,42%	0,43%	0,34%	0,43%	0,54%	0,55%	0,52%	0,32%	0,36%
Ecuador										
I+D	0,38%	0,44%								
El Salvador										
I+D	0,06%	0,09%	0,14%	0,14%	0,18%	0,16%	0,17%	0,16%	0,16%	0,14%
España										
I+D	1,28%	1,24%	1,22%	1,19%	1,21%	1,24%	1,25%	1,41%	1,43%	1,44%
Estados Unidos										
I+D	2,70%	2,71%	2,77%	2,84%	2,88%	2,99%	3,15%	3,42%	3,48%	3,59%
Guatemala										
I+D	0,04%	0,03%	0,03%	0,02%	0,03%	0,03%	0,03%	0,05%	0,06%	0,01%
Honduras										
I+D			0,02%		0,04%	0,06%	0,06%			
México										
I+D	0,41%	0,42%	0,41%	0,38%	0,32%	0,30%	0,28%	0,29%	0,27%	0,26%
Panamá										
I+D	0,06%	0,12%	0,11%	0,13%	0,14%	0,14%	0,14%	0,25%	0,18%	0,18%
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

INDICADOR 5:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN RELACIÓN AL PBI

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Paraguay										
I+D	0,07%	0,08%	0,10%	0,12%	0,15%	0,15%	0,14%	0,16%	0,15%	0,12%
Perú										
I+D	0,08%	0,11%	0,12%	0,12%	0,12%	0,13%	0,16%	0,17%	0,14%	0,16%
Portugal										
I+D	1,32%	1,29%	1,24%	1,28%	1,32%	1,35%	1,40%	1,61%	1,67%	1,70%
Puerto Rico										
I+D	0,44%		0,43%							
Trinidad y Tobago										
I+D	0,06%	0,08%	0,09%	0,09%	0,09%	0,08%	0,06%	0,06%	0,05%	0,05%
Uruguay										
I+D	0,29%	0,31%	0,35%	0,37%	0,44%	0,50%	0,57%	0,67%	0,61%	0,63%
Venezuela										
I+D	0,32%	0,32%	0,44%	0,69%						
América Latina y el Caribe										
I+D	0,64%	0,67%	0,70%	0,64%	0,60%	0,61%	0,61%	0,61%	0,58%	0,56%
Iberoamérica										
I+D	0,76%	0,77%	0,79%	0,75%	0,73%	0,73%	0,74%	0,77%	0,75%	0,73%
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

Notas:

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental

Chile: A partir del año 2021 se produce un quiebre metodológico, por lo cual no es posible comparar con otros años de referencia.

Cuba: Los valores se encuentran expresados en dólares corrientes, utilizando el tipo de cambio oficial 1 Peso Cubano = 1 Dólar

Guatemala: La información consignada a los años 2020 y 2021 corresponde al gasto del sector Gobierno y Educación Superior. Los datos del 2022 solamente incluyen al sector Gobierno.

Perú: Los valores de 2013 corresponden a la ejecución del gasto del Programa de Ciencia y Tecnología (Ministerio de Economía y Finanzas).

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

INDICADOR 6:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR HABITANTE

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	dólares internacionales (PPC)									
Argentina										
I+D	124,51	116,91	125,18	113,35	131,29	119,63	112,53	120,71	136,22	160,74
Brasil										
I+D	187,35	200,61	203,12	184,29	163,12	178,50	192,11	181,71		
Canadá										
I+D	753,07	781,91	754,02	800,26	811,22	870,40	885,45	919,51	895,27	897,93
Chile										
I+D	86,88	85,09	86,06	86,24	86,85	94,03	88,44	84,60	103,71	
Colombia										
I+D	34,00	40,88	47,76	35,15	33,21	41,81	33,86	30,69	35,42	28,75
Costa Rica										
I+D	81,62	90,23	74,90	84,73	86,65	79,18		71,84	64,79	87,92
Cuba										
I+D	32,70	29,96	33,34	27,92	37,24	47,92	51,12	49,78	158,38	205,71
Ecuador										
I+D	42,19	51,61								
El Salvador										
I+D	4,37	6,67	10,61	11,36	14,84	14,26	15,84	14,12	16,09	16,79
España										
I+D	409,14	413,82	425,02	443,21	478,71	506,30	548,10	548,10	615,88	703,05
Estados Unidos										
I+D	1.439,11	1.496,99	1.580,47	1.649,93	1.739,44	1.889,99	2.062,82	2.202,76	2.475,10	2.770,11
Guatemala										
I+D	2,92	2,29	2,51	1,90	2,46	3,01	2,93	5,51	7,10	0,74
Honduras										
I+D			0,77		2,36	3,90	3,46			
México										
I+D	73,37	78,15	78,26	74,78	64,75	61,68	57,26	55,86	56,83	60,35
Panamá										
I+D	12,82	28,14	27,20	36,88	41,28	43,33	45,20	62,56	54,29	66,11
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

INDICADOR 6:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR HABITANTE

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Paraguay										
I+D	7,73	8,97	11,00	13,91	18,52	18,93	17,73	20,46	20,17	17,70
Perú										
I+D	9,37	12,68	13,80	14,66	15,34	16,76	21,50	21,79	21,09	26,99
Portugal										
I+D	370,53	370,95	368,43	404,08	434,45	469,14	523,63	573,59	644,22	752,72
Puerto Rico										
I+D	145,50		145,87							
Trinidad y Tobago										
I+D	17,21	24,58	24,10	24,62	24,53	23,99	17,75	17,30	16,54	15,98
Uruguay										
I+D	58,52	67,41	75,65	82,96	100,92	119,75	142,57	169,38	176,07	201,02
Venezuela										
I+D	57,96	57,17	80,07	107,64						
América Latina y el Caribe										
I+D	97,45	103,22	106,32	98,97	91,43	96,08	98,34	94,65	101,27	113,55
Iberoamérica										
I+D	126,79	132,13	135,46	130,11	125,69	132,35	137,96	135,14	146,71	165,52
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

Notas:

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental

Chile: A partir del año 2021 se produce un quiebre metodológico, por lo cual no es posible comparar con otros años de referencia.

Cuba: Los valores se encuentran expresados en dólares corrientes, utilizando el tipo de cambio oficial 1 Peso Cubano = 1 Dólar

Guatemala: La información consignada a los años 2020 y 2021 corresponde al gasto del sector Gobierno y Educación Superior. Los datos del 2022 solamente incluyen al sector Gobierno.

Perú: Los valores de 2013 corresponden a la ejecución del gasto del Programa de Ciencia y Tecnología (Ministerio de Economía y Finanzas).

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR INVESTIGADOR

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	dólares internacionales (PPC)									
Argentina										
Personas Físicas	64,47	59,77	65,53	57,08	68,60	59,89	55,78	60,03	66,02	76,71
EJC	103,93	96,94	101,86	90,15	108,72	98,01	92,10	97,09	107,01	125,45
Brasil										
Personas Físicas	126,93	127,73	120,35	99,95	84,92	88,22				
EJC	222,29	224,83								
Canadá										
EJC	162,51	162,01	158,85	174,97	177,39	178,04	175,83	174,01		
Chile										
Personas Físicas	156,46	123,35	119,32	111,16	111,78	114,11	109,06	104,52	103,29	
EJC	260,08	200,08	189,95	175,43	176,80	180,02	174,09	165,26	164,60	
Colombia										
Personas Físicas	199,96	235,30	229,07	131,80	125,91	120,11	99,58	73,28	82,54	
EJC	600,64	711,59	696,58	398,03	380,26					
Costa Rica										
Personas Físicas	89,97	105,26	85,57	106,65	111,87	104,70	0,00	85,27	73,63	93,73
EJC	229,25	165,48	150,68	160,97	227,79	229,50	0,00	196,67	162,94	195,44
Cuba										
Personas Físicas	77,60	77,04	96,91	45,72	60,64	8,85	9,26	9,18	29,95	40,05
Ecuador										
Personas Físicas	70,38	72,49								
EJC	120,84	129,80								
El Salvador										
Personas Físicas	41,58	53,91	68,89	78,69	99,53	101,34	103,01	117,25	128,68	123,41
EJC	0,00	0,00	172,39	177,14	239,89	207,12	225,26	256,56	269,35	294,34
España										
Personas Físicas	92,36	92,12	92,50	94,36	98,65	100,75	106,79	106,51	114,27	124,86
EJC	156,48	158,34	161,85	162,95	167,36	168,82	179,04	178,90	189,34	206,41
Guatemala										
Personas Físicas	85,36	62,32	64,93	45,85	80,08	123,08	95,68	155,04	285,73	127,52
EJC	161,90	108,43	108,57	82,19	166,23	221,76	191,37	311,64	478,10	163,48
Honduras										
Personas Físicas			31,78		38,93	52,74	50,44			
EJC			32,25		64,06					
México										
Personas Físicas	207,82	211,82	196,20	170,02	170,04	159,12	146,04	142,83	149,32	158,48
EJC	293,26	302,09	279,36	237,68	240,45	225,11	206,24	201,29	210,91	223,81
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

INDICADOR 7:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR INVESTIGADOR

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Panamá										
Personas Físicas	79,64	243,55	205,66	277,02	274,62	311,02	307,59	222,85	211,00	372,94
EJC	330,24	306,82	303,29	384,39	393,41	407,91	412,10	377,13	408,58	467,68
Paraguay										
Personas Físicas	0,00	37,10	37,44	58,86	72,15	70,31	68,78	84,04	80,93	73,07
EJC	0,00	59,46	60,82	116,10	138,70	137,29	115,66	160,18	156,24	147,36
Perú										
Personas Físicas	78,51	123,87	122,59	106,19	105,47	107,35	103,71	89,46	77,63	85,15
Portugal										
Personas Físicas	49,43	48,97	47,16	48,73	50,08	50,43	53,88	56,95	60,51	68,78
EJC	102,34	101,06	98,78	101,09	99,92	101,73	108,30	112,12	119,11	133,21
Puerto Rico										
Personas Físicas	264,57		244,75							
Trinidad y Tobago										
Personas Físicas	18,54	26,92	25,45	24,17	22,15	19,34	15,92	17,74	18,65	19,54
EJC					46,59	41,41	35,18	26,51	28,32	29,78
Uruguay										
Personas Físicas	75,49	85,00	94,75	98,17	118,26	134,85	157,21	184,39	186,49	206,83
EJC	92,52	104,58	113,54	115,72	137,66	156,52	182,32	212,03	213,66	234,87
Venezuela										
Personas Físicas	149,60	147,79	230,42	323,99						
EJC	162,68	214,19	333,07	375,28						
América Latina y el Caribe										
Personas Físicas	122,35	123,25	120,86	103,77	95,27	95,44	97,26	92,70	96,83	107,37
EJC	209,91	213,31	203,60	175,07	161,84	153,87	157,41	150,21	158,08	178,67
Iberoamérica										
Personas Físicas	106,82	107,81	106,53	96,25	91,71	92,27	95,18	92,34	97,23	107,60
EJC	185,86	189,24	184,70	166,27	158,02	153,21	158,50	153,74	162,24	181,47
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

Notas:

Los valores se encuentran expresados en Paridad de Poder de Compra (PPC) de acuerdo a los factores de conversión del Banco Mundial sobre la información en moneda local provista por cada país.

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental

EJC: Equivalente a Jornada Completa

Investigadores incluye a becarios de I+D

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR TIPO DE ACTIVIDAD

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
Investigación básica	41,7%	43,0%	33,9%	28,7%	25,7%	25,3%	21,7%	23,5%	22,4%	22,3%
Investigación aplicada	48,8%	48,5%	48,8%	41,4%	50,1%	43,1%	38,8%	38,8%	39,8%	40,3%
Desarrollo experimental	9,5%	8,5%	17,4%	29,9%	24,2%	31,6%	39,5%	37,7%	37,8%	37,5%
Chile										
Investigación básica	33,4%	35,3%	36,7%	34,1%	32,6%	36,0%			33,1%	
Investigación aplicada	35,1%	33,0%	39,3%	40,1%	43,4%	38,6%			36,7%	
Desarrollo experimental	31,5%	31,7%	24,0%	25,7%	24,0%	25,5%			30,2%	
Costa Rica										
Investigación básica	14,7%	9,5%	45,7%	49,6%	52,6%	56,5%		63,4%	18,9%	55,1%
Investigación aplicada	64,1%	50,9%	43,0%	32,8%	35,7%	30,5%		20,9%	52,1%	16,3%
Desarrollo experimental	21,2%	39,7%	11,3%	17,6%	11,7%	13,0%		15,8%	29,0%	28,7%
Cuba										
Investigación básica	15,0%	15,0%	20,0%	20,0%	20,0%	30,0%	24,5%	24,3%	23,7%	30,0%
Investigación aplicada	45,0%	45,0%	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	48,0%	49,4%	49,5%	50,0%
Desarrollo experimental	40,0%	40,0%	30,0%	30,0%	30,0%	20,0%	27,5%	26,3%	26,8%	20,0%
Ecuador										
Investigación básica	18,3%	19,6%								
Investigación aplicada	66,1%	62,0%								
Desarrollo experimental	15,6%	18,5%								
El Salvador										
Investigación básica	22,4%	27,4%	23,9%	35,6%	28,4%	32,0%	21,7%	24,2%	37,9%	32,5%
Investigación aplicada	73,9%	64,3%	66,8%	56,3%	57,0%	46,3%	54,4%	65,9%	54,4%	47,4%
Desarrollo experimental	3,8%	8,3%	9,2%	8,1%	14,6%	21,7%	23,9%	9,9%	7,7%	20,2%
España										
Investigación básica	22,9%	22,6%	21,8%	21,8%	21,3%	21,1%	23,4%	23,7%	22,6%	23,1%
Investigación aplicada	41,3%	40,8%	41,0%	41,1%	41,2%	41,1%	43,3%	45,7%	46,1%	46,6%
Desarrollo experimental	35,8%	36,6%	37,2%	37,2%	37,6%	37,9%	33,3%	30,6%	31,4%	30,4%
Estados Unidos										
Investigación básica	17,4%	17,4%	16,8%	16,2%	15,8%	15,7%	15,3%	15,1%		
Investigación aplicada	19,4%	19,3%	19,6%	21,1%	20,5%	19,7%	19,7%	19,6%		
Desarrollo experimental	63,2%	63,3%	63,7%	62,8%	63,8%	64,6%	65,0%	65,3%		
Guatemala										
Investigación básica	2,4%	0,5%	2,7%	3,9%	2,5%	1,2%	0,6%	3,9%	22,6%	14,9%
Investigación aplicada	86,4%	91,2%	96,6%	77,6%	83,8%	84,2%	98,0%	54,7%	48,6%	84,2%
Desarrollo experimental	11,2%	8,3%	0,7%	18,5%	13,7%	14,6%	1,4%	41,4%	28,8%	1,0%
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

INDICADOR 8:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR TIPO DE ACTIVIDAD

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Honduras										
Investigación básica			33,3%							
Investigación aplicada			36,9%							
Desarrollo experimental			29,8%							
México										
Investigación básica	30,8%	32,0%	31,9%	30,5%	30,4%	30,8%	30,6%	30,7%	30,8%	31,1%
Investigación aplicada	32,0%	28,4%	29,3%	29,9%	29,9%	30,1%	30,0%	30,1%	30,2%	30,3%
Desarrollo experimental	37,2%	39,6%	38,8%	39,6%	39,7%	39,1%	39,4%	39,2%	39,0%	38,6%
Panamá										
Investigación básica	32,7%	52,6%	44,9%	36,8%	43,4%	25,2%	25,8%	21,1%	32,1%	40,3%
Investigación aplicada	46,1%	35,1%	39,4%	56,4%	44,3%	56,2%	54,2%	63,1%	63,5%	54,4%
Desarrollo experimental	21,2%	12,3%	15,7%	6,8%	12,4%	18,6%	20,1%	15,8%	4,4%	5,4%
Paraguay										
Investigación básica		10,9%	13,7%	15,9%	15,7%	17,8%	17,5%	8,0%	7,1%	7,8%
Investigación aplicada		71,6%	73,1%	73,2%	73,4%	69,8%	70,9%	75,1%	79,2%	75,5%
Desarrollo experimental		17,5%	13,2%	11,0%	10,9%	12,4%	11,7%	16,9%	13,7%	16,7%
Perú										
Investigación básica		25,6%	26,2%			4,3%	3,6%	2,3%	2,5%	2,5%
Investigación aplicada		61,3%	66,5%			42,1%	43,6%	36,1%	38,7%	29,3%
Desarrollo experimental		13,1%	7,3%			53,6%	52,9%	61,6%	58,8%	68,2%
Portugal										
Investigación básica	22,8%	23,2%	23,1%	22,9%	21,9%	21,4%	21,2%	19,3%	18,2%	16,9%
Investigación aplicada	39,3%	39,4%	39,5%	37,7%	38,5%	39,7%	39,7%	39,0%	39,0%	38,6%
Desarrollo experimental	38,0%	37,4%	37,4%	39,5%	39,6%	38,9%	39,1%	41,8%	42,8%	44,6%
Puerto Rico										
Investigación básica	20,6%		19,2%							
Investigación aplicada			26,6%							
Desarrollo experimental	57,9%		54,2%							
Trinidad y Tobago										
Investigación básica					19,2%	12,4%	9,2%	9,8%		
Investigación aplicada					55,5%	51,3%	45,3%	45,3%		
Desarrollo experimental					25,3%	36,3%	45,5%	44,9%		

Notas:

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados. Dicho total no coincide necesariamente al informado para la inversión total en I+D

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR SECTOR DE FINANCIAMIENTO

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
Gobierno			74,8%	71,5%	70,7%	64,7%	60,7%	57,7%	58,0%	59,5%
Empresas (Públicas y Privadas)			19,2%	18,8%	17,8%	21,6%	23,6%	23,6%	21,5%	20,7%
Educación Superior			2,0%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,8%	1,3%	1,2%
Org. priv. sin fines de lucro			0,5%	0,5%	0,6%	0,8%	0,8%	0,8%	1,1%	0,8%
Extranjero			3,5%	7,5%	9,3%	11,3%	13,1%	16,2%	18,1%	17,9%
Brasil										
Gobierno	57,7%	52,8%	53,2%	53,2%	58,1%	54,6%	48,3%	53,8%		
Empresas (Públicas y Privadas)	40,4%	45,0%	44,6%	44,3%	38,9%	42,5%	48,9%	43,2%		
Educación Superior	2,0%	2,2%	2,2%	2,5%	3,1%	2,9%	2,9%	3,0%		
Org. priv. sin fines de lucro										
Extranjero										
Canadá										
Gobierno	24,4%	23,3%	21,9%	22,0%	23,3%	22,8%	22,5%	24,1%	23,4%	23,5%
Empresas (Públicas y Privadas)	46,6%	45,7%	43,9%	42,7%	43,1%	44,3%	43,9%	43,4%	44,0%	44,1%
Educación Superior	19,6%	18,8%	19,8%	19,5%	19,8%	19,2%	19,1%	18,8%	18,7%	18,6%
Org. priv. sin fines de lucro	3,6%	4,2%	4,7%	5,1%	5,1%	4,7%	4,2%	3,8%	3,8%	3,7%
Extranjero	5,8%	8,1%	9,8%	10,8%	8,8%	9,1%	10,3%	9,9%	10,1%	10,1%
Chile										
Gobierno	38,4%	44,2%	42,6%	45,5%	47,1%	47,7%	45,3%	42,2%	38,2%	
Empresas (Públicas y Privadas)	34,2%	31,9%	32,8%	35,1%	31,4%	30,7%	31,0%	34,7%	41,4%	
Educación Superior	11,7%	9,5%	11,1%	14,1%	15,4%	15,2%	16,3%	18,8%	15,5%	
Org. priv. sin fines de lucro	0,8%	0,7%	0,6%	1,5%	1,7%	1,8%	1,9%	2,2%	1,7%	
Extranjero	15,0%	13,8%	12,9%	3,9%	4,5%	4,7%	5,5%	2,1%	3,2%	
Colombia										
Gobierno	43,6%	32,7%	28,5%	33,5%	36,9%	26,8%	30,8%	29,8%	25,9%	25,4%
Empresas (Públicas y Privadas)	28,6%	45,6%	48,4%	40,7%	38,1%	45,0%	34,1%	40,6%	36,1%	43,9%
Educación Superior	24,0%	18,9%	18,1%	19,7%	19,5%	22,9%	25,3%	21,2%	29,3%	20,6%
Org. priv. sin fines de lucro	0,9%	0,8%	0,5%	0,4%	0,4%	1,1%	2,1%	2,0%	1,6%	2,0%
Extranjero	2,9%	2,1%	4,6%	5,8%	5,2%	4,2%	7,6%	6,4%	7,0%	8,2%
Costa Rica										
Gobierno	80,4%	94,3%	83,5%	93,2%	83,7%	93,8%		43,4%	46,8%	49,6%
Empresas (Públicas y Privadas)	7,7%	2,5%	6,9%	4,5%	5,7%	2,3%		28,0%	29,3%	29,0%
Educación Superior								22,0%	20,4%	18,5%
Org. priv. sin fines de lucro	0,7%	0,9%	4,3%	0,3%	0,1%	0,0%		2,2%	0,6%	0,5%
Extranjero	11,3%	2,4%	5,4%	2,0%	10,5%	3,9%		4,5%	2,9%	2,5%
Cuba										
Gobierno	80,0%	60,0%	55,0%	63,0%	66,0%	56,4%	57,2%	69,2%	51,8%	41,1%
Empresas (Públicas y Privadas)	15,0%	30,0%	40,0%	35,0%	33,0%	42,0%	40,7%	25,2%	39,4%	56,4%
Educación Superior										
Org. priv. sin fines de lucro										
Extranjero	5,0%	10,0%	5,0%	2,0%	1,0%	1,6%	2,2%	5,6%	8,9%	2,5%
Ecuador										
Gobierno	70,3%	73,5%								
Empresas (Públicas y Privadas)	0,1%	0,2%								
Educación Superior	24,8%	21,8%								
Org. priv. sin fines de lucro	0,3%	0,2%								
Extranjero	4,6%	4,3%								
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

INDICADOR 9:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR SECTOR DE FINANCIAMIENTO

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
El Salvador										
Gobierno	42,9%	33,0%	29,0%	19,2%	39,4%	32,0%	36,0%	37,8%	37,5%	33,3%
Empresas (Públicas y Privadas)	0,7%	0,7%	41,9%	44,2%	31,4%	35,2%	31,5%	34,8%	32,1%	34,6%
Educación Superior	37,1%	48,6%	21,2%	33,0%	20,8%	26,8%	24,0%	22,1%	26,8%	15,3%
Org. priv. sin fines de lucro	2,9%	0,9%	1,1%	0,3%	1,3%	0,4%	1,2%	0,2%	3,2%	12,1%
Extranjero	16,4%	16,9%	6,8%	3,3%	7,1%	5,6%	7,3%	5,1%	0,4%	4,6%
España										
Gobierno	41,6%	41,4%	40,9%	40,0%	38,9%	37,6%	37,9%	38,5%	37,5%	37,7%
Empresas (Públicas y Privadas)	46,3%	46,4%	45,8%	46,7%	47,8%	49,5%	49,1%	49,2%	50,3%	49,3%
Educación Superior	4,1%	4,2%	4,3%	4,4%	4,3%	4,4%	4,2%	3,8%	4,0%	3,7%
Org. priv. sin fines de lucro	0,6%	0,7%	0,9%	0,9%	0,8%	0,7%	0,7%	0,8%	0,9%	0,8%
Extranjero	7,4%	7,4%	8,0%	8,1%	8,2%	7,9%	8,2%	7,7%	7,5%	8,5%
Estados Unidos										
Gobierno	27,5%	25,9%	24,7%	23,3%	22,8%	22,3%	21,1%	21,3%	18,8%	18,1%
Empresas (Públicas y Privadas)	61,1%	61,9%	63,3%	64,0%	63,5%	64,1%	65,7%	66,3%	68,9%	70,0%
Educación Superior	6,9%	7,1%	7,1%	7,0%	6,8%	6,5%	6,1%	5,7%	5,3%	5,0%
Org. priv. sin fines de lucro										
Extranjero	4,5%	5,0%	4,9%	5,7%	7,0%	7,1%	7,1%	6,7%	7,0%	6,9%
Guatemala										
Gobierno	28,8%	31,1%	27,8%	15,1%	10,2%	8,3%	10,5%	63,8%	63,0%	100,0%
Empresas (Públicas y Privadas)				12,9%	10,3%	12,5%	11,1%			
Educación Superior	26,9%	34,1%	28,2%	72,0%	79,5%	78,8%	77,9%	36,2%	37,0%	
Org. priv. sin fines de lucro										
Extranjero	44,3%	34,8%	44,0%			0,4%	0,5%			
Honduras										
Gobierno			82,5%		44,9%	39,9%	54,7%			
Empresas (Públicas y Privadas)					10,4%	44,9%	21,1%			
Educación Superior			17,5%		27,4%	3,1%	6,4%			
Org. priv. sin fines de lucro					13,8%	9,0%	11,6%			
Extranjero					3,5%	3,1%	6,2%			
México										
Gobierno	76,8%	81,3%	79,7%	77,6%	76,8%	78,1%	76,7%	77,2%	77,4%	78,1%
Empresas (Públicas y Privadas)	20,6%	15,7%	17,4%	18,8%	19,1%	17,5%	18,2%	17,6%	17,0%	16,1%
Educación Superior	1,5%	2,0%	1,7%	2,2%	2,5%	2,7%	3,1%	3,1%	3,2%	3,3%
Org. priv. sin fines de lucro	0,7%	0,5%	0,6%	0,7%	0,8%	0,8%	0,9%	0,9%	1,0%	1,0%
Extranjero	0,4%	0,5%	0,6%	0,7%	0,9%	0,9%	1,1%	1,3%	1,4%	1,5%
Panamá										
Gobierno	80,9%	35,9%	30,8%	47,7%	46,8%	44,1%	41,9%	48,4%	48,1%	53,7%
Empresas (Públicas y Privadas)	10,9%	1,2%	1,1%	0,7%	1,1%	1,6%	2,0%	1,0%	1,0%	1,6%
Educación Superior	8,0%	0,1%	0,7%	9,2%	13,9%	17,7%	15,9%	21,2%	21,2%	19,5%
Org. priv. sin fines de lucro		4,2%	4,0%	0,1%	1,1%	1,1%	1,8%	5,0%	7,9%	5,3%
Extranjero	0,3%	58,6%	63,4%	42,3%	37,2%	35,6%	38,4%	24,4%	21,9%	19,9%
Paraguay										
Gobierno	78,5%	74,3%	81,3%	79,6%	80,8%	72,7%	75,4%	78,5%	80,3%	70,6%
Empresas (Públicas y Privadas)	0,5%	0,3%	0,3%	0,5%	0,2%	0,4%	0,2%	0,2%	0,2%	0,8%
Educación Superior	3,4%	3,2%	2,3%	3,0%	4,0%	3,9%	3,0%	1,9%	4,1%	3,8%
Org. priv. sin fines de lucro	3,8%	4,5%	4,6%	3,4%	2,9%	8,6%	7,4%	8,9%	2,3%	3,3%
Extranjero	13,7%	17,8%	11,5%	13,6%	12,0%	14,3%	13,9%	10,5%	13,2%	21,6%
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR SECTOR DE FINANCIAMIENTO

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Portugal										
Gobierno	46,6%	47,1%	44,3%	42,6%	41,0%	40,6%	40,2%	37,3%	35,6%	33,2%
Empresas (Públicas y Privadas)	42,3%	41,8%	42,7%	44,4%	46,5%	47,3%	48,3%	52,2%	53,7%	56,6%
Educación Superior	4,1%	4,2%	4,4%	3,7%	3,9%	3,8%	3,5%	2,9%	3,3%	2,9%
Org. priv. sin fines de lucro	1,0%	1,3%	1,3%	1,3%	1,2%	1,1%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%
Extranjero	6,1%	5,6%	7,4%	8,0%	7,3%	7,2%	6,8%	6,5%	6,3%	6,1%
Puerto Rico										
Gobierno	25,0%		23,2%							
Empresas (Públicas y Privadas)	65,6%		69,8%							
Educación Superior	8,9%		6,7%							
Org. priv. sin fines de lucro	0,5%		0,3%							
Extranjero										
Trinidad y Tobago										
Gobierno					75,0%	62,5%	0,2%	82,0%	93,2%	89,0%
Empresas (Públicas y Privadas)					8,2%	13,6%				
Educación Superior							99,8%	4,6%	6,9%	11,0%
Org. priv. sin fines de lucro										
Extranjero					16,8%	23,9%		13,4%		
Uruguay										
Gobierno	40,9%	28,3%	27,2%	29,1%	28,2%	27,5%	27,7%	27,7%	27,7%	
Empresas (Públicas y Privadas)	7,7%	5,8%	9,5%	4,5%	4,6%	5,5%	4,2%	4,2%	4,2%	
Educación Superior	45,4%	58,4%	56,1%	58,8%	59,5%	59,3%	61,7%	61,7%	61,7%	
Org. priv. sin fines de lucro	0,6%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%	
Extranjero	5,5%	7,3%	7,0%	7,3%	7,4%	7,4%	6,2%	6,2%	6,2%	
Venezuela										
Gobierno		87,7%	89,1%	93,4%						
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior		12,3%	10,9%	6,6%						
Org. priv. sin fines de lucro										
Extranjero										
América Latina y el Caribe										
Gobierno	63,1%	59,8%	59,1%	60,5%	63,9%	60,7%	55,9%	55,7%	55,4%	55,5%
Empresas (Públicas y Privadas)	32,3%	35,6%	36,0%	34,1%	29,8%	32,8%	37,5%	37,0%	36,7%	37,3%
Educación Superior	3,6%	3,6%	3,7%	4,0%	4,5%	4,6%	4,5%	4,7%	4,8%	4,3%
Org. priv. sin fines de lucro	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%	0,4%
Extranjero	0,8%	0,8%	1,1%	1,2%	1,6%	1,6%	1,8%	2,3%	2,7%	2,6%
Iberoamérica										
Gobierno	57,3%	55,2%	54,5%	54,9%	56,3%	53,7%	50,2%	49,6%	48,9%	48,8%
Empresas (Públicas y Privadas)	36,0%	38,2%	38,3%	37,4%	35,2%	37,8%	41,1%	41,4%	41,7%	42,1%
Educación Superior	3,7%	3,7%	3,8%	4,1%	4,4%	4,5%	4,4%	4,3%	4,4%	4,0%
Org. priv. sin fines de lucro	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,5%	0,5%	0,6%	0,5%
Extranjero	2,6%	2,6%	3,0%	3,2%	3,7%	3,6%	3,8%	4,1%	4,4%	4,6%
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

Notas:

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados. Dicho total no coincide necesariamente al informado para la inversión total en I+D.

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental.

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

INDICADOR 10:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR SECTOR DE EJECUCIÓN

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
Gobierno	45,3%	47,6%	50,8%	47,1%	46,8%	41,6%	37,8%	36,2%	37,7%	38,5%
Empresas (Públicas y Privadas)	24,4%	21,1%	22,5%	25,7%	27,1%	31,7%	36,2%	39,7%	39,4%	39,4%
Educación Superior	29,3%	30,4%	25,8%	26,5%	25,2%	25,5%	24,9%	23,0%	21,5%	20,7%
Org. priv. sin fines de lucro	1,1%	0,9%	0,9%	0,7%	0,9%	1,2%	1,1%	1,1%	1,5%	1,5%
Canadá										
Gobierno	8,9%	8,6%	7,0%	6,6%	7,0%	7,0%	6,7%	7,6%	6,9%	7,0%
Empresas (Públicas y Privadas)	51,1%	53,2%	53,3%	53,5%	52,7%	53,7%	54,0%	54,1%	55,0%	55,1%
Educación Superior	39,5%	37,7%	39,3%	39,5%	39,8%	38,9%	38,9%	37,9%	37,7%	37,6%
Org. priv. sin fines de lucro	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,4%	0,5%	0,4%	0,4%	0,4%
Chile										
Gobierno	8,4%	8,1%	7,8%	12,9%	13,1%	12,6%	11,3%	11,1%	10,4%	
Empresas (Públicas y Privadas)	35,0%	33,4%	34,3%	37,7%	34,2%	33,5%	33,6%	35,6%	42,8%	
Educación Superior	39,3%	39,0%	38,5%	43,1%	45,9%	47,0%	49,1%	47,6%	41,9%	
Org. priv. sin fines de lucro	17,3%	19,5%	19,4%	6,4%	6,8%	6,9%	6,0%	5,8%	4,9%	
Colombia										
Gobierno	7,2%	3,2%	2,2%	7,9%	9,6%	7,6%	10,1%	7,1%	7,2%	3,7%
Empresas (Públicas y Privadas)	25,2%	43,2%	47,8%	39,8%	35,1%	42,1%	31,6%	38,0%	35,0%	44,0%
Educación Superior	61,9%	49,2%	46,8%	49,8%	53,4%	48,2%	55,2%	51,4%	55,1%	49,2%
Org. priv. sin fines de lucro	5,8%	4,4%	3,2%	2,5%	1,9%	2,0%	3,1%	3,6%	2,7%	3,1%
Costa Rica										
Gobierno	28,9%	26,9%	23,6%	18,7%	12,6%	13,2%		9,5%	9,8%	22,6%
Empresas (Públicas y Privadas)	31,5%	36,5%	26,6%	32,8%	33,9%	37,5%		30,0%	31,7%	29,7%
Educación Superior	37,8%	35,8%	49,3%	48,3%	53,4%	48,2%		59,5%	58,4%	47,6%
Org. priv. sin fines de lucro	1,8%	0,8%	0,5%	0,2%	0,2%	1,2%		1,0%	0,2%	0,1%
Ecuador										
Gobierno	31,6%	36,8%								
Empresas (Públicas y Privadas)	49,1%	42,3%								
Educación Superior	17,5%	19,5%								
Org. priv. sin fines de lucro	1,9%	1,4%								
El Salvador										
Gobierno	45,0%	39,8%	26,6%	26,0%	39,3%	31,5%	29,9%	33,0%	37,3%	32,0%
Empresas (Públicas y Privadas)			41,6%	39,9%	31,0%	32,5%	29,8%	34,6%	29,7%	31,9%
Educación Superior	55,0%	60,2%	31,7%	34,1%	29,7%	36,0%	40,2%	32,5%	33,0%	36,1%
Org. priv. sin fines de lucro										
España										
Gobierno	18,7%	18,8%	19,1%	18,5%	17,7%	16,8%	17,0%	17,5%	16,9%	17,2%
Empresas (Públicas y Privadas)	53,1%	52,9%	52,5%	53,7%	55,0%	56,5%	56,1%	55,6%	56,2%	56,4%
Educación Superior	28,0%	28,1%	28,1%	27,5%	27,1%	26,4%	26,6%	26,7%	26,6%	26,0%
Org. priv. sin fines de lucro	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%
Estados Unidos										
Gobierno	11,5%	11,3%	10,8%	9,8%	9,6%	9,7%	9,6%	9,5%		
Empresas (Públicas y Privadas)	70,9%	71,4%	72,4%	73,2%	73,6%	74,0%	74,9%	75,3%		
Educación Superior	13,5%	13,1%	12,7%	12,7%	12,6%	12,1%	11,5%	11,3%		
Org. priv. sin fines de lucro	4,1%	4,2%	4,1%	4,3%	4,3%	4,1%	4,0%	4,0%		
Guatemala										
Gobierno	25,9%	25,3%	30,7%	15,1%	10,2%	9,9%	10,2%	63,8%	63,0%	100,0%
Empresas (Públicas y Privadas)	0,1%	0,6%	0,9%	12,9%	10,3%	12,5%	11,2%			
Educación Superior	72,0%	73,6%	68,4%	72,0%	79,5%	77,6%	78,0%	36,2%	37,0%	
Org. priv. sin fines de lucro	1,9%	0,5%	0,0%				0,5%			
Honduras										
Gobierno					44,7%	55,9%	31,9%			
Empresas (Públicas y Privadas)						0,3%	10,3%			
Educación Superior					30,2%	15,4%	43,4%			
Org. priv. sin fines de lucro					25,1%	28,4%	14,4%			
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR SECTOR DE EJECUCIÓN

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
México										
Gobierno	41,8%	32,3%	30,1%	26,4%	26,2%	26,6%	26,2%	26,3%	26,4%	26,7%
Empresas (Públicas y Privadas)	25,5%	17,9%	18,6%	22,2%	22,5%	21,2%	21,8%	21,4%	20,9%	20,1%
Educación Superior	31,8%	48,8%	50,3%	50,4%	50,2%	51,2%	50,8%	51,0%	51,3%	51,9%
Org. priv. sin fines de lucro	1,0%	1,0%	0,9%	1,0%	1,1%	1,1%	1,2%	1,3%	1,4%	1,4%
Panamá										
Gobierno	81,1%	86,7%	84,2%	82,7%	74,5%	68,5%	68,0%	64,0%	61,5%	67,0%
Empresas (Públicas y Privadas)	10,9%	3,0%	3,0%	1,2%	1,7%	2,4%	3,3%	1,3%	1,3%	1,9%
Educación Superior	8,0%	0,2%	1,8%	15,9%	22,1%	27,5%	25,8%	28,1%	27,1%	24,4%
Org. priv. sin fines de lucro		10,1%	10,9%	0,3%	1,7%	1,7%	2,9%	6,6%	10,1%	6,7%
Paraguay										
Gobierno	35,0%	37,2%	48,1%	35,6%	35,7%	35,7%	52,8%	56,0%	49,5%	49,2%
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior	50,1%	43,4%	52,0%	41,3%	40,4%	38,2%	25,9%	24,0%	36,1%	33,9%
Org. priv. sin fines de lucro	15,0%	19,4%		23,1%	23,9%	26,2%	21,4%	20,0%	14,4%	16,9%
Perú										
Gobierno		44,5%	41,7%			70,9%	70,9%	70,6%	70,4%	70,0%
Empresas (Públicas y Privadas)						29,1%	29,1%	29,4%	29,6%	30,0%
Educación Superior		43,3%	46,9%							
Org. priv. sin fines de lucro		12,2%	11,5%							
Portugal										
Gobierno	6,5%	6,3%	6,5%	5,3%	5,5%	5,3%	5,1%	5,0%	4,7%	4,3%
Empresas (Públicas y Privadas)	47,5%	46,4%	46,4%	48,4%	50,4%	51,5%	52,5%	57,0%	59,7%	62,2%
Educación Superior	44,6%	45,6%	45,5%	44,7%	42,5%	41,6%	40,5%	36,0%	33,3%	31,1%
Org. priv. sin fines de lucro	1,3%	1,7%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,9%	2,1%	2,3%	2,4%
Puerto Rico										
Gobierno	1,8%		1,7%							
Empresas (Públicas y Privadas)	66,0%		69,3%							
Educación Superior	31,8%		28,6%							
Org. priv. sin fines de lucro	0,4%		0,4%							
Trinidad y Tobago										
Gobierno	60,6%	73,7%	78,3%	77,5%	87,5%	83,9%	0,2%	94,8%	93,2%	89,0%
Empresas (Públicas y Privadas)					8,2%	11,6%				
Educación Superior	39,4%	26,3%	21,7%	22,5%	4,3%	4,5%	99,8%	5,3%	6,9%	11,0%
Org. priv. sin fines de lucro										
Uruguay										
Gobierno	32,8%	29,5%	29,7%	28,0%	35,8%	41,7%	20,4%	17,7%	22,7%	23,7%
Empresas (Públicas y Privadas)	30,8%	27,9%	30,4%	28,7%	24,1%	21,4%	45,8%	52,7%	49,0%	46,9%
Educación Superior	35,8%	42,3%	39,6%	43,1%	40,0%	36,7%	33,7%	29,5%	28,2%	29,1%
Org. priv. sin fines de lucro	0,5%	0,3%	0,2%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%	0,3%
América Latina y el Caribe										
Gobierno	28,7%	27,1%	27,1%	26,5%	27,0%	26,5%	26,1%	26,1%	26,2%	26,6%
Empresas (Públicas y Privadas)	29,5%	28,5%	28,9%	29,4%	29,3%	30,1%	30,5%	31,0%	31,3%	31,2%
Educación Superior	40,8%	43,2%	42,9%	43,2%	42,7%	42,5%	42,5%	41,9%	41,6%	41,2%
Org. priv. sin fines de lucro	1,1%	1,1%	1,1%	0,8%	0,9%	1,0%	0,9%	1,0%	1,0%	1,0%
Iberoamérica										
Gobierno	25,2%	24,3%	24,2%	23,4%	23,2%	22,5%	22,1%	22,0%	21,8%	22,0%
Empresas (Públicas y Privadas)	36,1%	35,0%	35,3%	36,6%	37,8%	39,0%	39,5%	40,3%	41,0%	41,4%
Educación Superior	37,9%	39,9%	39,5%	39,3%	38,3%	37,8%	37,6%	36,9%	36,3%	35,7%
Org. priv. sin fines de lucro	0,9%	0,9%	0,9%	0,7%	0,8%	0,8%	0,8%	0,9%	0,9%	0,9%
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

Notas:

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados. Dicho total no coincide necesariamente al informado para la inversión total en I+D.

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental.

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

INDICADOR 11:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR DISCIPLINA CIENTÍFICA

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
Cs. Naturales y Exactas	28,3%	27,6%	27,8%	24,8%	24,5%	26,3%	27,1%	26,3%	24,1%	32,5%
Ingeniería y Tecnología	27,0%	27,3%	29,3%	33,3%	34,5%	29,6%	26,0%	27,1%	30,3%	20,8%
Ciencias Médicas	7,6%	8,0%	6,7%	7,5%	8,6%	10,4%	8,6%	9,6%	9,1%	10,8%
Ciencias Agrícolas	13,7%	13,5%	13,4%	12,0%	11,4%	12,3%	14,4%	14,7%	14,5%	15,0%
Ciencias Sociales	15,8%	16,0%	15,1%	14,3%	12,9%	13,8%	15,1%	13,9%	14,0%	13,9%
Humanidades	7,6%	7,6%	7,6%	8,1%	8,1%	7,6%	8,8%	8,4%	8,0%	7,1%
Chile										
Cs. Naturales y Exactas	29,8%	32,0%	34,1%	28,1%	28,2%	27,4%			26,0%	
Ingeniería y Tecnología	33,9%	32,6%	31,0%	33,5%	32,8%	30,3%			37,8%	
Ciencias Médicas	10,7%	11,5%	9,7%	10,1%	11,5%	12,0%			9,9%	
Ciencias Agrícolas	14,9%	14,1%	14,4%	15,7%	15,4%	15,5%			14,2%	
Ciencias Sociales	8,4%	7,7%	9,1%	10,2%	10,2%	12,1%			9,7%	
Humanidades	2,3%	2,0%	1,8%	2,3%	2,0%	2,6%			2,4%	
Costa Rica										
Cs. Naturales y Exactas	20,1%	17,0%	18,2%	19,4%	19,8%	20,7%		22,3%	21,1%	18,0%
Ingeniería y Tecnología	21,3%	22,1%	21,4%	25,9%	22,1%	17,7%		15,5%	12,1%	8,3%
Ciencias Médicas	8,7%	9,8%	9,0%	8,2%	9,5%	9,3%		12,1%	12,9%	21,5%
Ciencias Agrícolas	24,6%	25,0%	24,8%	19,9%	20,1%	22,2%		18,1%	19,9%	19,6%
Ciencias Sociales	22,3%	23,6%	22,7%	22,9%	24,5%	26,1%		28,1%	27,7%	29,6%
Humanidades	3,1%	2,5%	4,0%	3,9%	4,0%	4,0%		3,9%	6,3%	3,0%
Ecuador										
Cs. Naturales y Exactas	22,2%	22,6%								
Ingeniería y Tecnología	28,6%	29,8%								
Ciencias Médicas	7,7%	8,1%								
Ciencias Agrícolas	13,5%	11,7%								
Ciencias Sociales	24,1%	23,9%								
Humanidades	4,0%	3,9%								
El Salvador										
Cs. Naturales y Exactas	7,0%	3,8%	4,0%	3,2%	4,2%	2,8%	3,5%	3,1%	1,7%	4,8%
Ingeniería y Tecnología	19,9%	13,0%	50,4%	52,0%	41,0%	45,8%	49,3%	55,4%	41,9%	39,8%
Ciencias Médicas	8,5%	31,5%	8,7%	12,2%	18,9%	5,1%	6,1%	7,6%	15,9%	11,2%
Ciencias Agrícolas	38,6%	8,2%	22,1%	12,3%	10,7%	16,5%	14,8%	12,4%	25,7%	17,7%
Ciencias Sociales	20,2%	40,1%	14,3%	19,8%	21,8%	27,9%	25,2%	20,9%	13,8%	24,1%
Humanidades	5,8%	3,4%	0,5%	0,5%	3,4%	2,0%	1,1%	0,6%	1,0%	2,4%
Guatemala										
Cs. Naturales y Exactas	11,7%	10,2%	14,0%	11,0%	6,5%	8,7%	10,4%	17,2%	6,7%	0,1%
Ingeniería y Tecnología	6,0%	8,5%	4,9%	9,3%	5,4%	8,0%	8,2%	17,8%	21,0%	36,5%
Ciencias Médicas	36,6%	28,8%	26,5%	26,0%	42,4%	37,9%	26,1%	19,3%	17,7%	1,1%
Ciencias Agrícolas	29,2%	30,9%	34,6%	35,2%	25,7%	20,9%	23,3%	11,3%	9,6%	4,1%
Ciencias Sociales	12,7%	14,3%	13,7%	12,7%	15,5%	18,5%	26,4%	32,1%	44,6%	57,7%
Humanidades	3,7%	7,4%	6,3%	5,9%	4,6%	6,1%	5,7%	2,2%	0,4%	0,6%
Honduras										
Cs. Naturales y Exactas			3,1%		7,9%	3,2%	9,0%			
Ingeniería y Tecnología			7,4%		16,5%	0,8%	2,0%			
Ciencias Médicas			5,8%		2,7%	0,2%	0,6%			
Ciencias Agrícolas			20,3%		55,2%	34,7%	80,4%			
Ciencias Sociales			32,2%		16,9%	2,1%	7,7%			
Humanidades			31,2%		0,9%	59,2%	0,4%			
México										
Cs. Naturales y Exactas	85,1%	80,0%	80,8%	80,7%	80,7%	80,4%	80,5%	80,4%	80,3%	80,1%
Ingeniería y Tecnología										
Ciencias Médicas										
Ciencias Agrícolas										
Ciencias Sociales	14,9%	20,0%	19,2%	19,4%	19,3%	19,6%	19,5%	19,6%	19,7%	19,9%
Humanidades										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR DISCIPLINA CIENTÍFICA

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Panamá										
Cs. Naturales y Exactas	85,6%	85,3%	82,4%	73,0%	53,8%	55,6%	50,5%	46,3%	39,3%	
Ingeniería y Tecnología	4,0%	3,7%	11,0%	16,4%	10,4%	13,7%	29,5%	23,1%	19,8%	
Ciencias Médicas	1,5%	1,4%	0,4%	0,6%	0,7%	0,9%	4,5%	12,7%	19,1%	
Ciencias Agrícolas	1,2%	0,8%	0,1%	3,8%	27,3%	24,2%	13,6%	16,6%	20,1%	
Ciencias Sociales	5,8%	6,9%	4,3%	4,4%	6,5%	4,3%	1,9%	1,3%	1,5%	
Humanidades	1,9%	1,9%	1,8%	1,7%	1,3%	1,2%	0,1%			
Paraguay										
Cs. Naturales y Exactas	13,5%	10,4%	18,6%	17,0%	16,5%	16,9%	8,0%	23,0%	9,1%	
Ingeniería y Tecnología	15,6%	14,7%	15,2%	15,8%	20,2%	19,5%	33,8%	26,0%	19,7%	
Ciencias Médicas	18,9%	22,4%	17,7%	20,1%	19,5%	16,2%	13,3%	18,8%	27,0%	
Ciencias Agrícolas	35,8%	36,9%	32,8%	25,7%	24,0%	31,6%	30,6%	15,4%	27,5%	
Ciencias Sociales	12,9%	12,7%	13,5%	18,4%	16,3%	14,8%	12,9%	16,3%	16,1%	
Humanidades	3,3%	2,9%	2,3%	3,0%	3,6%	1,0%	1,4%	0,6%	0,6%	
Perú										
Cs. Naturales y Exactas	35,9%	32,0%								
Ingeniería y Tecnología	20,4%	22,7%								
Ciencias Médicas	8,2%	9,8%								
Ciencias Agrícolas	12,2%	13,3%								
Ciencias Sociales	20,4%	19,3%								
Humanidades	2,9%	3,0%								
Portugal										
Cs. Naturales y Exactas	24,0%	25,2%	24,2%	23,7%	23,4%	23,0%	23,1%	23,6%	22,5%	22,7%
Ingeniería y Tecnología	41,6%	40,0%	40,7%	42,6%	43,8%	44,1%	45,3%	46,6%	47,3%	49,8%
Ciencias Médicas	12,3%	12,7%	12,9%	12,1%	12,5%	12,8%	12,5%	11,9%	13,2%	11,1%
Ciencias Agrícolas	3,6%	3,6%	3,3%	3,1%	3,1%	3,3%	3,3%	3,4%	3,4%	3,4%
Ciencias Sociales	11,7%	11,4%	12,4%	11,9%	11,3%	11,4%	10,6%	9,9%	9,4%	9,0%
Humanidades	7,0%	7,1%	6,5%	6,5%	5,8%	5,5%	5,2%	4,7%	4,3%	3,9%
Puerto Rico										
Cs. Naturales y Exactas	15,4%		14,8%							
Ingeniería y Tecnología	23,5%		26,1%							
Ciencias Médicas	37,7%		36,6%							
Ciencias Agrícolas	22,3%		21,4%							
Ciencias Sociales	1,1%		1,1%							
Humanidades	0,0%		0,1%							
Trinidad y Tobago										
Cs. Naturales y Exactas	27,1%	28,6%	32,2%	27,0%	31,2%	28,9%	37,1%	40,2%	47,2%	46,4%
Ingeniería y Tecnología	3,1%	7,7%	4,5%	5,1%	8,5%	11,9%	0,7%	4,3%	7,2%	3,3%
Ciencias Médicas	4,2%	6,4%	6,7%	7,5%	22,0%	20,4%	4,5%	5,1%	4,0%	5,7%
Ciencias Agrícolas	56,9%	52,5%	51,5%	55,3%	37,6%	38,0%	57,2%	49,9%	41,2%	41,8%
Ciencias Sociales	7,2%	3,9%	4,1%	4,2%	0,3%	0,4%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%
Humanidades	1,5%	0,9%	0,9%	0,9%	0,4%	0,4%	0,3%	0,3%	0,2%	2,8%
Uruguay										
Cs. Naturales y Exactas	16,7%	16,8%	17,5%	17,0%	7,1%	8,0%				
Ingeniería y Tecnología	22,8%	19,9%	19,9%	21,1%	33,9%	34,4%				
Ciencias Médicas	9,8%	16,7%	15,5%	18,5%	16,8%	15,0%				
Ciencias Agrícolas	32,0%	29,5%	29,4%	22,0%	20,8%	17,4%				
Ciencias Sociales	12,8%	10,4%	11,2%	12,5%	16,6%	20,0%				
Humanidades	5,9%	6,7%	6,5%	9,0%	4,9%	5,2%				
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

Notas:

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental.

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados. Dicho total no coincide necesariamente al informado para la inversión total en I+D.

México: Las categorías reportadas incluyen: Ciencias naturales e ingeniería en Cs. Naturales y Exactas. Y Ciencias sociales y humanidades en Ciencias Sociales.

INDICADOR 12:

PERSONAL DE I+D (PERSONAS FÍSICAS)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
Investigadores	81.506	83.462	82.396	86.562	84.284	88.872	90.656	91.243	94.516	96.171
Técnicos y personal asimilado	13.532	13.592	14.046	14.297	15.357	18.052	19.215	17.834	16.701	18.309
Personal de apoyo	10.416	11.363	11.673	11.928	11.468	11.497	11.950	12.311	12.896	12.949
Bolivia										
Investigadores	1.451	1.613			948		1.198		1.327	
Técnicos y personal asimilado	488	541			860		1.057		1.263	
Personal de apoyo	567	642			373		401		409	
Brasil										
Investigadores	295.212	316.822	343.413	378.268	397.243	421.838				
Técnicos y personal asimilado	277.207	292.023	316.533	348.659	366.149	388.819				
Chile										
Investigadores	9.795	12.303	13.015	14.181	14.392	15.467	15.438	15.751	19.759	
Técnicos y personal asimilado	6.195	7.447	6.728	7.211	7.585	6.852	6.791	6.420	7.700	
Personal de apoyo	3.430	3.975	3.026	3.574	2.913	2.680	2.758	2.596	3.083	
Colombia										
Investigadores	8.011	8.280	10.050	13.001	13.001	16.796	16.796	21.094	21.904	
Costa Rica										
Investigadores	4.291	4.072	4.228	3.885	3.834	3.781		4.306	4.543	4.890
Técnicos y personal asimilado	1.746	1.342	958	815	706	602		1.327	1.245	749
Personal de apoyo	1.156	956	957	825	884	923		1.251	1.061	788
Cuba										
Investigadores	4.719	4.355	3.853	6.839	6.878	60.709	61.807	60.600	58.758	56.954
Técnicos y personal asimilado						1.072	1.097	1.120	1.175	1.718
Personal de apoyo	10.127	10.063	19.699	12.099	11.851	12.257	20.111	15.744	18.377	15.655
Ecuador										
Investigadores	9.456	11.410								
Técnicos y personal asimilado	1.498	1.815								
Personal de apoyo	1.949	1.778								
El Salvador										
Investigadores	662	792	1.001	941	981	934	1.030	814	854	861
Técnicos y personal asimilado			44	89	97	139	167	120	114	95
Personal de apoyo			40	6	38	101	100	123	143	137
España										
Investigadores	208.767	210.104	214.227	218.680	225.995	234.798	241.372	244.187	255.409	267.409
Técnicos y personal asimilado	81.594	78.556	81.624	81.927	86.225	90.001	92.140	91.223	100.512	108.855
Personal de apoyo	42.774	44.211	42.328	41.202	42.113	44.493	44.350	42.887	42.942	43.386
Guatemala										
Investigadores	514	562	602	656	494	400	508	599	425	100
Técnicos y personal asimilado	451	615	547	644	677	390	412	614	627	199
Personal de apoyo	373	640	722	565	662	452	394	273	364	296
Honduras										
Investigadores			207		538	667	684			
Técnicos y personal asimilado			91		714	985	1.021			
Personal de apoyo			6		404	468	473			
Jamaica										
Investigadores				759	682					
México										
Investigadores	42.222	44.662	48.812	54.357	47.513	48.836	49.880	50.146	49.094	49.489
Técnicos y personal asimilado	19.624	17.662	18.674	22.670	19.658	19.666	20.167	20.540	20.008	20.095
Personal de apoyo	15.413	9.064	10.104	12.657	11.809	10.908	11.370	11.686	11.443	11.352
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

PERSONAL DE I+D (PERSONAS FÍSICAS)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Panamá										
Investigadores	622	451	525	537	616	581	623	1.210	1.127	780
Técnicos y personal asimiliado	2.040	275	164	167	187	189	261	526	623	712
Personal de apoyo	1.021	408	199	202	237	155	181	597	504	670
Paraguay										
Investigadores		1.610	1.985	1.619	1.784	1.898	1.843	1.765	1.832	1.805
Técnicos y personal asimiliado		488	650	708	709	605	776	922	1.079	931
Personal de apoyo		2.542	2.727	312	616	415	599	630	814	863
Perú										
Investigadores	3.502	3.032	3.374	4.201	4.506	4.929	6.661	7.945	8.977	10.586
Técnicos y personal asimiliado		1.077	1.195							
Personal de apoyo		671	837							
Portugal										
Investigadores	78.290	78.736	81.005	85.780	89.659	96.123	100.823	104.681	110.953	114.582
Técnicos y personal asimiliado	14.760	15.530	18.991	14.133	15.405	16.394	17.528	20.911	21.556	24.252
Personal de apoyo	2.297	2.686	3.295	3.767	4.187	4.347	4.661	5.536	6.206	7.835
Puerto Rico										
Investigadores	1.976		2.070							
Técnicos y personal asimiliado	2.516		3.040							
Personal de apoyo	301		390							
República Dominicana										
Investigadores								909	940	844
Trinidad y Tobago										
Investigadores	1.244	1.228	1.277	1.375	1.506	1.687	1.516	1.336	1.215	1.120
Técnicos y personal asimiliado	375	415	673	476	574	566	505	635	608	586
Personal de apoyo		472	582	785	1.016	969	824	1.076	807	891
Uruguay										
Investigadores	2.667	2.739	2.768	2.941	2.981	3.099	3.165	3.206	3.295	3.392
Venezuela										
Investigadores	11.781	11.873	10.824	10.382			7.591	9.655	9.377	10.727
Técnicos y personal asimiliado							2.192	2.400	2.115	3.154
Personal de apoyo							927	3.236	2.951	4.376
América Latina y el Caribe										
Investigadores	483.464	513.516	545.385	597.040	606.457	641.239	652.068	665.581	687.558	701.343
Iberoamérica										
Investigadores	770.521	802.356	840.617	901.500	922.111	972.160	994.263	1.014.449	1.053.920	1.083.334
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

Notas:

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental.

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

Guatemala: La información consignada a los años 2020 y 2021 corresponde al gasto del sector Gobierno y Educación Superior. Los datos del 2022 solamente incluyen al sector Gobierno.

República Dominicana: La información reportada corresponde a datos provenientes del Fondo de incentivo a la investigación científica y tecnológica (FONDOCYT).

INDICADOR 13:

INVESTIGADORES CADA MIL INTEGRANTES DE LA PEA (PERSONAS FÍSICAS)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
Personas Físicas	4,74	4,80	4,72	4,89	4,70	4,82	4,80	5,16	4,91	4,83
Bolivia										
Personas Físicas	0,27	0,29			0,18		0,20		0,20	
Brasil										
Personas Físicas	2,86	2,97	3,25	3,68	3,79	3,98				
Chile										
Personas Físicas	1,13	1,40	1,45	1,56	1,53	1,61	1,58	1,76	2,11	
Colombia										
Personas Físicas	0,34	0,34	0,41	0,53	0,52	0,66	0,68	0,85	0,91	
Costa Rica										
Personas Físicas	1,93	1,79	1,89	1,70	1,70	1,74	0,00	1,76	1,86	1,99
Cuba										
Personas Físicas	0,93	0,85	0,80	1,46	1,51	13,31	13,32	12,87		12,41
Ecuador										
Personas Físicas	1,36	1,58								
El Salvador										
Personas Físicas	0,24	0,28	0,36	0,32	0,33	0,31	0,33	0,28	0,29	0,32
España										
Personas Físicas	9,00	9,15	9,35	9,58	9,94	10,30	10,48	10,74	11,01	11,32
Guatemala										
Personas Físicas	0,09	0,09	0,09	0,10	0,07	0,06	0,07		0,06	0,01
Honduras										
Personas Físicas			0,05		0,13	0,16	0,16			
Jamaica										
Personas Físicas				0,56	0,47					
México										
Personas Físicas	0,83	0,87	0,94	1,03	0,89	0,89	0,88	0,91	0,85	0,84
Panamá										
Personas Físicas	0,35	0,24	0,28	0,28	0,31	0,28	0,30	0,60	0,58	0,40
Paraguay										
Personas Físicas	0,00	0,51	0,61	0,49	0,52	0,54	0,51	0,48	0,49	0,48
Perú										
Personas Físicas	0,21	0,18	0,20	0,25	0,26	0,28	0,37	0,49	0,49	0,55
Portugal										
Personas Físicas	15,66	15,77	16,21	17,15	17,74	18,91	19,71	20,79	21,54	22,03
Puerto Rico										
Personas Físicas	1,77		1,85							
República Dominicana										
Personas Físicas								0,18	0,18	0,16
Trinidad y Tobago										
Personas Físicas	1,91	1,87	1,97	2,15	2,35	2,68	2,41	2,23	2,04	1,87
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

INVESTIGADORES CADA MIL INTEGRANTES DE LA PEA (PERSONAS FÍSICAS)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Uruguay										
Personas Físicas	1,57	1,61	1,65	1,64	1,67	1,73	1,77	1,79	1,84	1,90
Venezuela										
Personas Físicas	0,85	0,84	0,75	0,72	0,00	0,00	0,35	0,44	0,42	0,48
América Latina y el Caribe										
Personas Físicas	1,68	1,75	1,85	2,02	1,98	2,06	2,06	2,18	2,15	2,14
Iberoamérica										
Personas Físicas	2,49	2,55	2,66	2,85	2,82	2,93	2,94	3,12	3,09	3,11
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

Notas:

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

Investigadores incluye a becarios de I+D.

Guatemala: La información consignada a los años 2020 y 2021 corresponde al gasto del sector Gobierno y Educación Superior. Los datos del 2022 solamente incluyen al sector Gobierno.

INDICADOR 14:

INVESTIGADORES POR SEXO (PERSONAS FÍSICAS)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
Mujeres	52,5%	53,1%	52,5%	53,1%	53,8%	53,3%	53,1%	53,3%	53,6%	53,6%
Hombres	47,5%	46,9%	47,5%	46,9%	46,2%	46,7%	46,9%	46,8%	46,4%	46,4%
Bolivia										
Mujeres	37,8%	37,5%			43,7%		42,0%		44,1%	
Hombres	62,2%	62,5%			56,3%		58,0%		55,9%	
Chile										
Mujeres	34,3%	31,5%	33,0%	33,1%	34,4%	34,2%	34,8%	34,9%	33,3%	
Hombres	65,7%	68,5%	67,0%	66,9%	65,6%	65,8%	65,2%	65,1%	66,8%	
Colombia										
Mujeres	33,9%	35,4%	35,5%	37,4%	37,4%	38,2%	38,2%			
Hombres	66,1%	64,6%	64,6%	62,6%	62,6%	61,8%	61,8%			
Costa Rica										
Mujeres	43,8%	44,3%	42,2%	42,8%	44,3%	45,2%		43,0%	44,1%	44,9%
Hombres	56,2%	55,7%	57,9%	57,2%	55,7%	54,8%		57,0%	55,9%	55,2%
Cuba										
Mujeres	47,1%	48,2%	51,5%	48,1%	49,0%	49,0%	41,8%	42,3%	42,9%	43,2%
Hombres	52,9%	51,8%	48,5%	52,0%	51,0%	51,0%	58,2%	57,7%	57,1%	56,8%
Ecuador										
Mujeres	41,4%	41,1%								
Hombres	58,6%	58,9%								
El Salvador										
Mujeres	38,8%	37,9%	40,4%	39,2%	38,6%	39,8%	40,0%	41,8%	42,0%	43,2%
Hombres	61,2%	62,1%	59,6%	60,8%	61,4%	60,2%	60,0%	58,2%	58,0%	56,8%
España										
Mujeres	39,3%	39,6%	40,0%	40,2%	40,5%	40,8%	41,3%	41,5%	41,6%	41,6%
Hombres	60,7%	60,4%	60,0%	59,9%	59,5%	59,2%	58,7%	58,5%	58,4%	58,4%
Guatemala										
Mujeres	44,2%	46,8%	53,2%	44,4%	43,9%	47,3%	41,9%	49,4%	62,8%	49,0%
Hombres	55,8%	53,2%	46,8%	55,6%	56,1%	52,8%	58,1%	50,6%	37,2%	51,0%
Honduras										
Mujeres			41,1%		36,4%					
Hombres			58,9%		63,6%					
México										
Mujeres	33,0%	34,6%	34,8%	33,7%	34,6%	34,4%	34,4%	34,3%	34,4%	34,4%
Hombres	67,0%	65,4%	65,3%	66,3%	65,5%	65,6%	65,6%	65,7%	65,6%	65,6%
Panamá										
Mujeres	48,2%	39,3%	43,6%	43,0%	45,8%	43,4%	43,7%	44,4%	38,9%	42,4%
Hombres	51,8%	60,8%	56,4%	57,0%	54,2%	56,6%	56,3%	55,6%	61,1%	57,6%
Paraguay										
Mujeres		49,4%	48,2%	48,9%	49,3%	48,5%	48,7%	50,3%	51,2%	51,4%
Hombres		50,6%	51,8%	51,1%	50,7%	51,5%	51,3%	49,7%	48,8%	48,6%
Perú										
Mujeres		31,6%	31,9%	30,5%	30,7%	30,7%	31,3%	31,2%	31,6%	31,8%
Hombres		68,4%	68,1%	69,5%	69,4%	69,3%	68,7%	68,9%	68,4%	68,2%
Portugal										
Mujeres	45,4%	44,3%	44,1%	43,5%	43,7%	43,3%	42,8%	42,5%	42,6%	42,1%
Hombres	54,6%	55,7%	55,9%	56,5%	56,3%	56,8%	57,2%	57,5%	57,4%	57,9%

INDICADOR 14:

INVESTIGADORES POR SEXO (PERSONAS FÍSICAS)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Trinidad y Tobago										
Mujeres	49,7%	54,6%	53,6%	49,8%	55,9%	56,5%	56,4%	51,2%	50,2%	49,7%
Hombres	50,3%	45,4%	46,4%	50,3%	44,1%	43,5%	43,6%	48,8%	49,8%	50,3%
Uruguay										
Mujeres	49,0%	49,2%	49,3%	50,4%	50,6%	50,7%	50,7%	50,7%	50,9%	50,6%
Hombres	51,0%	50,9%	50,7%	49,6%	49,4%	49,3%	49,3%	49,3%	49,1%	49,4%
Venezuela										
Mujeres	60,7%	61,1%	61,6%	61,4%			55,3%	55,3%	55,0%	49,8%
Hombres	39,3%	39,0%	38,4%	38,6%			44,7%	44,7%	45,0%	50,2%
América Latina y el Caribe										
Mujeres	45,6%	45,7%	45,5%	45,4%	45,6%	46,0%	45,9%	45,9%	45,9%	45,8%
Hombres	54,4%	54,3%	54,5%	54,6%	54,4%	54,0%	54,1%	54,1%	54,1%	54,2%
Iberoamérica										
Mujeres	43,9%	44,0%	44,0%	43,9%	44,2%	44,4%	44,5%	44,5%	44,5%	44,4%
Hombres	56,1%	56,0%	56,0%	56,1%	55,8%	55,6%	55,5%	55,5%	55,5%	55,6%
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

Notas:

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados para cada ítem de la desagregación. Dicho total no coincide necesariamente al informado para el total de investigadores.

INDICADOR 15:

INVESTIGADORES POR SECTOR DE EMPLEO (PERSONAS FÍSICAS)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
Gobierno	29,9%	30,9%	33,0%	32,6%	33,2%	30,8%	30,0%	31,3%	32,1%	31,7%
Empresas (Públicas y Privadas)	5,1%	4,5%	7,3%	6,9%	8,0%	10,0%	9,6%	10,4%	10,1%	10,2%
Educación Superior	64,5%	64,2%	59,2%	60,1%	58,2%	58,7%	59,8%	57,8%	57,2%	57,2%
Org. priv. sin fines de lucro	0,5%	0,5%	0,6%	0,5%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,7%	0,8%
Bolivia										
Gobierno	4,0%	6,9%			1,7%		1,3%		1,0%	
Empresas (Públicas y Privadas)	1,7%	1,5%			1,9%		2,2%		2,7%	
Educación Superior	87,9%	86,8%			92,5%		92,8%		92,7%	
Org. priv. sin fines de lucro	6,3%	4,8%			3,9%		3,7%		3,6%	
Brasil										
Gobierno	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%				
Empresas (Públicas y Privadas)	18,2%	17,9%	17,9%	17,9%	17,9%	17,9%				
Educación Superior	79,5%	79,9%	79,9%	79,9%	79,9%	79,9%				
Org. priv. sin fines de lucro	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%				
Chile										
Gobierno	10,6%	8,6%	9,7%	11,7%	11,1%	11,5%	10,5%	11,3%	9,0%	
Empresas (Públicas y Privadas)	18,5%	24,8%	22,4%	25,3%	23,9%	23,6%	23,0%	22,6%	34,2%	
Educación Superior	65,2%	58,1%	58,8%	57,6%	59,0%	58,9%	60,7%	60,3%	51,3%	
Org. priv. sin fines de lucro	5,8%	8,6%	9,2%	5,4%	5,9%	6,0%	5,8%	5,9%	5,5%	
Colombia										
Gobierno	0,8%	0,8%	0,8%	1,0%	1,0%	1,3%	1,3%			
Empresas (Públicas y Privadas)	1,3%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	0,5%	0,5%			
Educación Superior	97,3%	95,7%	95,6%	95,6%	95,6%	96,5%	96,5%			
Org. priv. sin fines de lucro	0,7%	0,9%	0,9%	0,8%	0,8%	1,7%	1,7%			
Costa Rica										
Gobierno	30,6%	26,1%	30,8%	25,4%	14,0%	15,8%		14,0%	13,7%	14,7%
Empresas (Públicas y Privadas)								18,7%	19,4%	15,7%
Educación Superior	67,4%	72,3%	68,5%	73,0%	85,9%	83,5%		67,1%	66,6%	69,5%
Org. priv. sin fines de lucro	2,0%	1,6%	0,7%	1,6%	0,1%	0,7%		0,3%	0,3%	0,1%
Ecuador										
Gobierno	36,2%	35,5%								
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior	63,0%	63,9%								
Org. priv. sin fines de lucro	0,8%	0,6%								
El Salvador										
Gobierno	4,4%	4,6%	13,3%	16,1%	11,1%	17,8%	15,6%	11,7%	9,6%	10,1%
Empresas (Públicas y Privadas)	3,0%	2,7%								
Educación Superior	92,1%	92,0%	86,7%	84,0%	88,9%	82,2%	84,4%	88,3%	90,4%	89,9%
Org. priv. sin fines de lucro	0,5%	0,7%								
España										
Gobierno	14,9%	14,8%	15,1%	15,4%	15,1%	14,9%	14,9%	14,8%	14,9%	14,7%
Empresas (Públicas y Privadas)	28,4%	28,2%	28,1%	28,6%	29,0%	30,1%	30,0%	30,4%	31,1%	32,2%
Educación Superior	56,5%	56,8%	56,6%	55,8%	55,6%	54,8%	54,9%	54,7%	53,8%	52,6%
Org. priv. sin fines de lucro	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,6%
Guatemala										
Gobierno	39,7%	39,3%	36,1%	33,4%	19,4%	29,5%	33,5%	29,1%	24,5%	100,0%
Empresas (Públicas y Privadas)				2,9%	3,9%	6,8%	10,0%			
Educación Superior	60,3%	60,7%	64,0%	63,7%	76,7%	63,8%	56,5%	71,0%	75,5%	
Org. priv. sin fines de lucro										
Honduras										
Gobierno					9,1%					
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior					85,3%					
Org. priv. sin fines de lucro					5,6%					
México										
Gobierno	20,3%	15,8%	14,6%	12,8%	15,6%	14,6%	14,4%	14,3%	14,7%	14,5%
Empresas (Públicas y Privadas)	20,2%	23,5%	24,5%	31,6%	25,3%	26,5%	27,1%	27,8%	26,7%	27,0%
Educación Superior	56,7%	58,8%	59,2%	53,9%	57,1%	57,1%	56,8%	56,2%	56,8%	56,7%
Org. priv. sin fines de lucro	2,7%	1,9%	1,7%	1,6%	2,0%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%

INVESTIGADORES POR SECTOR DE EMPLEO (PERSONAS FÍSICAS)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Panamá										
Gobierno		10,4%	9,0%	18,6%	16,6%	18,4%	17,2%	61,9%	67,4%	45,3%
Empresas (Públicas y Privadas)		19,5%	14,1%	12,9%	10,9%	12,7%	13,5%	7,1%	4,2%	11,7%
Educación Superior		64,5%	70,3%	61,8%	65,6%	63,7%	64,0%	27,6%	25,7%	39,4%
Org. priv. sin fines de lucro		5,5%	6,7%	6,7%	7,0%	5,2%	5,3%	3,4%	2,8%	3,7%
Paraguay										
Gobierno		19,1%	18,2%	11,2%	13,1%	14,4%	9,7%	13,3%	17,8%	14,6%
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior		56,8%	54,9%	67,5%	65,7%	64,0%	70,3%	64,7%	61,3%	69,5%
Org. priv. sin fines de lucro		24,1%	26,9%	21,3%	21,2%	21,6%	20,0%	22,1%	20,9%	15,9%
Perú										
Gobierno		18,8%	21,5%	19,3%	18,5%	17,8%	19,0%	16,8%	15,5%	14,6%
Empresas (Públicas y Privadas)				4,6%	4,9%	5,1%	7,0%	6,7%	6,4%	6,6%
Educación Superior		72,6%	71,0%	71,4%	72,0%	72,8%	69,1%	72,0%	73,8%	75,3%
Org. priv. sin fines de lucro		8,6%	7,5%	4,7%	4,6%	4,3%	4,9%	4,6%	4,3%	3,5%
Portugal										
Gobierno	5,2%	5,7%	5,7%	5,4%	5,9%	5,7%	5,8%	5,7%	5,9%	5,8%
Empresas (Públicas y Privadas)	26,3%	27,5%	29,0%	30,7%	32,8%	33,7%	36,6%	40,3%	42,2%	43,3%
Educación Superior	67,5%	66,0%	64,6%	63,2%	60,6%	59,9%	57,0%	53,0%	50,7%	49,7%
Org. priv. sin fines de lucro	1,0%	0,8%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	1,0%	1,2%	1,3%
Puerto Rico										
Gobierno	5,1%		4,4%							
Empresas (Públicas y Privadas)	67,5%		73,2%							
Educación Superior	25,9%		22,4%							
Org. priv. sin fines de lucro	1,5%									
Trinidad y Tobago										
Gobierno	9,3%	12,8%	14,5%	14,2%	13,7%	11,7%	13,2%	12,6%	14,1%	17,2%
Empresas (Públicas y Privadas)					0,8%	1,2%				
Educación Superior	90,7%	87,2%	85,5%	85,8%	85,5%	87,1%	86,8%	87,4%	85,9%	82,8%
Org. priv. sin fines de lucro										
Uruguay										
Gobierno	15,1%	15,2%	15,3%	14,2%	13,8%	14,1%	14,2%	14,0%	13,7%	13,3%
Empresas (Públicas y Privadas)	1,5%	1,5%	1,3%	4,0%	4,0%	3,9%	2,7%	2,5%	2,2%	2,1%
Educación Superior	79,8%	79,9%	80,1%	78,8%	78,9%	78,8%	79,9%	80,2%	80,7%	81,0%
Org. priv. sin fines de lucro	3,6%	3,4%	3,3%	3,0%	3,2%	3,2%	3,3%	3,4%	3,5%	3,6%
Venezuela										
Gobierno	13,2%	6,5%	6,3%	16,8%			8,8%	17,4%	17,4%	17,0%
Empresas (Públicas y Privadas)	9,6%	19,3%	24,0%	1,0%			0,6%	0,5%	0,5%	0,5%
Educación Superior	77,3%	74,3%	69,7%	82,0%			90,4%	81,9%	81,9%	79,5%
Org. priv. sin fines de lucro				0,2%			0,2%	0,2%	0,2%	3,0%
América Latina y el Caribe										
Gobierno	10,6%	9,9%	9,5%	8,9%	8,6%	7,8%	7,7%	8,0%	8,1%	8,0%
Empresas (Públicas y Privadas)	15,5%	15,9%	16,4%	16,8%	16,4%	16,8%	16,7%	16,6%	16,7%	16,8%
Educación Superior	73,0%	73,3%	73,2%	73,6%	74,2%	74,7%	74,8%	74,7%	74,4%	74,4%
Org. priv. sin fines de lucro	0,9%	0,9%	0,9%	0,7%	0,8%	0,7%	0,7%	0,8%	0,8%	0,8%
Iberoamérica										
Gobierno	11,2%	10,7%	10,5%	10,1%	9,8%	9,1%	9,1%	9,2%	9,3%	9,3%
Empresas (Públicas y Privadas)	20,1%	20,2%	20,5%	20,6%	20,7%	21,0%	21,3%	21,6%	22,1%	22,6%
Educación Superior	68,0%	68,3%	68,3%	68,7%	68,9%	69,3%	69,1%	68,5%	67,9%	67,4%
Org. priv. sin fines de lucro	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,7%	0,7%	0,8%
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

Notas:

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados para cada ítem de la desagregación. Dicho total no coincide necesariamente al informado para el total de investigadores.

Los valores corresponden a investigadores y becarios de I+D.

INDICADOR 16:

INVESTIGADORES POR DISCIPLINA CIENTÍFICA (PERSONAS FÍSICAS)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
Cs. Naturales y Exactas	26,7%	26,2%	28,5%	28,6%	25,9%	25,7%	25,1%	24,7%	22,7%	22,6%
Ingeniería y Tecnología	17,8%	17,2%	17,2%	16,5%	16,2%	16,2%	16,2%	16,4%	19,6%	19,6%
Ciencias Médicas	13,2%	13,4%	11,1%	10,6%	12,1%	12,1%	11,9%	12,8%	13,5%	13,1%
Ciencias Agrícolas	10,1%	10,1%	9,6%	8,8%	9,6%	9,2%	9,6%	10,6%	9,6%	9,5%
Ciencias Sociales	22,6%	23,3%	23,1%	24,4%	25,3%	25,9%	26,3%	24,8%	23,7%	24,6%
Humanidades	9,6%	9,9%	10,6%	11,2%	10,9%	10,9%	10,9%	10,8%	11,0%	10,7%
Bolivia										
Cs. Naturales y Exactas	19,0%	17,3%			20,4%		17,8%		15,8%	
Ingeniería y Tecnología	24,0%	22,9%			25,5%		29,4%		29,4%	
Ciencias Médicas	13,7%	15,8%			17,5%		14,4%		16,4%	
Ciencias Agrícolas	17,8%	17,9%			12,2%		11,4%		11,7%	
Ciencias Sociales	21,2%	22,3%			16,4%		19,4%		20,0%	
Humanidades	4,3%	3,9%			8,0%		7,8%		6,9%	
Colombia										
Cs. Naturales y Exactas	26,2%	27,7%	26,1%	23,1%	23,1%					
Ingeniería y Tecnología	17,0%	18,6%	19,0%	19,5%	19,5%					
Ciencias Médicas	11,4%	17,6%	16,7%	16,1%	16,1%					
Ciencias Agrícolas	5,5%	5,3%	5,2%	4,9%	4,9%					
Ciencias Sociales	30,5%	24,5%	26,3%	29,0%	29,0%					
Humanidades	9,4%	6,2%	6,7%	7,5%	7,5%					
Costa Rica										
Cs. Naturales y Exactas	21,1%	20,8%	23,5%	24,6%	29,9%	23,1%		21,8%	23,6%	22,6%
Ingeniería y Tecnología	14,8%	18,2%	19,6%	20,8%	16,5%	15,2%		15,9%	14,5%	14,5%
Ciencias Médicas	16,4%	14,7%	12,4%	13,0%	10,3%	12,2%		11,9%	12,6%	12,4%
Ciencias Agrícolas	16,8%	15,1%	14,9%	11,2%	11,6%	12,9%		13,8%	12,8%	11,5%
Ciencias Sociales	26,4%	27,2%	26,2%	27,1%	26,8%	31,7%		31,5%	30,7%	32,3%
Humanidades	4,5%	4,1%	3,4%	3,3%	4,8%	4,9%		5,1%	5,8%	6,8%
Ecuador										
Cs. Naturales y Exactas	19,8%	17,9%								
Ingeniería y Tecnología	20,4%	21,5%								
Ciencias Médicas	12,2%	11,5%								
Ciencias Agrícolas	8,8%	8,1%								
Ciencias Sociales	32,2%	33,4%								
Humanidades	6,7%	7,6%								
El Salvador										
Cs. Naturales y Exactas	39,3%	36,7%	15,6%	10,3%	16,6%	15,7%	13,8%	11,2%	13,7%	14,2%
Ingeniería y Tecnología	19,6%	21,5%	21,5%	15,7%	19,8%	15,7%	17,3%	17,4%	17,8%	15,6%
Ciencias Médicas	15,6%	16,3%	13,1%	13,2%	10,8%	13,1%	19,5%	16,2%	15,5%	13,0%
Ciencias Agrícolas	4,7%	4,2%	13,9%	14,4%	8,0%	10,6%	11,1%	11,4%	11,1%	12,7%
Ciencias Sociales	17,5%	17,9%	28,7%	37,5%	36,9%	35,9%	29,2%	38,1%	35,3%	36,2%
Humanidades	3,3%	3,4%	7,3%	8,9%	8,0%	9,0%	9,1%	5,7%	6,7%	8,4%
Guatemala										
Cs. Naturales y Exactas	22,4%	8,2%	13,3%	13,9%	13,8%	17,8%	13,8%	12,5%	17,9%	36,0%
Ingeniería y Tecnología	15,6%	28,3%	21,1%	15,6%	9,9%	11,3%	12,0%	11,5%	16,5%	25,0%
Ciencias Médicas	16,3%	29,9%	33,4%	25,9%	25,3%	22,0%	11,4%	13,0%	18,8%	21,0%
Ciencias Agrícolas	24,1%	13,2%	13,3%	26,5%	29,4%	26,5%	28,4%	31,6%	21,7%	12,0%
Ciencias Sociales	10,1%	8,2%	12,1%	13,6%	15,4%	13,0%	22,8%	22,4%	20,9%	4,0%
Humanidades	11,5%	12,3%	6,8%	4,6%	6,3%	9,5%	11,6%	9,0%	4,2%	2,0%
Honduras										
Cs. Naturales y Exactas					15,7%	15,0%	15,4%			
Ingeniería y Tecnología					20,5%	4,3%	4,8%			
Ciencias Médicas					15,9%	23,8%	27,8%			
Ciencias Agrícolas					29,8%	11,1%	11,9%			
Ciencias Sociales					14,2%	36,5%	33,7%			
Humanidades					4,0%	9,3%	6,4%			
México										
Cs. Naturales y Exactas		19,7%	21,1%	19,1%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%
Ingeniería y Tecnología		27,8%	28,2%	30,5%	28,8%	28,8%	28,8%	28,8%	28,8%	28,8%
Ciencias Médicas		14,8%	14,3%	13,8%	14,6%	14,4%	14,3%	14,3%	14,4%	14,4%
Ciencias Agrícolas		9,6%	8,2%	8,4%	8,8%	8,7%	8,7%	8,7%	8,7%	8,7%
Ciencias Sociales		19,0%	19,5%	19,8%	19,2%	19,4%	19,4%	19,4%	19,4%	19,4%
Humanidades		9,1%	8,9%	8,5%	8,7%	8,8%	8,8%	8,8%	8,8%	8,8%

INVESTIGADORES POR DISCIPLINA CIENTÍFICA (PERSONAS FÍSICAS)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Panamá										
Cs. Naturales y Exactas		32,5%	28,8%	28,3%	30,1%	20,5%	18,5%	6,5%		6,6%
Ingeniería y Tecnología		34,8%	29,2%	29,5%	26,8%	39,9%	37,2%	45,1%		62,7%
Ciencias Médicas		8,3%	9,1%	17,1%	15,7%	20,8%	19,9%	15,0%		7,4%
Ciencias Agrícolas				0,7%	0,6%	1,6%	1,5%	0,7%		14,7%
Ciencias Sociales		9,4%	20,4%	12,1%	16,1%	15,9%	18,8%	27,7%		6,7%
Humanidades		15,1%	12,5%	12,3%	10,7%	1,3%	4,1%	5,1%		1,9%
Paraguay										
Cs. Naturales y Exactas		15,8%	15,7%	17,0%	16,8%	18,1%	15,7%	15,0%	13,3%	13,0%
Ingeniería y Tecnología		17,8%	19,1%	15,3%	14,7%	14,8%	16,3%	16,8%	13,9%	15,0%
Ciencias Médicas		22,1%	20,2%	18,5%	20,4%	19,7%	19,5%	21,8%	24,2%	27,9%
Ciencias Agrícolas		25,8%	24,8%	24,1%	22,3%	20,3%	20,8%	17,3%	19,2%	19,4%
Ciencias Sociales		17,1%	18,1%	22,1%	23,2%	23,1%	22,9%	24,4%	25,2%	22,9%
Humanidades		1,4%	2,2%	3,1%	2,7%	3,9%	4,8%	4,8%	4,3%	1,8%
Perú										
Cs. Naturales y Exactas		21,5%	24,4%	25,5%	25,6%	25,3%	25,4%	24,6%	24,0%	23,7%
Ingeniería y Tecnología		27,8%	27,0%	24,3%	23,5%	22,4%	20,2%	18,5%	17,7%	17,3%
Ciencias Médicas		14,6%	16,0%	19,0%	20,0%	21,1%	26,5%	25,6%	25,1%	25,9%
Ciencias Agrícolas		10,4%	9,1%	11,3%	11,3%	11,8%	11,3%	11,4%	11,4%	11,2%
Ciencias Sociales		21,1%	19,1%	16,2%	15,9%	15,8%	13,7%	16,6%	18,5%	18,8%
Humanidades		4,6%	4,4%	3,7%	3,6%	3,6%	2,9%	3,3%	3,4%	3,1%
Portugal										
Cs. Naturales y Exactas	20,4%	19,8%	18,9%	19,3%	20,0%	20,9%	20,6%	21,1%	21,0%	21,0%
Ingeniería y Tecnología	30,3%	31,3%	32,1%	32,8%	34,0%	34,4%	36,1%	37,8%	38,3%	39,5%
Ciencias Médicas	15,5%	16,3%	17,2%	17,0%	16,1%	14,8%	14,7%	13,8%	14,5%	13,8%
Ciencias Agrícolas	2,5%	2,7%	2,6%	2,7%	2,8%	3,0%	3,0%	3,2%	3,1%	3,1%
Ciencias Sociales	19,1%	17,7%	17,7%	17,1%	16,2%	16,1%	15,5%	14,4%	14,0%	13,7%
Humanidades	12,3%	12,2%	11,5%	11,1%	10,9%	10,9%	10,2%	9,7%	9,1%	8,9%
República Dominicana										
Cs. Naturales y Exactas							19,7%			12,2%
Ingeniería y Tecnología							15,3%		19,1%	19,7%
Ciencias Médicas							18,9%		20,3%	20,6%
Ciencias Agrícolas							9,1%		6,5%	7,2%
Ciencias Sociales							22,7%		40,9%	18,5%
Humanidades							14,5%		13,1%	21,8%
Trinidad y Tobago										
Cs. Naturales y Exactas	22,6%	23,7%	21,0%	26,5%	21,3%	19,1%	21,6%	27,6%	29,7%	30,5%
Ingeniería y Tecnología	22,0%	19,2%	21,4%	24,7%	14,5%	14,1%	15,0%	21,3%	17,4%	17,2%
Ciencias Médicas	21,0%	22,7%	21,6%	13,6%	26,2%	24,0%	26,9%	8,0%	8,8%	9,6%
Ciencias Agrícolas	8,1%	13,1%	18,9%	19,4%	10,4%	18,0%	9,6%	12,7%	8,9%	10,8%
Ciencias Sociales	26,3%	21,3%	17,2%	15,9%	11,0%	10,3%	11,2%	14,8%	15,3%	13,6%
Humanidades					16,7%	14,6%	15,6%	15,6%	19,9%	18,3%
Uruguay										
Cs. Naturales y Exactas	30,8%	30,8%	31,3%	30,8%	31,9%	31,2%	31,9%	32,2%	32,4%	31,6%
Ingeniería y Tecnología	10,7%	10,7%	10,9%	10,9%	10,7%	10,7%	10,4%	10,4%	10,5%	11,0%
Ciencias Médicas	11,7%	10,8%	10,8%	11,8%	11,3%	11,6%	11,6%	12,0%	11,8%	12,2%
Ciencias Agrícolas	14,8%	14,8%	14,3%	13,7%	13,5%	13,4%	13,4%	13,5%	13,3%	13,6%
Ciencias Sociales	23,0%	23,8%	23,8%	23,5%	23,7%	23,8%	23,4%	23,0%	23,1%	22,4%
Humanidades	9,0%	9,0%	8,9%	9,3%	8,9%	9,4%	9,3%	9,0%	9,1%	9,2%
Venezuela										
Cs. Naturales y Exactas	11,6%	11,9%	22,0%	24,3%			17,5%	18,9%	18,9%	18,5%
Ingeniería y Tecnología	13,1%	12,7%	9,5%	9,9%			14,9%	17,5%	17,5%	17,4%
Ciencias Médicas	16,7%	17,4%	9,5%	7,6%			6,9%	9,2%	9,2%	9,8%
Ciencias Agrícolas	19,7%	19,0%	12,0%	9,2%			15,0%	13,3%	13,3%	13,0%
Ciencias Sociales	16,9%	16,6%	22,6%	28,8%			27,6%	25,0%	25,0%	25,0%
Humanidades	22,0%	22,5%	24,5%	20,3%			18,1%	16,1%	16,1%	16,3%
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

Notas:

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados para cada ítem de la desagregación. Dicho total no coincide necesariamente al informado para el total de investigadores.

INDICADOR 17:

INVESTIGADORES POR NIVEL DE FORMACIÓN (PERSONAS FÍSICAS)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
Doctorado	28,1%	28,9%	30,6%	33,9%	32,0%	31,0%	32,3%	31,0%	31,9%	32,1%
Maestría	9,1%	9,9%	11,1%	10,7%	11,2%	11,0%	11,6%	11,1%	11,5%	11,2%
Licenciatura o equivalente	57,5%	56,4%	51,9%	48,4%	49,8%	50,2%	50,4%	55,4%	52,7%	50,2%
Terciaria no universitario										
Otros	5,3%	4,9%	6,4%	7,1%	7,1%	7,9%	5,7%	2,5%	3,9%	6,5%
Bolivia										
Doctorado	13,9%	16,9%			18,0%		17,4%		19,1%	
Maestría	32,9%	34,7%			40,9%		40,7%		39,6%	
Licenciatura o equivalente	44,7%	42,0%			34,5%		34,3%		32,1%	
Terciaria no universitario	1,7%	2,4%			2,4%		2,1%		1,4%	
Otros	6,8%	4,0%			4,1%		5,5%		7,8%	
Brasil										
Doctorado	37,0%	37,3%								
Maestría	45,2%	45,4%								
Licenciatura o equivalente	14,3%	13,8%								
Terciaria no universitario										
Otros	3,5%	3,6%								
Chile										
Doctorado	50,5%	44,6%	45,1%	43,3%	45,8%	46,2%			40,5%	
Maestría	19,2%	16,1%	17,3%	18,6%	17,8%	16,6%			15,7%	
Licenciatura o equivalente	28,7%	34,1%	32,2%	33,3%	32,5%	31,5%			38,9%	
Terciaria no universitario	1,1%	3,9%	3,6%	4,0%	2,0%	2,8%			2,3%	
Otros	0,6%	1,4%	1,7%	0,8%	2,0%	2,8%			2,5%	
Colombia										
Doctorado	79,0%	67,9%	54,0%	69,1%	69,1%	64,1%	64,1%			
Maestría	19,0%	28,2%	37,4%	27,2%	27,2%	24,6%	24,6%			
Licenciatura o equivalente	2,0%	3,9%	8,6%	3,7%	3,7%	1,3%	1,3%			
Terciaria no universitario						10,1%	10,1%			
Otros										
Costa Rica										
Doctorado	14,7%	21,1%	20,0%	21,9%	25,6%	24,8%		28,9%	26,8%	30,7%
Maestría	33,9%	34,3%	35,9%	34,6%	32,2%	40,4%		33,9%	37,0%	37,6%
Licenciatura o equivalente	48,9%	43,4%	43,9%	43,4%	41,9%	34,8%		35,5%	33,6%	31,0%
Terciaria no universitario										
Otros	2,5%	1,2%	0,2%	0,1%	0,3%			1,7%	2,7%	0,8%
Ecuador										
Doctorado	9,6%	14,6%								
Maestría	43,1%	47,0%								
Licenciatura o equivalente	47,4%	38,4%								
Terciaria no universitario										
Otros										
El Salvador										
Doctorado	5,7%	6,1%	7,7%	7,2%	9,3%	10,3%	11,1%	14,1%	15,5%	14,6%
Maestría	37,9%	39,3%	36,1%	36,7%	39,5%	38,5%	37,0%	41,0%	41,2%	41,7%
Licenciatura o equivalente	56,3%	54,7%	54,7%	53,2%	49,2%	46,9%	50,6%	43,2%	42,3%	42,2%
Terciaria no universitario		1,1%	0,7%	1,4%	1,4%	1,7%	1,4%	1,5%	0,6%	1,1%
Otros			0,5%	2,1%	0,6%	2,6%		0,1%	0,5%	0,5%
Guatemala										
Doctorado	10,3%	14,8%	16,1%	19,2%	19,6%	17,8%	25,2%	30,9%	21,4%	6,0%
Maestría	23,0%	26,0%	29,2%	24,2%	29,8%	28,5%	33,1%	30,1%	34,1%	27,0%
Licenciatura o equivalente	66,7%	59,3%	54,7%	56,6%	50,6%	53,8%	41,7%	39,1%	44,5%	67,0%
Terciaria no universitario										
Otros										
México										
Doctorado		47,2%	47,4%	44,5%	46,6%	46,3%	46,1%	45,8%	46,2%	46,1%
Maestría		25,2%	25,5%	24,6%	25,2%	25,2%	25,1%	25,1%	25,1%	25,1%
Licenciatura o equivalente		22,0%	21,6%	23,0%	22,0%	22,3%	22,5%	22,8%	22,4%	22,5%
Terciaria no universitario		5,0%	5,1%	5,4%	5,1%	5,2%	5,3%	5,3%	5,2%	5,3%
Otros		0,5%	0,5%	2,5%	1,0%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%

INVESTIGADORES POR NIVEL DE FORMACIÓN (PERSONAS FÍSICAS)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Panamá										
Doctorado		38,9%	39,4%	39,2%	47,2%	49,9%	39,2%	22,0%	17,2%	20,4%
Maestría		33,9%	37,5%	36,3%	35,4%	33,3%	32,9%	30,0%	34,0%	25,1%
Licenciatura o equivalente		27,2%	23,2%	24,5%	17,1%	16,6%	23,8%	35,1%	34,6%	39,4%
Terciaria no universitario							4,0%	3,9%	1,4%	1,6%
Otros					0,2%	0,2%	0,1%	9,0%	12,8%	13,5%
Paraguay										
Doctorado		10,7%	11,8%	25,1%	26,5%	28,5%	32,1%	31,9%	33,7%	35,9%
Maestría		24,8%	25,8%	38,4%	39,3%	36,8%	41,6%	40,0%	36,5%	38,3%
Licenciatura o equivalente		45,1%	46,2%	34,9%	27,1%	34,7%	25,8%	26,6%	29,4%	25,4%
Terciaria no universitario					0,5%		0,5%		0,4%	0,3%
Otros		19,4%	16,2%	1,5%	6,7%			1,5%		
Perú										
Doctorado		32,7%	31,8%	40,9%	41,9%	44,6%	39,8%	43,1%	44,3%	39,3%
Maestría		34,8%	34,3%	30,5%	29,3%	29,6%	30,6%	30,6%	31,2%	37,6%
Licenciatura o equivalente		27,4%	26,9%	23,1%	21,8%	20,9%	24,3%	21,9%	20,5%	19,0%
Terciaria no universitario		5,0%	6,8%							
Otros		0,1%	0,3%	5,5%	7,1%	4,8%	5,3%	4,5%	4,0%	4,2%
Portugal										
Doctorado	35,8%	38,8%	38,9%	38,3%	39,4%	38,8%	37,9%	36,6%	35,6%	35,2%
Maestría	27,9%	26,0%	27,1%	27,8%	28,6%	29,6%	29,8%	29,8%	30,2%	30,0%
Licenciatura o equivalente	30,7%	30,3%	29,1%	29,8%	27,7%	26,9%	27,4%	28,2%	29,6%	29,5%
Terciaria no universitario				0,6%	0,9%	0,9%	1,2%	1,4%	1,4%	1,8%
Otros	5,6%	4,9%	5,0%	3,4%	3,4%	3,8%	3,7%	4,0%	3,2%	3,5%
República Dominicana										
Doctorado								30,8%	28,7%	32,1%
Maestría								56,7%	61,5%	59,8%
Licenciatura o equivalente								5,3%	6,7%	6,3%
Terciaria no universitario								3,7%	2,3%	1,7%
Otros								3,5%	0,7%	0,1%
Trinidad y Tobago										
Doctorado	26,4%	29,6%	26,2%	31,2%	40,2%	45,9%	42,6%	43,7%	36,5%	38,2%
Maestría	58,9%	50,1%	62,5%	58,3%	52,0%	47,1%	51,5%	48,0%	56,6%	53,0%
Licenciatura o equivalente	14,7%	20,4%	11,3%	10,6%	7,8%	7,0%	5,9%	8,3%	6,8%	8,8%
Terciaria no universitario										
Otros										
Uruguay										
Doctorado	49,1%	51,7%	55,2%	58,6%	62,2%	63,9%	65,6%	67,3%	69,0%	71,4%
Maestría	34,1%	33,6%	32,0%	28,9%	27,1%	26,6%	25,9%	24,5%	23,3%	20,8%
Licenciatura o equivalente	16,6%	14,4%	12,6%	12,2%	10,3%	9,3%	8,2%	7,9%	7,3%	7,4%
Terciaria no universitario										
Otros	0,3%	0,3%	0,2%	0,3%	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%
Venezuela										
Doctorado	31,7%	31,2%	35,8%	37,9%			39,4%	38,2%	38,2%	39,0%
Maestría	30,2%	31,5%	41,2%	42,8%			47,7%	43,8%	43,8%	44,2%
Licenciatura o equivalente	15,6%	18,7%	9,6%	9,2%			12,1%	15,9%	15,9%	15,4%
Terciaria no universitario			1,6%	1,5%			0,7%	1,4%	1,4%	0,7%
Otros	22,4%	18,6%	11,9%	8,7%			0,1%	0,7%	0,7%	0,7%
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

Notas:

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados para cada ítem de la desagregación. Dicho total no coincide necesariamente al informado para el total de investigadores.

Investigadores: Incluye Becarios de I+D.

INDICADOR 18:

PERSONAL DE I+D (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
Investigadores	50.562	51.461	53.006	54.805	53.184	54.306	54.904	56.417	58.311	58.803
Técnicos y personal asimiliado	13.532	13.592	14.046	14.297	15.357	18.052	19.215	17.834	16.701	18.309
Personal de apoyo	10.416	11.363	11.673	11.928	11.468	11.497	11.950	12.311	12.896	12.949
Bolivia										
Investigadores					562		682		749	
Técnicos y personal asimiliado					285		373		454	
Personal de apoyo					198		211		215	
Brasil										
Investigadores	168.563	179.989								
Técnicos y personal asimiliado	184.416	196.661								
Canadá										
Investigadores	163.170	171.620	170.040	165.840	167.930	182.060	190.400	200.840		
Técnicos y personal asimiliado	48.640	48.250	52.440	45.410	46.340	50.780	48.070	49.260		
Personal de apoyo	21.100	26.240	29.480	24.210	23.260	24.970	25.940	26.540		
Chile										
Investigadores	5.893	7.585	8.175	8.985	9.099	9.804	9.671	9.962	12.400	
Técnicos y personal asimiliado	4.788	5.571	5.117	5.402	5.606	5.319	5.245	4.928	5.699	
Personal de apoyo	2.547	2.731	1.970	2.238	1.903	1.725	1.506	1.458	2.066	
Colombia										
Investigadores	2.667	2.738	3.305	4.305	4.305					
Costa Rica										
Investigadores	1.684	2.590	2.401	2.574	1.883	1.725		1.867	2.053	2.345
Ecuador										
Investigadores	5.508	6.373								
Técnicos y personal asimiliado	1.234	1.435								
Personal de apoyo	1.357	1.140								
El Salvador										
Investigadores			400	418	407	457	471	372	408	361
Técnicos y personal asimiliado				89	80	139	167	120	114	88
Personal de apoyo				6	32	101	100	123	143	136
España										
Investigadores	123.225	122.235	122.437	126.633	133.213	140.120	143.974	145.372	154.147	161.751
Técnicos y personal asimiliado	56.822	54.405	55.523	55.458	59.005	61.201	62.680	62.207	70.552	76.345
Personal de apoyo	23.256	23.592	22.906	23.781	23.526	24.376	24.760	24.190	24.949	25.311
Estados Unidos										
Investigadores	1.187.097	1.229.812	1.252.429	1.247.962	1.300.314	1.410.376	1.435.217	1.513.964	1.639.258	
Guatemala										
Investigadores	271	323	360	366	238	222	254	298	254	78
Técnicos y personal asimiliado	360	420	416	442	345	189	182	506	529	24
Personal de apoyo	139	464	483	377	446	188	93			27
Honduras										
Investigadores			204		327					
Técnicos y personal asimiliado			91							
Personal de apoyo			6							
México										
Investigadores	29.921	31.315	34.282	38.883	33.600	34.520	35.321	35.581	34.756	35.045
Técnicos y personal asimiliado	16.345	13.919	14.738	17.305	15.577	15.385	15.751	16.005	15.679	15.705
Personal de apoyo	12.807	7.003	7.997	9.639	9.362	8.500	8.874	9.094	8.958	8.857
Panamá										
Investigadores	150	358	356	387	430	443	465	715	582	622
Técnicos y personal asimiliado	595	225	110	139	158	143	175	460	581	583
Personal de apoyo	433	327	115	129	139	106	124	524	481	653
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

PERSONAL DE I+D (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Paraguay										
Investigadores		1.005	1.222	821	928	972	1.096	926	949	895
Técnicos y personal asimilado				525	276	322	550	922	597	537
Personal de apoyo				179	298	209	310	630	456	556
Portugal										
Investigadores	37.813	38.155	38.672	41.349	44.938	47.652	50.166	53.174	56.365	59.160
Técnicos y personal asimilado	7.774	7.389	7.805	7.239	8.026	8.428	9.092	10.273	10.456	11.524
Personal de apoyo	1.124	1.334	1.523	1.818	2.032	2.074	2.196	2.597	2.947	3.418
República Dominicana										
Investigadores								269	259	224
Trinidad y Tobago										
Investigadores					716	788	686	894	800	735
Técnicos y personal asimilado					385	373	333	406	354	371
Personal de apoyo					723	704	590	806	515	580
Uruguay										
Investigadores	2.176	2.226	2.310	2.495	2.561	2.670	2.729	2.788	2.876	2.987
Venezuela										
Investigadores	10.834	8.192	7.488	8.963			6.762	8.279	7.821	9.872
Técnicos y personal asimilado							1.959	2.073	1.958	2.514
Personal de apoyo							553	643	607	777
América Latina y el Caribe										
Investigadores	281.797	296.707	323.739	353.885	357.009	397.724	402.910	410.741	421.141	421.472
Iberoamérica										
Investigadores	442.835	457.097	484.848	521.867	535.160	585.496	597.050	609.287	631.653	642.383
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

Notas:

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental

EJC: Equivalente a Jornada Completa

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

Guatemala: La información consignada a los años 2020 y 2021 corresponde al gasto del sector Gobierno y Educación Superior. Los datos del 2022 solamente incluyen al sector Gobierno.

República Dominicana: La información reportada corresponde a datos provenientes del Fondo de incentivo a la investigación científica y tecnológica (FONDOCYT)

INDICADOR 19:

INVESTIGADORES CADA MIL INTEGRANTES DE LA PEA (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
EJC	2,94	2,96	3,04	3,09	2,96	2,95	2,91	3,19	3,03	2,96
Bolivia										
EJC					0,11		0,12		0,12	
Brasil										
EJC	1,63	1,68								
Canadá										
EJC	8,18	8,60	8,89	8,58	8,54	9,15	9,43	9,97		
Chile										
EJC	0,68	0,86	0,91	0,99	0,97	1,02	0,99	1,11	1,33	
Colombia										
EJC	0,11	0,11	0,14	0,17	0,17					
Costa Rica										
EJC	0,76	1,14	1,07	1,13	0,83	0,79	0,00	0,77	0,84	0,95
Ecuador										
EJC	0,79	0,88								
El Salvador										
EJC			0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,13	0,14	0,14
España										
EJC	5,31	5,33	5,34	5,55	5,86	6,14	6,25	6,40	6,64	6,85
Estados Unidos										
EJC	7,65	7,87	7,90	7,77	8,04	8,63	8,63	9,27	9,86	
Guatemala										
EJC	0,05	0,05	0,06	0,05	0,03	0,03	0,04		0,03	0,01
Honduras										
EJC			0,05		0,08					
México										
EJC	0,59	0,61	0,66	0,73	0,63	0,63	0,62	0,64	0,60	0,59
Panamá										
EJC	0,08	0,19	0,19	0,20	0,22	0,22	0,22	0,35	0,30	0,32
Paraguay										
EJC	0,00	0,32	0,38	0,25	0,27	0,28	0,30	0,25	0,25	0,24
Portugal										
EJC	7,56	7,64	7,74	8,27	8,89	9,37	9,81	10,56	10,94	11,38
República Dominicana										
EJC								0,05	0,05	0,04
Trinidad y Tobago										
EJC					1,12	1,25	1,09	1,49	1,34	1,23
Uruguay										
EJC	1,28	1,31	1,38	1,39	1,43	1,49	1,52	1,56	1,61	1,67
Venezuela										
EJC	0,78	0,58	0,52	0,62			0,31	0,38	0,35	0,44
América Latina y el Caribe										
EJC	0,98	1,01	1,10	1,20	1,17	1,28	1,27	1,35	1,31	1,29
Iberoamérica										
EJC	1,43	1,45	1,53	1,65	1,64	1,76	1,77	1,87	1,85	1,85
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

Notas:

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

EJC: Equivalente a Jornada Completa.

Investigadores incluye a becarios de I+D.

Guatemala: La información consignada a los años 2020 y 2021 corresponde al gasto del sector Gobierno y Educación Superior. Los datos del 2022 solamente incluyen al sector Gobierno.

INVESTIGADORES POR SEXO (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
Mujeres	51,0%	52,1%	51,9%	52,3%	52,9%	52,3%	52,6%	52,7%	53,1%	53,2%
Hombres	49,0%	48,0%	48,1%	47,7%	47,1%	47,7%	47,4%	47,3%	46,9%	46,8%
Chile										
Mujeres	34,8%	31,6%	32,9%	33,1%	34,8%	34,2%	35,1%	35,0%	33,0%	
Hombres	65,2%	68,4%	67,1%	66,9%	65,2%	65,8%	64,9%	65,0%	67,0%	
Colombia										
Mujeres	34,4%	35,7%	35,4%	37,7%	37,7%					
Hombres	65,6%	64,3%	64,6%	62,4%	62,4%					
Costa Rica										
Mujeres	46,6%	42,0%	39,2%	40,8%	42,9%	44,6%		43,6%	44,4%	43,7%
Hombres	53,4%	58,0%	60,8%	59,2%	57,1%	55,4%		56,4%	55,6%	56,3%
Ecuador										
Mujeres	42,5%	41,3%								
Hombres	57,5%	58,7%								
El Salvador										
Mujeres	0,0%	0,0%	38,8%	35,7%	36,4%	37,2%	36,5%	38,7%	40,9%	41,5%
Hombres	100,0%	100,0%	61,3%	64,4%	63,6%	62,8%	63,5%	61,3%	59,1%	58,5%
España										
Mujeres	38,8%	38,6%	39,0%	39,1%	38,8%	38,8%	39,9%	39,9%	39,8%	39,6%
Hombres	61,2%	61,4%	61,0%	60,9%	61,2%	61,2%	60,2%	60,1%	60,3%	60,4%
Guatemala										
Mujeres	51,7%	53,9%	61,9%	50,0%	52,9%	54,5%	50,4%	46,3%	58,3%	51,3%
Hombres	48,3%	46,1%	38,1%	50,0%	47,1%	45,5%	49,6%	53,7%	41,7%	48,7%
Honduras										
Mujeres					39,5%					
Hombres					60,6%					
Panamá										
Mujeres	49,3%	38,6%	39,0%	41,9%	42,1%	42,7%	42,6%	43,8%	38,3%	41,0%
Hombres	50,7%	61,5%	61,0%	58,1%	57,9%	57,3%	57,4%	56,2%	61,7%	59,0%
Paraguay										
Mujeres		48,1%	47,0%	48,7%	48,5%	48,4%	49,5%	50,7%	51,2%	50,6%
Hombres		51,9%	53,0%	51,3%	51,6%	51,6%	50,6%	49,4%	48,8%	49,4%
Portugal										
Mujeres	44,8%	43,8%	43,4%	42,9%	43,1%	42,9%	42,4%	42,0%	41,9%	41,4%
Hombres	55,3%	56,3%	56,6%	57,1%	56,9%	57,1%	57,6%	58,0%	58,1%	58,6%
Trinidad y Tobago										
Mujeres					54,6%	55,1%	54,5%	50,3%	50,0%	51,4%
Hombres					45,4%	44,9%	45,5%	49,7%	50,0%	48,6%
Uruguay										
Mujeres	47,5%	48,3%	48,3%	49,7%	50,0%	50,0%	49,8%	50,0%	50,1%	50,1%
Hombres	52,5%	51,7%	51,7%	50,3%	50,0%	50,0%	50,2%	50,0%	49,9%	49,9%
Venezuela										
Mujeres		52,1%	61,6%				56,0%	56,1%	56,1%	49,8%
Hombres		47,9%	38,4%				44,0%	43,9%	43,9%	50,2%

Notas:

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados para cada ítem de la desagregación. Dicho total no coincide necesariamente al informado para el total de investigadores.

INDICADOR 21:

INVESTIGADORES POR SECTOR DE EMPLEO (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
Gobierno	46,4%	48,2%	49,6%	49,6%	50,7%	49,2%	48,3%	48,8%	50,1%	50,0%
Empresas (Públicas y Privadas)	7,1%	6,2%	8,9%	8,4%	9,7%	11,6%	10,9%	11,4%	11,0%	11,5%
Educación Superior	45,9%	45,0%	40,9%	41,6%	39,0%	38,6%	40,2%	39,1%	38,1%	37,6%
Org. priv. sin fines de lucro	0,6%	0,6%	0,6%	0,4%	0,6%	0,6%	0,6%	0,7%	0,8%	0,9%
Bolivia										
Gobierno					0,9%		0,8%		0,7%	
Empresas (Públicas y Privadas)					2,9%		3,3%		4,0%	
Educación Superior					93,8%		93,4%		92,9%	
Org. priv. sin fines de lucro					2,4%		2,5%		2,4%	
Brasil										
Gobierno	3,4%	3,3%								
Empresas (Públicas y Privadas)	26,4%	26,1%								
Educación Superior	69,4%	69,9%								
Org. priv. sin fines de lucro	0,8%	0,7%								
Canadá										
Gobierno	5,6%	5,4%	4,7%	4,5%	4,7%	4,3%	4,3%	4,1%		
Empresas (Públicas y Privadas)	57,1%	60,1%	60,3%	59,4%	59,0%	61,8%	62,0%	63,1%		
Educación Superior	36,9%	34,1%	34,6%	35,7%	35,8%	33,6%	33,3%	32,5%		
Org. priv. sin fines de lucro	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,5%	0,4%	0,3%	0,3%		
Chile										
Gobierno	12,1%	10,1%	10,6%	14,4%	12,8%	14,1%	12,7%		11,3%	
Empresas (Públicas y Privadas)	24,3%	29,6%	27,4%	29,5%	28,9%	27,9%	27,7%		36,7%	
Educación Superior	55,3%	47,5%	49,0%	48,5%	49,7%	49,6%	51,5%		44,3%	
Org. priv. sin fines de lucro	8,4%	12,8%	13,1%	7,6%	8,7%	8,4%	8,1%		7,7%	
Colombia										
Gobierno	0,8%	0,8%	0,9%	1,0%	1,0%					
Empresas (Públicas y Privadas)	1,3%	2,4%	2,6%	2,5%	2,5%					
Educación Superior	97,2%	95,9%	95,6%	95,7%	95,7%					
Org. priv. sin fines de lucro	0,7%	0,9%	0,9%	0,7%	0,7%					
Costa Rica										
Gobierno	26,5%	32,5%	43,3%	30,7%	25,1%	28,6%		27,3%	26,6%	25,3%
Empresas (Públicas y Privadas)								17,4%	21,4%	15,4%
Educación Superior	71,3%	65,6%	55,8%	67,6%	74,7%	69,7%		54,7%	51,6%	59,2%
Org. priv. sin fines de lucro	2,1%	1,9%	1,0%	1,8%	0,2%	1,6%		0,7%	0,3%	0,2%
Ecuador										
Gobierno	30,9%	28,1%								
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior	67,9%	70,9%								
Org. priv. sin fines de lucro	1,2%	1,1%								
El Salvador										
Gobierno			33,3%	36,1%	26,8%	36,3%	34,2%	25,5%	20,1%	25,0%
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior			66,8%	63,9%	73,2%	63,7%	65,8%	74,5%	79,9%	75,0%
Org. priv. sin fines de lucro										
España										
Gobierno	16,8%	16,5%	16,3%	16,3%	15,7%	15,3%	15,4%	15,5%	15,2%	14,7%
Empresas (Públicas y Privadas)	36,3%	36,6%	36,9%	37,3%	37,2%	38,8%	38,1%	38,0%	39,2%	40,1%
Educación Superior	46,8%	46,8%	46,6%	46,1%	47,0%	45,7%	46,3%	46,2%	45,4%	44,9%
Org. priv. sin fines de lucro	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%
Guatemala										
Gobierno	40,6%	46,8%	40,3%	42,1%	10,9%	18,9%	39,0%			
Empresas (Públicas y Privadas)						1,4%	3,5%			
Educación Superior	59,4%	53,3%	59,7%	57,9%	89,1%	79,7%	57,5%			
Org. priv. sin fines de lucro										
Honduras										
Gobierno					9,1%					
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior					83,5%					
Org. priv. sin fines de lucro					7,3%					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

INVESTIGADORES POR SECTOR DE EMPLEO (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
México										
Gobierno	24,3%	21,6%	19,8%	17,2%	20,5%	19,6%	19,2%	19,1%	19,6%	19,4%
Empresas (Públicas y Privadas)	24,5%	28,5%	29,5%	37,3%	30,4%	31,7%	32,4%	33,1%	31,9%	32,3%
Educación Superior	48,2%	47,7%	48,7%	43,7%	46,9%	46,6%	46,4%	45,8%	46,4%	46,3%
Org. priv. sin fines de lucro	3,0%	2,2%	2,0%	1,8%	2,2%	2,1%	2,0%	2,0%	2,1%	2,1%
Panamá										
Gobierno		12,3%	12,4%	21,2%	19,5%	20,1%	19,1%	65,9%	82,5%	48,2%
Empresas (Públicas y Privadas)		19,3%	16,0%	13,2%	12,1%	13,3%	14,8%	9,0%	7,4%	13,2%
Educación Superior		63,4%	64,6%	60,5%	63,3%	60,7%	60,4%	20,7%	5,2%	34,2%
Org. priv. sin fines de lucro		5,0%	7,0%	5,2%	5,1%	5,9%	5,6%	4,5%	5,0%	4,3%
Paraguay										
Gobierno		25,3%	24,6%	17,9%	17,9%	17,8%	13,3%	18,8%	24,1%	18,8%
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior		52,4%	51,2%	60,7%	59,6%	57,5%	68,9%	59,7%	55,5%	64,2%
Org. priv. sin fines de lucro		22,3%	24,2%	21,5%	22,5%	24,7%	17,9%	21,5%	20,5%	17,0%
Portugal										
Gobierno	3,7%	3,8%	3,5%	3,2%	3,3%	3,3%	3,2%	3,1%	3,2%	3,0%
Empresas (Públicas y Privadas)	26,5%	29,4%	30,5%	32,5%	34,3%	35,1%	38,3%	41,3%	44,0%	44,9%
Educación Superior	68,1%	65,5%	64,8%	63,1%	61,3%	60,5%	57,4%	54,1%	51,2%	50,3%
Org. priv. sin fines de lucro	1,7%	1,4%	1,3%	1,2%	1,1%	1,1%	1,1%	1,5%	1,7%	1,8%
Puerto Rico										
Gobierno	4,2%		3,4%							
Empresas (Públicas y Privadas)	94,7%		95,9%							
Educación Superior										
Org. priv. sin fines de lucro	1,1%		0,7%							
Trinidad y Tobago										
Gobierno					22,4%	18,3%	21,0%	12,4%	13,8%	17,4%
Empresas (Públicas y Privadas)					1,1%	1,4%				
Educación Superior					76,5%	80,3%	79,0%	87,6%	86,3%	82,6%
Org. priv. sin fines de lucro										
Uruguay										
Gobierno	15,6%	15,7%	15,6%	14,3%	13,9%	13,9%	14,1%	14,0%	13,9%	13,8%
Empresas (Públicas y Privadas)	0,9%	0,9%	0,8%	4,0%	3,9%	4,0%	2,6%	2,6%	2,2%	2,1%
Educación Superior	80,2%	80,2%	80,2%	78,8%	79,1%	79,2%	80,2%	80,3%	80,6%	80,9%
Org. priv. sin fines de lucro	3,3%	3,2%	3,3%	2,9%	3,1%	3,0%	3,1%	3,2%	3,3%	3,3%
Venezuela										
Gobierno	18,3%	19,6%	10,3%				8,5%	13,7%	13,7%	13,4%
Empresas (Públicas y Privadas)	10,6%	12,3%	15,4%				0,6%	0,5%	0,5%	0,8%
Educación Superior	71,2%	68,0%	74,3%				90,8%	85,7%	85,7%	85,6%
Org. priv. sin fines de lucro		0,1%					0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
América Latina y el Caribe										
Gobierno	14,7%	14,3%	13,8%	12,3%	12,0%	11,1%	10,9%	11,4%	11,5%	32,8%
Empresas (Públicas y Privadas)	22,1%	22,4%	23,0%	24,1%	23,8%	24,2%	24,1%	23,6%	23,7%	18,9%
Educación Superior	62,0%	62,0%	61,9%	62,5%	63,1%	63,7%	64,0%	64,0%	63,7%	46,3%
Org. priv. sin fines de lucro	1,3%	1,3%	1,3%	1,1%	1,1%	1,1%	1,0%	1,0%	1,1%	2,1%
Iberoamérica										
Gobierno	14,3%	14,0%	13,6%	12,6%	12,1%	11,4%	11,3%	11,6%	11,7%	19,2%
Empresas (Públicas y Privadas)	26,3%	26,7%	27,1%	27,8%	27,8%	28,3%	28,3%	28,3%	29,0%	33,3%
Educación Superior	58,4%	58,3%	58,3%	58,8%	59,2%	59,4%	59,5%	59,2%	58,4%	46,3%
Org. priv. sin fines de lucro	1,0%	1,0%	1,0%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	1,2%

Notas:

EJC: Equivalente a Jornada Completa

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados para cada ítem de la desagregación. Dicho total no coincide necesariamente al informado para el total de investigadores.

Los valores corresponden a investigadores y becarios de I+D

INDICADOR 22:

INVESTIGADORES POR DISCIPLINA CIENTÍFICA (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Bolivia										
Cs. Naturales y Exactas					20,5%		18,6%		16,8%	
Ingeniería y Tecnología					25,2%		29,5%		29,2%	
Ciencias Médicas					17,4%		14,7%		16,4%	
Ciencias Agrícolas					11,7%		10,5%		11,9%	
Ciencias Sociales					18,3%		20,6%		20,5%	
Humanidades					6,9%		6,2%		5,4%	
Chile										
Cs. Naturales y Exactas	22,6%	29,1%	27,4%	29,0%	30,2%	33,4%			26,7%	
Ingeniería y Tecnología	33,1%	34,9%	33,0%	33,6%	32,5%	31,3%			39,4%	
Ciencias Médicas	12,7%	10,3%	9,5%	8,6%	8,9%	9,7%			9,0%	
Ciencias Agrícolas	12,7%	10,3%	12,9%	10,2%	11,2%	10,0%			9,6%	
Ciencias Sociales	14,8%	11,9%	13,8%	14,1%	14,0%	12,6%			12,2%	
Humanidades	4,2%	3,5%	3,4%	4,5%	3,4%	3,1%			3,1%	
Colombia										
Cs. Naturales y Exactas	25,8%	27,5%	26,1%	22,8%	22,8%					
Ingeniería y Tecnología	17,0%	18,8%	18,9%	19,5%	19,5%					
Ciencias Médicas	11,2%	17,2%	16,3%	15,8%	15,8%					
Ciencias Agrícolas	5,4%	5,3%	5,2%	4,8%	4,8%					
Ciencias Sociales	31,1%	24,9%	26,8%	29,5%	29,5%					
Humanidades	9,5%	6,3%	6,8%	7,6%	7,6%					
Ecuador										
Cs. Naturales y Exactas	21,8%	18,7%								
Ingeniería y Tecnología	18,7%	20,3%								
Ciencias Médicas	11,5%	10,7%								
Ciencias Agrícolas	9,7%	8,9%								
Ciencias Sociales	32,2%	34,1%								
Humanidades	6,2%	7,3%								
El Salvador										
Cs. Naturales y Exactas			11,8%	8,9%	18,0%	18,2%	17,7%	13,1%	15,6%	15,8%
Ingeniería y Tecnología			14,0%	10,5%	14,0%	12,5%	13,3%	12,4%	13,5%	11,5%
Ciencias Médicas			13,5%	14,3%	8,7%	12,9%	16,5%	15,0%	13,6%	12,4%
Ciencias Agrícolas			25,8%	24,4%	13,7%	16,2%	16,4%	18,1%	16,7%	20,8%
Ciencias Sociales			28,0%	33,5%	36,2%	31,3%	27,5%	35,1%	34,3%	28,6%
Humanidades			7,0%	8,5%	9,4%	9,0%	8,7%	6,3%	6,3%	10,9%
Guatemala										
Cs. Naturales y Exactas	30,3%	10,5%	10,0%	15,0%	16,4%	24,3%	20,1%			
Ingeniería y Tecnología	16,2%	22,0%	18,6%	21,0%	9,7%	13,1%	12,2%			
Ciencias Médicas	21,8%	46,8%	51,4%	39,6%	46,6%	35,1%	15,4%			
Ciencias Agrícolas	19,2%	15,2%	15,3%	16,7%	15,6%	10,4%	21,7%			
Ciencias Sociales	8,9%	4,6%	1,9%	6,8%	10,5%	9,5%	22,1%			
Humanidades	3,7%	0,9%	2,8%	0,8%	1,3%	7,7%	8,7%			
Honduras										
Cs. Naturales y Exactas					20,5%					
Ingeniería y Tecnología					12,5%					
Ciencias Médicas					17,3%					
Ciencias Agrícolas					25,0%					
Ciencias Sociales					18,6%					
Humanidades					6,1%					
Paraguay										
Cs. Naturales y Exactas				18,8%	17,7%	21,6%	16,9%	15,2%	13,3%	14,2%
Ingeniería y Tecnología				17,3%	16,7%	15,1%	16,3%	17,4%	15,8%	16,7%
Ciencias Médicas				17,7%	18,7%	18,3%	18,7%	22,1%	22,2%	23,6%
Ciencias Agrícolas				23,4%	21,3%	18,6%	22,0%	19,1%	21,0%	23,4%
Ciencias Sociales				20,5%	23,2%	23,5%	22,0%	22,1%	24,1%	20,5%
Humanidades				2,3%	2,3%	3,0%	4,1%	4,0%	3,6%	1,6%
Portugal										
Cs. Naturales y Exactas	26,4%	25,6%	24,6%	24,9%	24,8%	25,4%	25,2%	25,4%	25,0%	24,8%
Ingeniería y Tecnología	33,5%	35,3%	35,9%	36,6%	37,6%	38,0%	39,4%	40,8%	41,2%	42,3%
Ciencias Médicas	11,6%	11,6%	12,3%	12,3%	12,0%	11,4%	11,2%	10,7%	11,4%	10,5%
Ciencias Agrícolas	2,9%	3,0%	2,8%	2,8%	2,9%	3,1%	3,1%	3,3%	3,2%	3,3%
Ciencias Sociales	15,5%	14,5%	14,6%	13,9%	13,5%	13,1%	12,6%	11,9%	11,6%	11,5%
Humanidades	10,2%	10,0%	9,8%	9,5%	9,1%	9,0%	8,4%	7,9%	7,7%	7,6%

2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

INVESTIGADORES POR DISCIPLINA CIENTÍFICA (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
República Dominicana										
Cs. Naturales y Exactas								15,6%		21,1%
Ingeniería y Tecnología								19,3%	20,9%	18,4%
Ciencias Médicas								14,1%	15,9%	12,4%
Ciencias Agrícolas								7,4%	5,0%	6,0%
Ciencias Sociales								27,5%	41,9%	20,6%
Humanidades								16,0%	16,3%	21,6%
Trinidad y Tobago										
Cs. Naturales y Exactas					25,8%	23,1%	26,4%	29,4%	30,5%	31,6%
Ingeniería y Tecnología					21,1%	18,7%	21,0%	24,9%	19,1%	17,0%
Ciencias Médicas					16,8%	15,2%	17,8%	3,6%	4,3%	4,4%
Ciencias Agrícolas					14,7%	23,2%	12,1%	12,2%	8,0%	12,9%
Ciencias Sociales					8,4%	8,4%	9,8%	12,0%	17,4%	14,7%
Humanidades					13,3%	11,4%	13,1%	17,9%	20,8%	19,5%
Uruguay										
Cs. Naturales y Exactas	32,1%	32,4%	32,7%	32,1%	32,9%	32,7%	32,6%	32,9%	33,2%	32,5%
Ingeniería y Tecnología	10,8%	10,9%	11,1%	11,1%	10,9%	10,7%	11,0%	10,9%	11,1%	11,3%
Ciencias Médicas	11,3%	10,8%	10,7%	11,4%	11,1%	11,5%	11,4%	11,7%	11,6%	12,2%
Ciencias Agrícolas	15,2%	15,5%	15,0%	14,3%	14,1%	13,9%	14,2%	14,0%	13,7%	13,9%
Ciencias Sociales	22,0%	21,9%	22,0%	22,3%	22,6%	22,5%	22,3%	22,0%	21,7%	21,3%
Humanidades	8,6%	8,5%	8,4%	8,8%	8,4%	8,7%	8,6%	8,5%	8,7%	8,9%
Venezuela										
Cs. Naturales y Exactas								18,4%	19,8%	19,8%
Ingeniería y Tecnología								14,2%	16,6%	16,2%
Ciencias Médicas								6,7%	7,2%	7,2%
Ciencias Agrícolas								15,6%	14,2%	16,1%
Ciencias Sociales								27,8%	26,2%	26,2%
Humanidades								17,5%	16,1%	16,1%

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Notas:

EJC: Equivalente a Jornada Completa

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados para cada ítem de la desagregación. Dicho total no coincide necesariamente al informado para el total de investigadores.

INDICADOR 23:

INVESTIGADORES POR NIVEL DE FORMACIÓN (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
Doctorado					37,8%	37,7%	39,3%	38,2%	39,0%	39,2%
Maestría					9,7%	9,4%	10,1%	9,9%	10,1%	10,0%
Licenciatura o equivalente					46,5%	46,2%	45,7%	49,8%	48,0%	45,9%
Terciaria no universitario										
Otros					6,1%	6,7%	4,9%	2,1%	2,9%	4,9%
Bolivia										
Doctorado					19,2%		19,2%		21,1%	
Maestría					39,8%		39,5%		38,2%	
Licenciatura o equivalente					35,2%		34,3%		31,0%	
Terciaria no universitario					2,5%		2,2%		1,5%	
Otros					3,4%		4,7%		8,1%	
Brasil										
Doctorado	34,3%	34,7%								
Maestría	41,1%	41,4%								
Licenciatura o equivalente	21,4%	20,7%								
Terciaria no universitario										
Otros	3,2%	3,3%								
Chile										
Doctorado				37,8%	40,9%	41,3%				37,6%
Maestría				18,2%	16,6%	14,8%				14,9%
Licenciatura o equivalente				38,1%	37,2%	36,4%				41,2%
Terciaria no universitario				5,0%	2,5%	3,5%				2,8%
Otros				1,0%	3,0%	4,1%				3,6%
Colombia										
Doctorado	78,2%	67,7%	52,7%	69,1%	69,1%					
Maestría	19,8%	28,5%	38,2%	27,2%	27,2%					
Licenciatura o equivalente	2,0%	3,8%	9,1%	3,6%	3,6%					
Terciaria no universitario										
Otros										
El Salvador										
Doctorado			9,6%	8,8%	9,2%	10,3%	9,7%	13,3%	14,4%	12,8%
Maestría			31,2%	33,0%	38,0%	34,4%	33,3%	37,9%	39,0%	40,8%
Licenciatura o equivalente			58,0%	56,5%	50,1%	52,5%	55,9%	47,8%	45,6%	45,7%
Terciaria no universitario			0,7%	0,4%	1,2%	1,3%	1,2%	0,8%	0,4%	0,6%
Otros			0,5%	1,3%	1,5%	1,5%		0,3%	0,6%	0,1%
Guatemala										
Doctorado	10,7%	15,8%	20,6%	21,0%	24,4%	20,7%	28,0%			
Maestría	19,6%	22,9%	27,8%	23,8%	32,8%	27,0%	34,7%			
Licenciatura o equivalente	69,7%	61,3%	51,7%	55,2%	42,9%	52,3%	37,4%			
Terciaria no universitario										
Otros										
Paraguay										
Doctorado				27,3%	29,2%	31,8%	36,9%	34,8%	36,6%	40,4%
Maestría				38,0%	39,3%	36,4%	40,9%	38,3%	36,3%	38,2%
Licenciatura o equivalente				33,9%	23,7%	31,7%	21,8%	25,7%	26,8%	21,3%
Terciaria no universitario					0,3%		0,5%		0,2%	0,1%
Otros				0,8%	7,4%			1,2%		
Portugal										
Doctorado	35,6%	38,6%	38,4%	37,4%	37,0%	35,5%	35,0%	34,0%	32,8%	32,3%
Maestría	32,6%	29,8%	31,7%	32,5%	33,4%	35,1%	34,9%	35,0%	35,0%	34,6%
Licenciatura o equivalente	28,1%	27,6%	26,0%	26,4%	25,5%	25,1%	25,8%	26,3%	28,1%	28,4%
Terciaria no universitario				0,7%	1,0%	1,0%	1,2%	1,3%	1,4%	1,8%
Otros	3,7%	4,0%	3,9%	3,0%	3,1%	3,4%	3,1%	3,4%	2,7%	3,0%
República Dominicana										
Doctorado								40,9%	44,4%	48,2%
Maestría								55,0%	50,6%	44,2%
Licenciatura o equivalente								3,0%	4,3%	6,3%
Terciaria no universitario								0,7%	0,4%	1,3%
Otros								0,4%	0,4%	
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

INVESTIGADORES POR NIVEL DE FORMACIÓN (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Trinidad y Tobago										
Doctorado					36,0%	44,5%	41,3%	48,8%	33,0%	36,7%
Maestría					52,9%	48,1%	50,3%	42,8%	61,3%	55,2%
Licenciatura o equivalente					11,0%	7,4%	8,5%	8,4%	5,8%	8,0%
Terciaria no universitario										
Otros										
Uruguay										
Doctorado	55,2%	58,2%	61,4%	63,7%	66,9%	68,5%	69,9%	71,2%	73,0%	74,5%
Maestría	30,1%	29,0%	27,3%	24,9%	23,0%	22,3%	21,5%	20,8%	19,5%	17,9%
Licenciatura o equivalente	14,4%	12,5%	11,1%	11,2%	9,8%	9,0%	8,2%	7,7%	7,1%	7,2%
Terciaria no universitario										
Otros	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%	0,5%
Venezuela										
Doctorado							41,2%	41,6%	41,6%	41,5%
Maestría							46,3%	43,7%	43,7%	43,6%
Licenciatura o equivalente							11,7%	13,3%	13,3%	13,3%
Terciaria no universitario							0,8%	0,9%	1,0%	1,1%
Otros							0,1%	0,4%	0,4%	0,6%

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Notas:

EJC: Equivalente a Jornada Completa

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados para cada ítem de la desagregación. Dicho total no coincide necesariamente al informado para el total de investigadores.

Los valores corresponden a investigadores y becarios de I+D

INDICADOR 24:

GASTO EN ACTIVIDADES CIENTÍFICO TECNOLÓGICAS

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
millones de dólares internacionales (PPC)										
Argentina										
ACT	5.600,63	5.426,56	5.736,52	5.320,67	6.386,47	5.946,12	5.532,00	5.925,07	6.813,05	7.974,75
Brasil										
ACT	50.341,74	53.310,50	52.161,81	45.483,24	41.552,35	45.089,55	48.100,93	45.036,47		
Colombia										
ACT	2.334,37	3.051,09	3.590,27	2.808,33	2.797,47	3.674,65	3.071,80	2.550,90	3.324,41	2.499,47
Costa Rica										
ACT	1.381,40	1.917,50	1.635,22	1.884,66	2.285,87	2.739,86		2.311,67	2.639,17	2.454,09
Cuba										
ACT	610,30	559,20	622,40	781,80	695,20	890,40	699,14	968,99	3.623,28	4.785,28
Ecuador										
ACT	957,92	1.053,31								
El Salvador										
ACT	547,28	564,00	1.033,65	1.028,19	1.146,66	971,95	1.065,88	987,80	1.089,87	799,79
Honduras										
ACT			10,35		57,93	88,11	103,18			
México										
ACT	15.469,54	15.107,12	15.619,29	16.048,90	15.439,70	14.986,17	14.583,11	15.068,44	15.214,49	16.342,30
Panamá										
ACT	231,58	113,92	112,47	156,87	180,18	194,39	205,22	299,59	270,62	387,58
Paraguay										
ACT	176,07	180,88	209,45	527,78	800,23	1.075,64	573,76	549,77	576,13	1.245,72
Trinidad y Tobago										
ACT	52,05	78,96	93,53	81,84	82,82	84,85	67,60	72,26	68,95	74,49
Uruguay										
ACT	358,13	384,43	426,27	456,25	531,85	621,51	718,93	857,19	871,92	1.086,45
Venezuela										
ACT	3.664,59	3.946,03	5.439,51	8.545,37						
América Latina y el Caribe										
ACT	84.438,00	88.589,73	89.763,57	86.484,83	82.544,51	86.080,83	83.866,78	81.241,97	88.402,57	101.725,25

Notas:

ACT: Actividades Científicas y Tecnológicas.

Cuba: Los valores se encuentran expresados en dólares corrientes, utilizando el tipo de cambio oficial 1 Peso Cubano = 1 Dólar.

Guatemala: La información consignada a los años 2020 y 2021 corresponde al gasto del sector Gobierno y Educación Superior. Los datos del 2022 solamente incluyen al sector Gobierno.

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

GASTO EN ACTIVIDADES CIENTÍFICO TECNOLÓGICAS EN RELACIÓN AL PBI

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
ACT	0,66%	0,65%	0,66%	0,60%	0,61%	0,55%	0,52%	0,59%	0,57%	0,59%
Brasil										
ACT	1,61%	1,67%	1,73%	1,55%	1,38%	1,41%	1,44%	1,34%		
Colombia										
ACT	0,39%	0,49%	0,57%	0,42%	0,40%	0,49%	0,38%	0,32%	0,37%	0,23%
Costa Rica										
ACT	2,01%	2,58%	2,03%	2,08%	2,38%	2,67%	0,00%	2,11%	2,40%	1,83%
Cuba										
ACT	0,79%	0,69%	0,71%	0,86%	0,72%	0,89%	0,68%	0,90%	0,66%	0,76%
Ecuador										
ACT	0,55%	0,56%								
El Salvador										
ACT	1,27%	1,24%	2,15%	2,01%	2,12%	1,69%	1,75%	1,71%	1,59%	1,06%
Honduras										
ACT			0,02%		0,11%	0,16%	0,18%			
México										
ACT	0,72%	0,67%	0,68%	0,65%	0,61%	0,58%	0,55%	0,61%	0,57%	0,54%
Panamá										
ACT	0,29%	0,13%	0,11%	0,14%	0,14%	0,15%	0,15%	0,28%	0,20%	0,24%
Paraguay										
ACT	0,25%	0,24%	0,27%	0,65%	0,93%	1,18%	0,62%	0,58%	0,57%	1,13%
Trinidad y Tobago										
ACT	0,13%	0,20%	0,25%	0,23%	0,22%	0,22%	0,17%	0,20%	0,16%	0,16%
Uruguay										
ACT	0,51%	0,52%	0,57%	0,59%	0,66%	0,75%	0,82%	0,98%	0,87%	0,97%
Venezuela										
ACT	0,67%	0,73%	0,95%	1,75%						
América Latina y el Caribe										
ACT	0,92%	0,94%	0,95%	0,90%	0,86%	0,85%	0,80%	0,80%	0,77%	0,76%
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

Notas:

ACT: Actividades Científicas y Tecnológicas

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

INDICADOR 26:

SOLICITUDES DE PATENTES

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
de residentes	643	509	519	854	393	410	447	989	406	444
de no residentes	4.129	4.173	3.571	2.953	3.049	3.314	3.252	2.501	3.263	3.132
Total	4.772	4.682	4.090	3.807	3.442	3.724	3.699	3.490	3.669	3.576
Brasil										
de residentes	7.975	7.397	7.399	8.123	8.411	7.587	8.312	7.990	7.288	6.718
de no residentes	26.076	25.787	25.702	22.938	20.263	20.049	20.005	19.115	19.633	20.421
Total	34.051	33.184	33.101	31.061	28.674	27.636	28.317	27.105	26.921	27.139
Canadá										
de residentes	4.567	4.198	4.277	4.078	4.133	5.039	5.051	5.496	4.757	4.564
de no residentes	30.174	31.283	32.687	30.667	30.585	33.988	32.948	31.668	34.952	33.488
Total	34.741	35.481	36.964	34.745	34.718	39.027	37.999	37.164	39.709	38.052
Chile										
de residentes	340	452	443	386	421	404	439	371	399	372
de no residentes	2.732	2.653	2.831	2.521	2.470	2.694	2.800	2.441	2.683	2.764
Total	3.072	3.105	3.274	2.907	2.891	3.098	3.239	2.812	3.082	3.136
Colombia										
de residentes	241	259	318	507	556	406	422	369		
de no residentes	1.942	1.977	1.977	1.703	1.895	1.903	1.747	1.752		
Total	2.183	2.236	2.295	2.210	2.451	2.309	2.169	2.121		
Costa Rica										
de residentes	49	29	35	44	37	34		29	18	11
de no residentes	646	568	636	545	552	555		562	637	655
Total	695	597	671	589	589	589		591	655	666
Cuba										
de residentes	27	24	26	32	29	28	27	33	21	11
de no residentes	141	126	159	163	145	127	88	76	86	66
Total	168	150	185	195	174	155	115	109	107	77
Ecuador										
de residentes	7	24	20	45	16	34	29			
de no residentes	475	358	475	329	401	371	408			
Total	482	382	495	374	417	405	437			
El Salvador										
de residentes	25	55	18	25	2	29	13	17	20	25
de no residentes	213	211	224	196	182	164	185	168	168	178
Total	238	266	242	221	184	193	198	185	188	203
España										
de residentes	2.986	2.902	2.760	2.711	2.150	1.486	1.264	1.405	1.289	1.130
de no residentes	147	129	122	138	136	92	94	78	72	101
Total	3.133	3.031	2.882	2.849	2.286	1.578	1.358	1.483	1.361	1.231
Estados Unidos										
de residentes	287.831	285.096	288.335	295.327	293.904	285.095	285.113		262.244	252.316
de no residentes	283.781	293.706	301.075	310.244	313.052	312.046	336.340		329.229	342.024
Total	571.612	578.802	589.410	605.571	606.956	597.141	621.453		591.473	594.340
Guatemala										
de residentes	4	10	8	4	3	7	17			4
de no residentes	329	290	346	278	287	267	237			4
Total	333	300	354	282	290	274	254			8
Honduras										
de residentes	21	18	26	35	19	14	0			
de no residentes	231	209	239	205	212	198	187			
Total	252	227	265	240	231	212	187			
Jamaica										
de residentes	22	33	7	19	11	27	14			
de no residentes	97	122	63	59	57	51	49			
Total	119	155	70	78	68	78	63			

2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022

SOLICITUDES DE PATENTES

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
México										
de residentes	1.211	1.244	1.364	1.310	1.334	1.555	1.305	1.132	1.117	983
de no residentes	14.233	14.891	16.707	16.103	15.850	14.869	14.636	13.180	15.044	15.622
Total	15.444	16.135	18.071	17.413	17.184	16.424	15.941	14.312	16.161	16.605
Nicaragua										
de residentes	3	1								
de no residentes	124	145								
Total	127	146								
Panamá										
de residentes	9	13	14	68	33	135	34	21	21	11
de no residentes	78	274	389	349	376	362	328	300	311	347
Total	87	287	403	417	409	497	362	321	332	358
Paraguay										
de residentes	14	8	16	17	13	34	16	16	17	14
de no residentes	437	398	323	300	303	316	338	338	365	371
Total	451	406	339	317	316	350	354	354	382	385
Perú										
de residentes	69	84	66	68	101	87	135	124	95	175
de no residentes	1.189	1.202	1.181	1.090	1.119	1.132	1.123	1.142	1.142	1.274
Total	1.258	1.286	1.247	1.158	1.220	1.219	1.258	1.266	1.237	1.449
Portugal										
de residentes	647	722	925	724	644	661	703	695	711	697
de no residentes	22	18	20	27	36	29	104	263	42	48
Total	669	740	945	751	680	690	807	958	753	745
República Dominicana										
de residentes	12	16	25	28	20	17	23	10	7	8
de no residentes	256	244	227	242	251	211	220	207	220	233
Total	268	260	252	270	271	228	243	217	227	241
Trinidad y Tobago										
de residentes	0	0	0	3	0	2	1	1	1	0
de no residentes	175	186	169	132	146	140	117	114	149	149
Total	175	186	169	135	146	142	118	115	150	149
Uruguay										
de residentes	27	32	21	28	19	65	23	85	95	49
de no residentes	643	621	518	495	457	490	420	371	458	503
Total	670	653	539	523	476	555	443	456	553	552
Venezuela										
de residentes	99	79	50	47	120	24	20	15	23	21
de no residentes	1.621	1.523	1.037	616	379	38	554	237	267	249
Total	1.720	1.602	1.087	663	499	62	574	252	290	270
América Latina y el Caribe										
de residentes	10.939	10.431	10.495	11.746	11.684	11.031	11.431	11.435	10.036	9.997
de no residentes	56.247	56.365	57.277	51.670	48.842	47.664	47.657	44.387	47.192	48.757
Total	67.186	66.796	67.772	63.416	60.526	58.695	59.088	55.822	57.228	58.754
Iberoamérica										
de residentes	14.544	14.017	14.170	15.157	14.465	13.146	13.380	13.515	12.019	11.815
de no residentes	56.078	56.128	57.111	51.570	48.774	47.564	47.631	44.557	47.057	48.747
Total	70.622	70.145	71.282	66.727	63.239	60.710	61.011	58.072	59.076	60.562

Notas:

América Latina y el Caribe: Los datos son estimados.

Iberoamérica: Los datos son estimados.

España: El total de patentes solicitadas incluye las solicitadas por vía nacional, las solicitadas a través de la Oficina Europea de Patentes (OEPM) que designan a España y las solicitadas vía Euro-PCT (presentadas a la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) que designan a España a través de una patente europea.

Estados Unidos: los datos fueron tomados de la base de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y corresponden a la información de solicitudes de patentes directas y PCT en fase nacional, según los registros de la Oficina Nacional del país.

INDICADOR 27:

PATENTES OTORGADAS

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina										
de residentes	228	265	212	208	176	125	164	247	281	166
de no residentes	1.069	1.095	1.348	1.618	2.126	1.399	2.008	2.090	2.017	1.783
Total	1.297	1.360	1.560	1.826	2.302	1.524	2.172	2.337	2.298	1.949
Brasil										
de residentes	728	732	934	1.089	1.491	2.141	2.029	2.604	3.259	2.497
de no residentes	2.595	2.390	2.961	3.678	4.756	8.939	11.713	18.699	24.370	21.049
Total	3.323	3.122	3.895	4.767	6.247	11.080	13.742	21.303	27.629	23.546
Canadá										
de residentes	2.756	2.984	2.858	3.295	2.389	2.200	1.985	2.189	2.027	1.978
de no residentes	21.077	20.765	19.343	23.129	21.815	20.893	19.020	20.262	17.498	16.147
Total	23.833	23.749	22.201	26.424	24.204	23.093	21.005	22.451	19.525	18.125
Chile										
de residentes	119	156	150	195	165	174	280	259	253	331
de no residentes	779	1.012	908	1.857	1.431	1.424	1.210	2.645	2.126	2.337
Total	898	1.168	1.058	2.052	1.596	1.598	1.490	2.904	2.379	2.668
Colombia										
de residentes	146	117	88	103	170	219	314	244		
de no residentes	2.033	1.264	1.089	844	1.060	1.111	1.350	831		
Total	2.179	1.381	1.177	947	1.230	1.330	1.664	1.075		
Costa Rica										
de residentes	12	22	6	7	20	12		10	2	5
de no residentes	192	159	156	89	234	223		212	143	185
Total	204	181	162	96	254	235		222	145	190
Cuba										
de residentes	19	17	6	10	9	8	4	2	13	11
de no residentes	95	78	62	83	65	85	85	36	68	57
Total	114	95	68	93	74	93	89	38	81	68
Ecuador										
de residentes	2	0	1	2	4	2	3			
de no residentes	11	20	13	8	13	8	14			
Total	13	20	14	10	17	10	17			
El Salvador										
de residentes	4	12	6	3	5	16	8	5	13	4
de no residentes	68	110	59	58	46	59	65	96	97	75
Total	72	122	65	61	51	75	73	101	110	79
España										
de residentes	2.745	2.911	2.274	2.087	1.842	1.621	1.156	558	631	636
de no residentes	148	190	149	107	102	77	50	30	40	30
Total	2.893	3.101	2.423	2.194	1.944	1.698	1.206	588	671	666
Estados Unidos										
de residentes	133.593	144.621	140.969	143.723	150.952	144.413	167.115		149.538	141.938
de no residentes	144.242	156.057	157.439	159.324	167.876	163.346	187.315		177.769	181.472
Total	277.835	300.678	298.408	303.047	318.828	307.759	354.430		327.307	323.410
Guatemala										
de residentes	2	0	2	0	1	0	0			
de no residentes	66	104	123	38	45	24	29			
Total	68	104	125	38	46	24	29			
Honduras										
de residentes	25	9	0	8	2	0	0			
de no residentes	140	125	83	73	70	88	85			
Total	165	134	83	81	72	88	85			
Jamaica										
de residentes	1	1	6	1	0	1	2			
de no residentes	34	27	68	4	9	0	0			
Total	35	28	74	5	9	1	2			

2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022

PATENTES OTORGADAS

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
México										
de residentes	302	305	410	426	407	457	438	397	618	507
de no residentes	10.041	9.514	8.928	8.231	8.103	8.464	8.264	7.329	9.751	9.191
Total	10.343	9.819	9.338	8.657	8.510	8.921	8.702	7.726	10.369	9.698
Nicaragua										
de residentes	0	0								
de no residentes	72	62								
Total	72	62								
Panamá										
de residentes	6	5	5	2	0	2	0	2	4	0
de no residentes	260	161	72	11	4	145	133	266	473	110
Total	266	166	77	13	4	147	133	268	477	110
Paraguay										
de residentes	1	2	0	3	0	0	1	1	0	0
de no residentes	6	8	10	10	12	13	27	27	31	35
Total	7	10	10	13	12	13	28	28	31	35
Perú										
de residentes	2	7	17	26	26	30	32	33	21	32
de no residentes	281	322	342	374	482	595	680	465	547	556
Total	283	329	359	400	508	625	712	498	568	588
Portugal										
de residentes	118	89	69	36	52	61	74	100	179	89
de no residentes	12	8	7	2	3	8	6	10	12	15
Total	130	97	76	38	55	69	80	110	191	104
República Dominicana										
de residentes	0	3	13	5	16	11	10	6	8	8
de no residentes	68	126	142	95	111	84	148	132	219	176
Total	68	129	155	100	127	95	158	138	227	184
Trinidad y Tobago										
de residentes	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
de no residentes	51	60	76	71	146	55	67	65	40	49
Total	52	60	76	71	146	56	68	66	40	49
Uruguay										
de residentes	1	4	4	2	1	23	5	14	48	52
de no residentes	11	22	13	9	21	84	48	133	168	290
Total	12	26	17	11	22	107	53	147	216	342
Venezuela										
de residentes				37	26	12	0		8	
de no residentes				219	194	160	168		729	
Total				256	220	172	168		737	
América Latina y el Caribe										
de residentes	1.687	1.760	1.960	2.184	2.568	3.271	3.333	3.853	4.747	3.813
de no residentes	18.128	16.974	16.807	17.552	19.054	23.072	26.416	33.341	41.383	39.852
Total	19.814	18.734	18.767	19.735	21.622	26.343	29.748	37.194	46.130	43.665
Iberoamérica										
de residentes	4.548	4.759	4.297	4.306	4.462	4.951	4.561	4.510	5.555	4.537
de no residentes	18.203	17.084	16.819	17.529	18.981	23.080	26.382	33.307	41.371	39.838
Total	22.750	21.843	21.116	21.834	23.443	28.031	30.943	37.816	46.926	44.375

Notas:

América Latina y el Caribe: Los datos son estimados.

Iberoamérica: Los datos son estimados.

España: El total de patentes otorgadas incluye las concedidas por vía nacional, las concedidas a través de la Oficina Europea de Patentes (OEPM) que designan a España y las concedidas vía Euro-PCT (presentadas a la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) que designan a España a través de una patente europea.

Estados Unidos: los datos fueron tomados de la base de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y corresponden a la información de patentes directas y PCT en fase nacional, según los registros de la Oficina Nacional del país.

INDICADOR 28:

SOLICITUD DE PATENTES PCT

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina	69	47	36	50	51	44	52	39	52	35
Barbados	166	161	122	127	195	104	79	50	30	34
Bolivia	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0
Brasil	710	665	567	604	587	675	701	712	638	699
Canadá	3691	3457	3015	3086	2814	2705	2847	3139	2831	3116
Chile	134	116	158	166	173	176	187	210	216	189
Colombia	74	105	79	89	115	111	120	129	105	103
Costa Rica	4	15	8	11	9	14	6	5	10	5
Cuba	10	9	5	1	7	5	10	13	15	15
Ecuador	9	2	4	9	6	21	5	26	7	15
El Salvador	1	2	2	0	2	0	3	0	0	0
España	1851	1771	1585	1579	1563	1403	1415	1476	1442	0
Estados Unidos	57877	67237	57091	58295	58373	59147	58436	61373	61107	61542
Guatemala	3	1	0	3	0	4	1	1	0	0
Guyana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haiti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Honduras	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Jamaica	0	2	0	0	1	1	1	2	0	9
México	229	246	288	262	306	286	258	251	140	228
Nicaragua	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Panamá	22	9	18	7	59	152	47	16	16	13
Paraguay	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
Perú	12	15	20	25	20	31	42	23	33	34
Portugal	154	156	152	160	213	215	188	264	240	220
Puerto Rico	18	26	21	46	117	221	308	47	28	5
Rep. Dominicana	8	7	1	6	6	11	10	5	9	6
Trinidad y Tobago	2	0	1	1	2	6	6	3	0	4
Uruguay	10	9	11	6	14	8	16	12	12	8
Venezuela	5	6	0	4	1	2	1	2	0	0
América Latina y el Caribe	1447	1435	1333	1405	1655	1855	1844	1526	1297	1395
Iberoamérica	3270	3152	2918	2958	3105	3124	3037	3149	2897	3024
Total	192633	210609	200928	210454	223571	237412	246636	264585	263280	277645

138

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Notas:

El total refiere al total mundial.

Los subtotales difieren del total debido a las copublicaciones que se registran como un entero para cada país participante.

PCT. Tratado de Cooperación en materia de Patentes - Organización Mundial de la Propiedad Intelectual - OMPI

"Fuente OMPI

<http://patentscope.wipo.int/>"

INDICADOR 29:

PUBLICACIONES EN SCOPUS

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina	12563	13486	13791	14249	14657	15562	15763	17825	18063	17121
Barbados	147	141	151	152	138	143	157	172	210	250
Bolivia	288	309	335	362	315	402	454	542	617	627
Brasil	64866	68372	71633	76038	80820	86387	91041	97776	103280	95587
Canadá	100955	104583	105898	108998	114912	118440	121608	124892	133668	
Chile	9395	11102	11940	13648	13986	15442	16506	18927	20618	19555
Colombia	7637	8490	9403	10932	12192	13579	15469	17108	18156	17673
Costa Rica	732	891	906	1035	1160	1239	1448	1632	1783	1754
Cuba	2464	2361	2232	2085	2047	2149	2391	2697	2946	2600
Ecuador	776	1057	1699	2543	3730	4727	5406	6125	6279	6905
El Salvador	88	119	157	171	135	142	127	123	190	236
España	88315	90915	91744	94517	97092	100325	106449	116831	125442	122784
Estados Unidos	689643	681689	702622	710173	727147	738283	730473	730260	757937	724916
Guatemala	228	221	286	287	338	314	335	437	483	521
Guyana	35	32	39	46	46	67	102	121	119	131
Haiti	35	32	39	46	46	67	102	121	119	131
Honduras	90	85	109	106	150	189	234	407	368	419
Jamaica	422	471	413	409	447	442	390	467	484	489
México	19965	21440	21976	23608	25214	26951	29681	31739	33875	33420
Nicaragua	99	103	121	140	173	143	147	156	144	185
Panamá	492	497	538	549	614	660	820	839	974	1090
Paraguay	154	170	228	257	335	280	443	505	555	579
Perú	1594	1763	2154	2520	3045	3606	4807	6584	8100	9391
Portugal	22992	23573	25049	25804	26640	27991	31045	33524	37039	37498
Puerto Rico	867	861	806	884	880	923	842	983	1076	1154
Rep. Dominicana	126	117	142	147	178	213	280	341	380	413
Trinidad y Tobago	360	495	363	455	465	487	489	540	586	608
Uruguay	1175	1446	1421	1627	1613	1890	2053	2127	2570	2375
Venezuela	2012	2080	1833	1675	1832	1651	1777	1635	1711	1451
América Latina y el Caribe	120790	129545	134872	145102	154864	166411	179149	196499	207309	198380
Iberoamérica	221503	232208	238855	250795	263229	277771	298579	326474	347428	336855
Total	2935753	2972089	2990997	3119456	3236477	3352274	3582157	3776944	4043084	4108740

139

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Notas:

El total refiere al total mundial.

Los subtotales regionales difieren de la suma de los datos por país debido a que las copublicaciones son registradas como un entero para cada país participante.

INDICADOR 30:

PUBLICACIONES EN SCOPUS EN RELACIÓN AL GASTO DE I+D

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	cada millón de dólares (PPC)									
Argentina	2,4	2,7	2,6	2,9	2,5	2,9	3,1	3,3	2,9	2,3
Brasil	1,7	1,7	1,7	2,0	2,4	2,3	2,3	2,5		
Canadá	3,8	3,8	3,9	3,8	3,9	3,7	3,6	3,6	3,9	
Chile	6,1	7,3	7,7	8,7	8,7	8,7	9,8	11,5	10,1	
Colombia	4,8	4,4	4,1	6,4	7,4	6,7	9,2	11,1	10,0	11,9
Costa Rica	1,9	2,1	2,5	2,5	2,7	3,1		4,4	5,3	3,8
Cuba	6,7	7,0	6,0	6,7	4,9	4,0	4,2	4,8	1,7	1,1
Ecuador	1,2	1,3								
El Salvador	3,2	2,8	2,3	2,3	1,4	1,5	1,2	1,3	1,7	2,2
España	4,6	4,7	4,6	4,6	4,4	4,2	4,1	4,5	4,3	3,7
Estados Unidos	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8
Guatemala	5,2	6,3	7,3	9,5	8,5	6,4	6,9	4,7	4,0	40,9
Honduras			16,6		7,2	5,4	6,8			
México	2,3	2,3	2,3	2,6	3,1	3,5	4,1	4,4	4,6	4,3
Panamá	9,9	4,5	5,0	3,7	3,6	3,7	4,3	3,1	4,1	3,7
Paraguay	3,0	2,8	3,1	2,7	2,6	2,1	3,5	3,4	3,7	4,4
Perú	5,8	4,7	5,2	5,6	6,4	6,8	7,0	9,3	11,6	10,4
Portugal	5,9	6,1	6,6	6,2	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5	4,8
Trinidad y Tobago	15,6	15,0	11,2	13,7	13,9	14,9	20,3	22,8	25,9	27,8
Uruguay	5,8	6,2	5,4	5,6	4,6	4,5	4,1	3,6	4,2	3,4
Venezuela	1,1	1,2	0,7	0,5						
América Latina y el Caribe	2,0	2,0	2,0	2,3	2,7	2,7	2,8	3,2	3,1	2,6
Iberoamérica	2,7	2,7	2,7	2,9	3,1	3,1	3,2	3,5	3,4	2,9

140

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Notas:

I+D: Corresponde a Investigación y Desarrollo Experimental.

Cuba: Los valores se encuentran expresados en dólares corrientes, utilizando el tipo de cambio oficial 1 Peso Cubano = 1 Dólar

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

ANEXO
DEFINICIONES
DE INDICADORES
SELECCIONADOS



DEFINICIONES DE INDICADORES SELECCIONADOS



DEFINICIONES DE INDICADORES

Los indicadores que se presentan en este informe fueron elaborados con arreglo a las normas propuestas en el Manual de Frascati¹ de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), ajustadas a las características de los países latinoamericanos según las recomendaciones surgidas de las reuniones metodológicas de la RICYT.

Indicadores de contexto

Los indicadores de contexto contienen información acerca de ciertas dimensiones básicas de los países, tales como la población, la población económicamente activa (PEA) y la economía expresada en las cifras del PBI. La utilidad de estos datos, para los propósitos de este informe, es permitir la construcción de indicadores de peso relativo, tales como el gasto en I+D como porcentaje del PBI y el número de investigadores en relación con la PEA.

Los indicadores de contexto seleccionados son:

Indicador 1: Población (expresada en millones de habitantes)

Indicador 2: Población Económicamente Activa -PEA- 143
(expresada en millones de personas)

Indicador 3: Producto Bruto Interno -PBI-
(expresado en Paridad de Poder de Compra -PPC-)

Indicadores de recursos económicos destinados a la ciencia y la tecnología

Estos indicadores reflejan los recursos económicos que cada país destina a la ciencia y la tecnología. Cada indicador refleja el gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (I+D), según las definiciones del Manual de Frascati que se transcriben en el apartado del presente anexo.² Los mismos se encuentran expresados en porcentajes relativos o en dólares PPC, según corresponda.

Indicador 4: Gasto en Investigación y Desarrollo -I+D-
Este indicador, expresado en las diferentes unidades monetarias, refleja el gasto realizado dentro de cada país en I+D, tanto por el sector público como por el sector privado.

Indicador 5: Gasto I+D en relación al PBI
Este indicador expresa porcentualmente el esfuerzo rela-

(*): Para más detalle, ver punto 2 de este anexo: Definiciones básicas utilizadas.

1. OECD, The Measurement of Scientific and Technological Activities. Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development. Para la edición española: (c) 2018, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Publicado por acuerdo con la OCDE, París.

2. Ver punto 2: Definiciones básicas utilizadas.

tivo del país en materia de I+D, tomando como referencia el PBI.

Indicador 6: Gasto en I+D por habitante

Este indicador presenta el gasto en I+D en relación a la cantidad de habitantes del país.

Indicador 7: Gasto en I+D por investigador

Este indicador presenta la relación entre el gasto en I+D y el número de investigadores calculados, tanto en equivalencia a jornada completa (EJC)³ como en personas físicas (PF). Dado que el indicador representa la dotación per cápita de recursos para la investigación, se toma exclusivamente el gasto en I+D.

Indicador 8: Gasto en I+D por tipo de actividad

Este indicador presenta el gasto en I+D discriminado según el tipo de actividad: Investigación Básica, Investigación Aplicada y Desarrollo Experimental.⁴ Los valores de cada categoría se encuentran expresados en porcentajes en relación a la suma de los valores consignados para ese indicador. Es decir, para el cálculo de porcentajes, el total de referencia no necesariamente es igual al total de Gasto en I+D informado por cada país.

Indicador 9: Gasto en I+D por sector de financiamiento

Este indicador presenta el gasto discriminado según la fuente de financiamiento. Se ha utilizado, para identificar las fuentes, la clasificación de sectores propuesta por la OCDE: empresas, administración pública (o gobierno), organizaciones privadas sin fines de lucro, educación superior y extranjero. Los valores de cada categoría se encuentran expresados en porcentajes en relación a la suma de los valores consignados para ese indicador.

Indicador 10: Gasto en I+D por sector de ejecución

Este indicador presenta el gasto discriminado según el sector que ejecuta, independientemente de la fuente de financiamiento. Se sigue la clasificación de sectores propuesta por la OCDE: empresas, administración pública (o gobierno), organizaciones privadas sin fines de lucro y educación superior. Los valores de cada categoría se encuentran expresados en porcentajes en relación a la suma de los valores consignados para ese indicador. Es decir, para el cálculo de porcentajes, el total de referencia no necesariamente es igual al total del gasto en actividades científicas informado por cada país.

Indicador 11: Gasto en I+D por disciplina científica

Este indicador pretende identificar el gasto en I+D, según la distribución de los recursos de acuerdo a las diversas disciplinas científicas y tecnológicas en las cuales se centran sus actividades. Los valores de cada categoría se encuentran expresados en porcentajes en relación al total de Gasto en I+D informado por cada país.

Recursos humanos en ciencia y tecnología

Indicador 12: Personal en ciencia y tecnología en personas físicas (PF)

Este indicador refleja el número de personas involucradas en I+D, según sus distintas funciones: investigadores, becarios de I+D o doctorado, personal de apoyo y personal de servicios científico-tecnológicos. Las categorías se corresponden a la definición del Manual de Frascati que se describe en el punto 2 del presente anexo.

Indicador 13: Investigadores por cada mil integrantes de la PEA (PF)

Este indicador expresa el peso relativo de los investigadores en la fuerza de trabajo disponible del país o población económicamente activa (PEA). El indicador refleja el potencial de recursos humanos para la I+D con los que cuenta el país, en relación con las dimensiones de su fuerza de trabajo.

Indicador 14: Investigadores por sexo (PF)

Este indicador presenta los porcentajes de investigadores (incluyendo becarios) según su función, clasificados por sexo.

Indicador 15: Investigadores por sector de empleo (PF)

Este indicador presenta el número de investigadores según el sector en el que desempeñan su actividad. Está expresado en porcentaje del total de investigadores en personas físicas para cada sector.

Indicador 16: Investigadores por disciplina científica (PF)

Este indicador presenta el número de investigadores en personas físicas (incluyendo los becarios de I+D o de doctorado) distribuidos según la disciplina científica en la que se desempeñan y expresado en porcentajes.

Indicador 17: Investigadores por nivel de formación (PF)

Este indicador identifica la distribución de los investigadores (incluyendo los becarios de I+D o de doctorado) según su máximo nivel de formación alcanzado.

Indicador 18: Personal en I+D en equivalencia jornada completa (EJC)

Este indicador refleja el número de personas involucradas en I+D, según sus distintas funciones: investigadores, becarios de I+D o doctorado, personal de apoyo y personal de servicios científico-tecnológicos. Las categorías se corresponden a la definición del Manual de Frascati que se describe en el punto 2 del presente anexo.

Indicador 19: Investigadores por cada mil integrantes de la PEA (EJC)

Este indicador expresa el peso relativo de los investigadores en la fuerza de trabajo disponible del país o población económicamente activa (PEA). El indicador refleja el potencial de recursos humanos para la I+D con los que cuenta el país, en relación con las dimensiones de su fuerza de trabajo.

3. Ver punto 2: Definiciones básicas utilizadas.

4. Ver punto 2: Definiciones básicas utilizadas.

Indicador 20: Investigadores por sexo (EJC)

Este indicador presenta los porcentajes de investigadores (incluyendo becarios) según su función, clasificados por sexo.

Indicador 21: Investigadores por sector de empleo (EJC)

Este indicador presenta el número de investigadores según el sector en el que desempeñan su actividad. Está expresado en porcentaje del total de investigadores en equivalencia de jornada completa para cada sector.

Indicador 22: Investigadores por disciplina científica (EJC)

Este indicador presenta el número de investigadores en personas físicas (incluyendo los becarios de I+D o de doctorado) distribuidos según la disciplina científica en la que se desempeñan y expresados en porcentajes.

Indicador 23: Investigadores por nivel de formación (EJC)

Este indicador identifica la distribución de los investigadores (incluyendo los becarios de I+D o de doctorado) según su máximo nivel de formación alcanzado.

Indicadores de recursos económicos destinados a la ciencia y la tecnología

Estos indicadores reflejan los recursos económicos que cada país destina a la ciencia y la tecnología. Cada indicador refleja el gasto en Actividades Científicas y Tecnológicas (ACT), según las definiciones de UNESCO que se transcriben en el apartado del presente anexo.⁵ Los mismos se encuentran expresados en porcentajes relativos o en dólares PPC, según corresponda.

Indicador 24: Gasto en Actividades Científico Tecnológicas -ACT-

Este indicador, expresado en las diferentes unidades monetarias, refleja el gasto realizado dentro de cada país en ACT, llevado adelante por todos los sectores.

Indicador 25: Gasto en Actividades Científico Tecnológicas en relación al PBI

Este indicador expresa porcentualmente el esfuerzo relativo del país en materia de ciencia y tecnología, tomando como referencia el PBI.

Productos de la ciencia y la tecnología

Este conjunto de indicadores se utiliza para estimar los resultados de las actividades de I+D. Desde el punto de vista adoptado, siguiendo la norma del Manual de Frascati, las patentes representan -en mayor medida- el producto de la investigación tecnológica y empresarial, en tanto protegen conocimientos con potencial interés económico. La medición de las publicaciones científicas en determinados medios representa una aproximación, no exenta de controversias, a una evaluación cuantitativa (e indirectamente cualitativa) del producto de la investigación académica.⁶

Indicador 26: Solicitudes de patentes

Este indicador presenta el número de patentes solicitadas en cada país y discriminadas según el lugar de residencia de los solicitantes. Para el análisis de este indicador se debe tener en cuenta que no todas las patentes son el resultado de un esfuerzo de I+D, así como que muchos productos de la I+D empresarial, especialmente en algunos sectores productivos, no son patentados. No obstante, el indicador es utilizado a efectos comparativos en todas las series internacionales. Cabe señalar, en el caso de América Latina, que algunos países presentan saltos en sus series debido a cambios en la legislación y en las políticas.

Indicador 27: Patentes otorgadas

Este indicador presenta el número de patentes otorgadas en cada país, discriminado según el lugar de residencia del solicitante. Para el análisis de este indicador se debe tener en cuenta que no existe una relación lineal entre las patentes otorgadas y las solicitadas en cada año, ya que los tiempos de otorgamiento de una patente pueden variar substantivamente, tanto entre los distintos países como dentro de un mismo país.

Indicador 28: Solicitud de Patentes PCT

Este indicador presenta el número de patentes solicitadas en cada país, a través del convenio PCT de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI).

Indicador 29: Publicaciones en Scopus

Este indicador presenta el número de publicaciones científicas correspondientes a autores de distintos países, registradas en Scopus. Esta base de datos tiene carácter multidisciplinario y abarca alrededor de 20.000 revistas científicas. Su contenido constituye el autodenominado *mainstream* o "corriente principal de la ciencia".

Indicador 36: Publicaciones en Scopus en relación al gasto en I+D

Este indicador presenta el número de publicaciones científicas correspondientes a autores de cada uno de los distintos países, registradas en Scopus, en relación al gasto en I+D del país. Se expresa en publicaciones por cada millón de dólares de gasto en I+D.

2. DEFINICIONES BÁSICAS UTILIZADAS

En este apartado se presentan las definiciones de los conceptos utilizados, confeccionadas sobre la base del Manual de Frascati 2015 (OCDE) y de las definiciones propuestas por la UNESCO.

Investigación y Desarrollo Experimental (I+D)

La Investigación y el Desarrollo Experimental (I+D) comprenden el trabajo creativo y sistemático realizado con el objeto de aumentar el volumen de conocimiento (incluyendo el conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad)

5. Véase: UNESCO (1984). Recommendation Concerning the International Standardization of Statistics on Science and Technology.

6. Los indicadores bibliométricos presentados fueron elaborados por la coordinación de la RICYT en base a una estrategia de búsqueda.

y concebir nuevas aplicaciones a partir del conocimiento disponible. Para que una actividad se considere I+D, debe cumplir con cinco criterios básicos.

- Novedosa
- Creativa
- Incierta
- Sistemática
- Transferible y/o reproducible

Actividades Científicas y Técnicas (ACT)

Las actividades científicas y tecnológicas comprenden las actividades sistemáticas estrechamente relacionadas con la producción, promoción, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y técnicos en todos los campos de la ciencia y la tecnología. Incluyen actividades tales como la Investigación Científica y el Desarrollo Experimental (I+D), la Enseñanza y la Formación Científica y Técnica (EFCT) y los Servicios Científicos y Técnicos (SCT).

Enseñanza y Formación Científica y Técnica (EFCT)

Generalmente del tercer grado. Incluye todas las actividades de enseñanza y de formación de nivel superior no universitario especializado, de enseñanza y formación de nivel superior que conduzcan a la obtención de un título universitario, de formación y de perfeccionamiento posuniversitario y de formación permanente organizada de científico e ingenieros. Corresponde a los niveles 5A, 5B y 6 de la clasificación ISCED.

Servicios Científicos y Técnicos (SCT)

La definición de los SCT engloba las actividades relacionadas con la investigación y el desarrollo experimental que contribuyen a la producción, difusión y aplicación de conocimientos científicos y técnicos. A efectos de su uso en encuestas, la UNESCO ha dividido los SCT en cuatro subclases que pueden resumirse como sigue: Actividades técnicas de apoyo a la ciencia y la tecnología; Recolección y análisis de datos científicos; Gobernanza, gestión y marco jurídico que respaldan la ciencia y la tecnología; y Preservación, interpretación y difusión de información.

Sector Gobierno

Este sector comprende todos los ministerios, oficinas y otros organismos que suministran, generalmente a título gratuito, servicios colectivos que no sería económico ni fácil suministrar de otro modo y que, además, administran los asuntos públicos y la política económica y social de la colectividad (las empresas públicas se incluyen en el sector de empresas); y las instituciones privadas sin fines de lucro controladas y financiadas principalmente por la administración.

Sector Empresas

El sector de las empresas comprende todas las empresas, los organismos y las instituciones cuya actividad esencial consiste en la producción mercantil de bienes

y servicios (exceptuando los de la enseñanza superior) para su venta al público, a un precio que corresponde al de la realidad económica; y las instituciones privadas sin fines de lucro que están esencialmente al servicio de dichas empresas.

Sector Educación Superior

Este sector comprende todas las universidades y centros de nivel universitario, cualquiera que sea el origen de sus recursos y su personalidad jurídica. Incluye también todos los institutos de investigación, estaciones experimentales y hospitales directamente controlados, administrados o asociados a centros de enseñanza superior.

Sector Organizaciones Privadas sin Fines de Lucro

El campo cubierto por este sector comprende las instituciones privadas sin fines de lucro que están fuera del mercado y al servicio de las economías domésticas (es decir, del público); y los individuos privados y las economías domésticas.

Sector Extranjero

Este sector comprende todas las instituciones e individuos situados fuera de las fronteras políticas de un país, a excepción de los vehículos, buques, aeronaves y satélites espaciales utilizados por instituciones nacionales, y de los terrenos de ensayo adquiridos por esas instituciones; y todas las organizaciones internacionales (excepto empresas), incluyendo sus instalaciones y actividades dentro de las fronteras de un país.

Investigadores

Los investigadores son profesionales que actúan en la concepción o creación de nuevo conocimiento. Llevan a cabo investigaciones, y mejoran y desarrollan conceptos, teorías, modelos, aparatos técnicos, programas informáticos y métodos operativos.

Personal de apoyo

Se compone de técnicos, personal asimilado y otro personal de apoyo.

Técnicos y personal asimilado

Los técnicos y el personal asimilado son personas cuyas tareas principales requieren unos conocimientos y una experiencia de naturaleza técnica en uno o varios campos de la ingeniería, de las ciencias físicas y de la vida o de las ciencias sociales y las humanidades. Participan en la I+D ejecutando tareas científicas y técnicas que requieren la aplicación de métodos y principios operativos, generalmente bajo la supervisión de investigadores. El personal asimilado realiza los correspondientes trabajos bajo la supervisión de investigadores en ciencias sociales y humanidades. Sus tareas principales son las siguientes: realizar investigaciones bibliográficas y seleccionar el material apropiado en archivos y bibliotecas; elaborar programas

para ordenador; llevar a cabo experimentos, pruebas y análisis; preparar los materiales y equipo necesarios para la realización de experimentos, pruebas y análisis; hacer mediciones y cálculos y preparar cuadros y gráficos; llevar a cabo encuestas estadísticas y entrevistas.

Otro personal de apoyo

El otro personal de apoyo incluye a los trabajadores, cualificados o no, y al personal de secretariado y de oficina que participan en la ejecución de proyectos de I+D o que están directamente relacionados con la ejecución de tales proyectos.

Equivalencia a Jornada Completa (EJC)

La Equivalencia a Jornada Completa (EJC) se calcula considerando para cada persona únicamente la proporción de su tiempo (o su jornada) que dedica a I+D (o ACT, cuando corresponda).

Un EJC puede entenderse como el equivalente a una persona/año. Así, quien habitualmente emplea el 30% de su tiempo a I+D y el resto a otras actividades (tales como enseñanza, administración universitaria y orientación de alumnos) debe ser considerado como 0,3 EJC. Igualmente, si un trabajador de I+D con dedicación plena está empleado en una unidad de I+D seis meses únicamente, el resultado es un EJC de 0,5. Puesto que la jornada (período) laboral normal puede diferir de un sector a otro, e incluso de una institución a otra, es imposible expresar la equivalencia a jornada completa en personas/año.

Teóricamente, la conversión en equivalencia a jornada completa debería aplicarse a todo el personal de I+D a tomar en consideración. En la práctica, se acepta que las personas que emplean más del 90% de su tiempo a I+D (por ejemplo, la mayor parte del personal empleado en laboratorios de I+D) sean consideradas con equivalencia de dedicación plena del 100%; y de la misma forma podría excluirse a todas las personas que dedican menos del 10% de su tiempo a I+D.

La I+D puede ser la función principal de algunas personas (por ejemplo, los empleados de un laboratorio de I+D), o solo la función secundaria (por ejemplo, los empleados de un establecimiento dedicado a proyectos y ensayos). La I+D puede igualmente representar una fracción apreciable de la actividad en determinadas profesiones (por ejemplo, los profesores universitarios y los estudiantes postgraduados). Si se computaran únicamente las personas empleadas en centros de I+D, resultaría una subestimación del esfuerzo dedicado a I+D; por el contrario, si se contabilizaran todas las personas que dedican algún tiempo a I+D, se produciría una sobreestimación. Es preciso, por tanto, traducir a EJC el número de personas que realizan actividades de I+D.

Investigación básica

La investigación básica consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden fundamentalmente para

obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada.

Investigación aplicada

La investigación aplicada consiste también en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico.

Desarrollo experimental

El desarrollo experimental consiste en trabajos sistemáticos basados en los conocimientos existentes, derivados de la investigación y/o la experiencia práctica, dirigidos a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; al establecimiento de nuevos procesos, sistemas y servicios; o a la mejora sustancial de los ya existentes.

3. CAMPOS DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

1. Ciencias Naturales y Exactas

- 1.1 Matemáticas
- 1.2 Ciencias de la información y la computación
- 1.3 Ciencias físicas
- 1.4 Ciencias químicas
- 1.5 Ciencias de la tierra y ciencias relacionadas con el medio
- 1.6 Ciencias biológicas
- 1.7 Otras ciencias naturales

2. Ingeniería y Tecnología

- 2.1 Ingeniería civil
- 2.2 Ingeniería eléctrica, electrónica e informática.
- 2.3 Ingeniería mecánica
- 2.4 Ingeniería química
- 2.5 Ingeniería de los materiales
- 2.6 Ingeniería médica
- 2.7 Ingeniería ambiental
- 2.8 Biotecnología ambiental
- 2.9 Biotecnología industrial
- 2.10 Nanotecnología
- 2.11 Otras ingenierías y tecnologías

3. Ciencias Médicas

- 3.1 Medicina básica
- 3.2 Medicina clínica
- 3.3 Ciencias de la salud
- 3.4 Biotecnología médica
- 3.5 Otras ciencias médicas

4. Ciencias Agrícolas

- 4.1 Agricultura, silvicultura y pesca
- 4.2 Ciencia animal y de los lácteos
- 4.3 Ciencia veterinaria
- 4.4 Biotecnología agrícola
- 4.5 Otras ciencias agrícolas

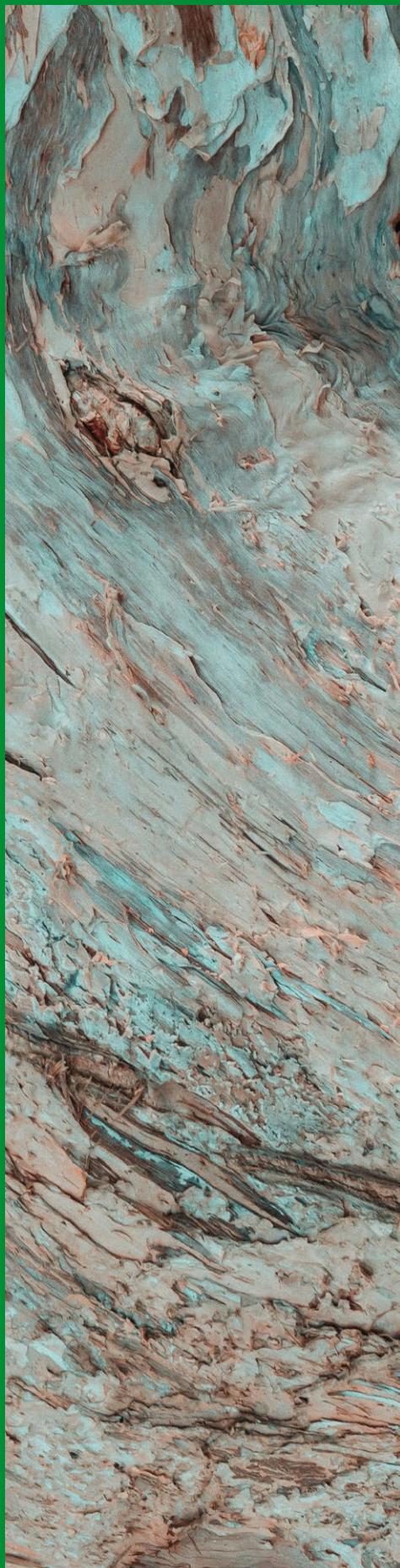
5. Ciencias Sociales

- 5.1 Psicología y ciencias cognitivas

- 5.2 Economía y comercio
- 5.3 Educación
- 5.4 Sociología
- 5.5 Derecho
- 5.6 Ciencia política
- 5.7 Geografía social y económica
- 5.8 Medios de comunicación
- 5.9 Otras ciencias sociales

6. Humanidades

- 6.1 Historia y arqueología
- 6.2 Lengua y literatura
- 6.3 Filosofía, ética y religión
- 6.4 Artes (arte, historia del arte, artes escénicas, música)
- 6.5 Otras humanidades



Presentación

Sección 1. El Estado de la Ciencia

1.1. El Estado de la Ciencia en imágenes

Sección 2. Dossier: Bioeconomía

2.1. La bioeconomía,
¿una oportunidad para América Latina?

2.2. La bioeconomía en la investigación
científica iberoamericana

2.3. Cómo cultivar la bioeconomía
a través de la innovación agrícola
en la región de América Latina y el Caribe

2.4. Políticas, planes y estrategias
de bioeconomía en América Latina y el Caribe

2.5. Casos paradigmáticos de la bioeconomía
en la región

Sección 3. Indicadores comparativos

Anexo. Definiciones y metodologías