

3.3. PLANES ESTRATÉGICOS Y PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO EN IBEROAMÉRICA

FACUNDO ALBORNOZ, VICTORIA ANAUATI Y
EZEQUIEL GARCÍA LEMBERGMAN *

INTRODUCCIÓN

La asociación entre el desarrollo de las sociedades y la capacidad de generar conocimiento es tan clara que todos los gobiernos adoptan distintas estrategias para incentivar la investigación y desarrollo (I+D) en sus países. De hecho, la I+D tiene un rol fundamental en el crecimiento económico a través de su efecto sobre la productividad total de los factores y la producción de conocimiento. En los últimos años, diversos trabajos han mostrado la elevada rentabilidad social de esta inversión (Rouvinen, 2002; Hall, Mairesse y Mohnen, 2009; Lederman y Maloney, 2003). A pesar de su aceptada importancia, el consenso es menor respecto a cuál es la estrategia que permite amplificar el impacto de la inversión en I+D.

Los países adoptan diferentes enfoques a la hora de desarrollar sus estrategias en I+D. A efectos prácticos, es posible clasificar el gasto total en I+D según cómo se oriente a diferentes áreas específicas. En particular, se puede distinguir entre inversión horizontal (sin áreas específicas) e inversión direccionada.¹ En particular, Iberoamérica incrementó de manera considerable la inversión en I+D durante la última década. La mayoría de los países de la región ha direccionado, con distinta intensidad, una parte importante de sus esfuerzos a través de planes estratégicos que, con distinto grado de formalización, canalizan recursos a campos científicos que se consideraron prioritarios (Albornoz y García Lembergman, 2015). La implementación de planes

estratégicos se lleva a cabo mediante instrumentos de promoción específicos. Evaluar el impacto científico de los planes estratégicos implica, entonces, analizar cuál es el efecto de sus instrumentos. El presente estudio propone estudiar el impacto de los instrumentos de planes estratégicos (IPE de aquí en más) sobre la producción de conocimiento, entendiendo ésta como la cantidad de artículos científicos publicados.

La primera tarea de nuestro análisis consistió en construir una base de datos original que combina distintas fuentes y contiene tanto datos de publicaciones científicas como de los IPE por país y área prioritaria en los países de Iberoamérica durante el periodo 1996-2013.² Utilizando esta base de datos se estimó, mediante técnicas econométricas, el efecto de los IPE sobre la cantidad de publicaciones en las áreas que fueron incentivadas. Los resultados hallados indican que los IPE tienen un impacto positivo en la producción de conocimientos en las áreas abarcadas por el plan. En particular, en nuestra especificación preferida, se observa que la implementación de un IPE aumenta un 14% la cantidad de publicaciones científicas en aquella área que es incentivada. Sin embargo, mostramos también que el efecto de los IPE no persiste en el tiempo. Esto sugiere que los planes requieren ser mantenidos para prolongar su impacto. Como corolario al efecto principal, encontramos que los IPE tienen un efecto negativo sobre la cantidad de publicaciones en aquellas áreas no abarcadas por su plan estratégico. Esto sugiere que la inversión direccionada provoca un efecto sustitución en favor de las áreas priorizadas.

95

* *Facundo Albornoz*: Universidad de San Andrés y CONICET, Argentina. *Victoria Anauati*: Universidad de San Andrés, Argentina. *Ezequiel García Lembergman*: UC Berkeley, Estados Unidos.

1. Existen ejemplos exitosos de programas primordialmente horizontales, así como también de programas direccionados. Por ejemplo, Hwang and Gerami (2007) muestran que para la OECD los dos tipos de programas incrementan las tasas de crecimiento del PBI, la cantidad de patentes y la producción total de los factores (PTF). Sin embargo, encuentran que los programas estratégicos basados en el direccionamiento de recursos hacia áreas seleccionadas tienen mayor efectividad en traducir inversión en conocimiento en resultados.

2. Los países de Iberoamérica incluidos en este análisis son aquellos para los cuales fue posible identificar una inversión direccionada, a saber: Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, España, El Salvador, Guatemala, México, Parana, Perú, Nicaragua, República Dominicana y Uruguay.

El presente trabajo se estructura de la siguiente manera. En la primera sección se caracteriza la evolución de las publicaciones y el gasto en I+D en Iberoamérica con el fin de enmarcar el contexto de esta investigación. En la segunda sección se describen las principales fuentes utilizadas para construir la base de datos. En la tercera sección se presenta la estrategia empírica utilizada y se reportan los principales resultados. Por último, se entrega una serie de conclusiones.

1. DATOS

El presente estudio utilizó datos provenientes de dos fuentes principales. En primer lugar, los datos sobre planes estratégicos y sus características principales, tales como los IPE aplicados, el año de implementación y los sectores afectados para los distintos países de Iberoamérica, fueron tomados de la base de datos de Políticas CTI, plataforma que releva las principales políticas e instrumentos vigentes en el área de ciencia, tecnología e innovación.³ Con el fin de cuantificar los planes estratégicos e identificar sus IPE, se consideraron aquellos instrumentos tangibles que aplican los gobiernos a campos científicos específicos, a saber: fondos de promoción de la investigación científica y tecnológica direccionados, fondos sectoriales y programas de áreas prioritarias.

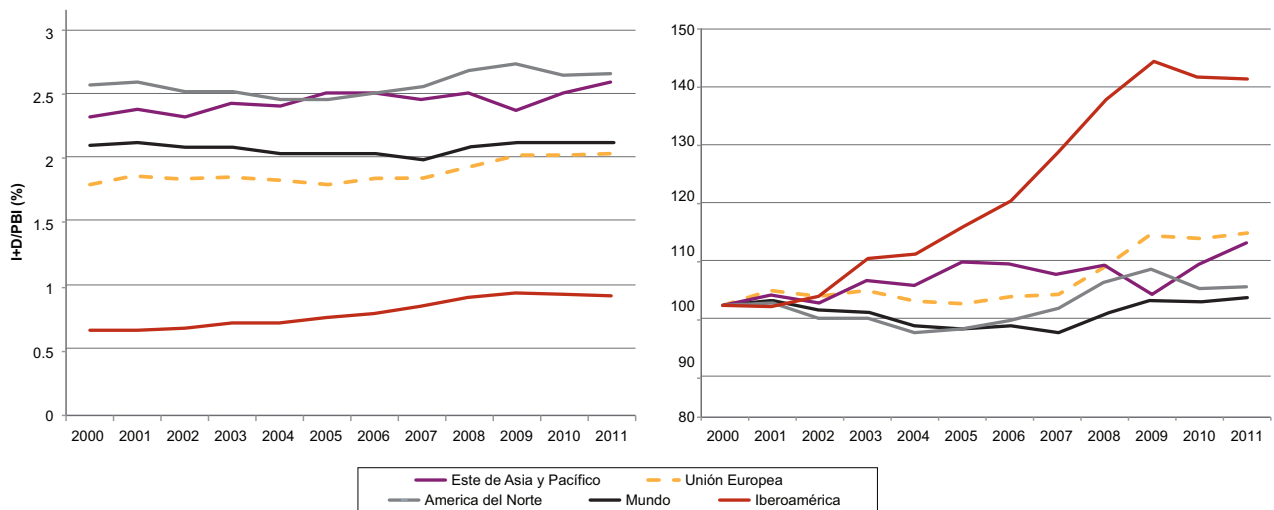
En segundo lugar, la cantidad de publicaciones científicas de Iberoamérica, desagregada por país y área temática,

se obtuvo de la base de referencias bibliográficas de literatura científica de Scopus. Se utilizó esta base puesto que, en general, es una de las principales bases utilizada por estudios bibliométricos y evaluaciones de producción científica. El período analizado abarca desde 1996 hasta 2013, último año con datos disponibles para todas las variables.

2. CONTEXTO

Durante la última década, impulsados por factores externos (mejora en términos de intercambio) e internos (dinamismo de los mercados locales) que permitieron a la región un fuerte crecimiento económico, algunos países de Iberoamérica aumentaron considerablemente su inversión en I+D, lo que aumentó el gasto promedio de la región, llevando a una disminución de la brecha con respecto a los países más avanzados. El **Gráfico 1**, en sus paneles A y B, proporciona evidencia de la evolución del gasto en I+D para Iberoamérica y otras regiones seleccionadas. Es posible observar que en los últimos años los esfuerzos en I+D han crecido en Iberoamérica a un ritmo considerablemente mayor que el de las regiones de mayores ingresos per cápita. Esto se puede notar con mayor claridad en el Panel B, donde se toma como base el año 2000. Esta evidencia indica que, al menos en la última década, la región ha hecho esfuerzos en pos de achicar la amplia brecha que la separa de las regiones de mayor nivel de desarrollo.

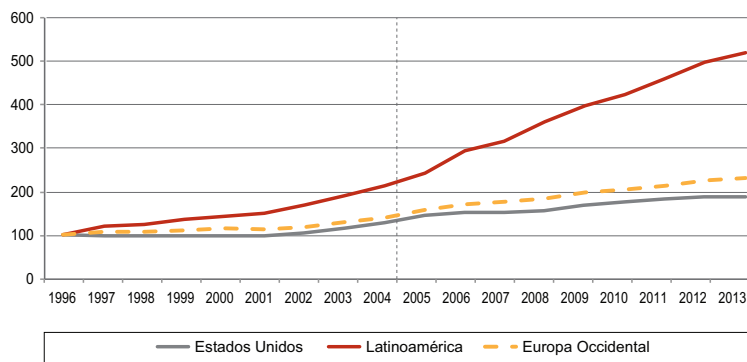
Gráfico 1. Evolución del gasto en I+D como porcentaje del PBI



Fuente: RICYT (Iberoamérica) y WDI-Banco Mundial (resto de las regiones)

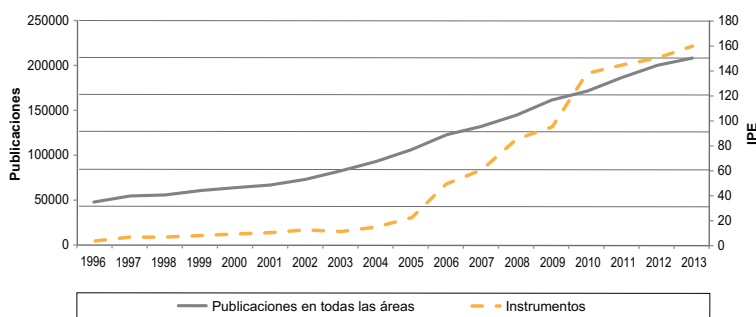
3. Disponible en: <http://www.politicascsti.net/>.

Gráfico 2. Evolución de las publicaciones (1996=100)



Fuente: Scopus

Gráfico 3. Evolución de las publicaciones e IPE en Iberoamérica



Fuente: Políticas CTI (Instrumentos) y Scopus (publicaciones)

Este crecimiento en los gastos en I+D tuvo su correlato en la proliferación de planes estratégicos y, por tanto, en la implementación de IPE en los países de Iberoamérica (**Gráfico 3**). La estrategia para incentivar la I+D tuvo la particularidad de ser heterogénea entre los países de la región. Por un lado, un grupo de países adoptó estrategias “horizontales”, las cuales incentivan de forma general todas las áreas temáticas. Por el otro, un grupo de países decidió adoptar planes estratégicos, los cuales utilizaron instrumentos focalizados en áreas científicas prioritarias, concentrando los esfuerzos en ellas (**Tabla 2**).⁴ Asimismo, también se encuentran diferencias dentro de las estrategias direccionadas (**Tabla 1**). Cada país identificó sus áreas prioritarias a partir de parámetros relacionados a sus especificidades.

A la par de que los países de Iberoamérica elaboraban e implementaban sus planes estratégicos, se fue observando un aumento de la cantidad de publicaciones científicas en la región. El **Gráfico 2** muestra la evolución de las publicaciones de Estados Unidos, Europa Occidental y Latinoamérica entre 1996 y 2013 (tomando como año base las publicaciones en 1996). El ritmo de aumento de las publicaciones en Latinoamérica ha sido claramente mayor al de Estados Unidos y Europa occidental. Esta tendencia se torna aun más marcada a partir de 2005, año que coincide con la proliferación de nuevos IPE en la región de Iberoamérica, como se puede observar en el **Gráfico 3**.

Tabla 1. Publicaciones IPE por área de conocimiento

Área estratégica	IPE			Publicaciones		
	2001 - 2004	2009 - 2013	Diferencia	2001 - 2004	2009 - 2013	Variación (%)
Agropecuario/Agroindustria	13	89	76	38.633	129.517	235,2
Bioquímica, Genética y Biología Molecular	0	24	24	39.866	96.626	142,4
Ciencias ambientales	6	84	78	14.352	48.707	239,4
Ciencias de Computación	1	96	95	13.524	87.987	550,6
Artes, Humanidades, Psicología y Economía	1	28	27	13.167	91.667	596,2
Energía	0	43	43	3.713	19.545	426,4
Ingeniería	4	34	30	29.266	105.526	260,6
Matemática y Física	15	55	40	50.734	143.595	183,0
Materiales	4	43	39	19.826	57.619	190,6
Medicina	4	46	42	75.139	236.449	214,7
Negocios, Administración y Contabilidad	0	24	24	1.607	13.543	742,8
Química	0	27	27	28.493	69.505	143,9
Total	48	593	545	328.320	1.10 0.286	235,13

Fuente: Políticas CTI (IPE) y Publicaciones (Scopus)

4. Naturalmente, planes horizontales y direccionados no son necesariamente excluyentes, pues la mayoría de los países adoptó una combinación de ambos. Sin embargo, es posible clasificar de forma relativa a los países según han orientado más recursos a planes horizontales o direccionados.

El gráfico anterior permite observar que tanto las publicaciones como los IPE crecieron a un ritmo significativo durante la última década. Sin embargo, una pregunta que surge de este análisis es si este crecimiento fue común a todas las áreas o hay áreas específicas que dinamizaron el crecimiento en publicaciones. La **Tabla 1** presenta la cantidad de IPE y de publicaciones entre 2001 y 2004 y entre 2009 y 2013 agrupadas por área temática de acuerdo al esquema de clasificación propuesta por Scopus.⁵ Entre las áreas temáticas que han recibido más IPE se encuentran computación -priorizando principalmente el área de tecnología de la información y comunicación (TIC) y *software*-, ambiente -en particular

crecimiento acelerado- seguida por las áreas de artes y humanidades, psicología y economía, computación y energía.

En el mismo sentido, resulta interesante caracterizar qué países tuvieron mayor participación en motorizar este crecimiento de las publicaciones. En la tabla a continuación se puede observar que los países que más aumentaron sus publicaciones científicas durante el periodo fueron Colombia, Perú, Brasil, Chile y los países de Centroamérica. Asimismo, si bien Argentina, Costa Rica y México implementaron un gran número de IPE, el ritmo de crecimiento de sus publicaciones ha sido menor. Una

Tabla 2. Publicaciones e IPE por país

País	IPE			Publicaciones		
	2001 -2004	2009 -2013	Diferencia	2001 -2004	2009 -2013	Variación (%)
Argentina	1	121	120	20.544	51.085	148,7
Bolivia	0	24	24	399	1.153	189,0
Brasil	12	23	11	65.120	241.617	271,0
Chile	20	35	15	9.990	36.891	269,3
Colombia	0	15	15	3.665	26.305	617,7
Costa Rica	0	115	115	1.161	2.851	145,6
El Salvador	1	4	3	106	435	310,4
España	0	14	14	128.224	363.819	183,7
Guatemala	4	43	39	223	812	264,1
México	6	69	63	28.131	78.982	180,8
Nicaragua	0	4	4	113	468	314,2
Panamá	0	28	28	523	1.844	252,6
Perú	0	55	55	1.196	5.286	342,0
República Dominicana	0	16	16	95	375	294,7
Uruguay	4	27	23	1.531	4.683	205,9
Total	48	593	545	261.021	816.606	212,9

Fuente: RICYT (IPE) y Publicaciones (Scopus)

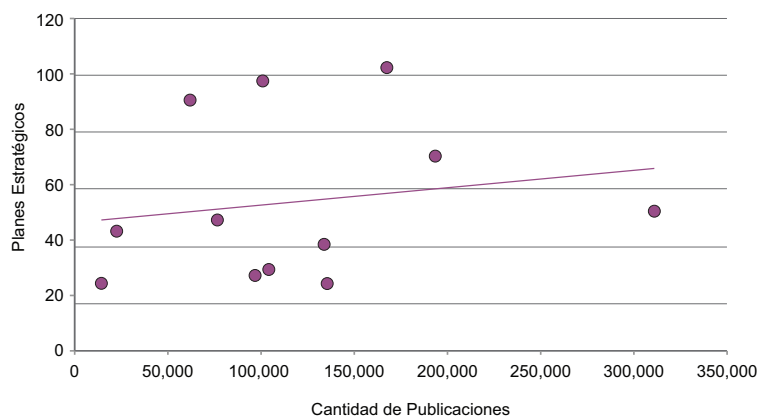
temas vinculados con biodiversidad, ecología y agua-, agropecuaria y agroindustria, matemáticas y física, medicina e ingeniería. Por su lado, si nos enfocamos en las publicaciones, se puede observar que las áreas con mayor cantidad de publicaciones en el periodo 2001-2013 fueron las de medicina, matemática y física, y agropecuaria y agroindustria, cuyas publicaciones representaron alrededor del 50% de las publicaciones totales en dicho periodo. Adicionalmente, las áreas más dinámicas a la hora de producir conocimiento, y aquellas en donde se presentó el mayor crecimiento en el stock de publicaciones en la región, han sido la de negocios, administración y contabilidad -área pequeña pero de

particularidad de Argentina y México es que el nivel inicial de publicaciones era considerablemente alto, lo que pareciera indicar que el impacto de los planes estratégicos sobre las publicaciones es más fuerte en países que no se destacan por su producción de conocimiento. De todas maneras, aun en estos países, se observa que las publicaciones se han duplicado durante el periodo.

Finalmente, el **Gráfico 4** permite analizar la información de las **Tablas 1 y 2** en forma global. Se observa que en el periodo analizado podría existir una posible relación directa entre la cantidad de IPE y la producción de conocimiento en aquellas áreas temáticas que incentiva el plan en este conjunto de países. La siguiente sección abordará empíricamente esta posible relación.

5. El Anexo describe la clasificación de áreas temáticas y subcategorías utilizada en esta investigación.

Gráfico 4. Evolución de los IPE y la cantidad de publicaciones en áreas prioritarias (2001-2013)



Fuente: RICYT (IPE) y Publicaciones (Scopus)

3. PLANES ESTRATÉGICOS Y PUBLICACIONES ACADÉMICAS

En la sección anterior se han presentado observaciones preliminares sobre la evolución de las publicaciones y los IPE en la región. En esta sección se analiza empíricamente el impacto de los IPE sobre la producción de conocimiento. En particular, se utilizarán técnicas econométricas para identificar cómo se relacionan las áreas de conocimiento que mayor éxito tuvieron en el periodo, en término de sus publicaciones académicas, con aquellas fomentadas por los planes específicos de cada país. Es decir, se analizará si los esfuerzos direccionados hacia las diferentes áreas estratégicas efectivamente han afectado la evolución relativa de la producción de conocimiento en esos campos.

3.1. Estrategia empírica

Esta primera aproximación pretende identificar los parámetros que describen el impacto de incentivar una determinada área mediante la aplicación de instrumentos ejecutores de un plan estratégico en la producción de conocimientos. Para ello se estima el siguiente modelo:

$$publicaciones_{ijt} = \alpha + \beta IPE_{ijt} + \gamma_i + \delta_j + \lambda_t + \varepsilon_{ijt}$$

donde *publicaciones* es el logaritmo natural de una variable que indica la cantidad de artículos académicos en el país *i*, en el área temática *j* en el año *t*, *IPE* es una variable de tipo *dummy* con valor igual a 1 si existe al menos un IPE en el país *i* y área temática *j* en el año *t*, y ε es el término de error. Además, esta especificación incluye efectos fijos por país, área y año, representados por γ , δ y λ respectivamente. Incluir efectos fijos por país permite tomar en cuenta las características inobservables de cada país que permanecen invariantes a lo largo del tiempo y pueden estar correlacionadas con las variables exógenas. De forma similar, incluir efectos fijos por área permite controlar por cualquier característica de las mismas que sea constante en el tiempo. Por otra parte, incluir efectos fijos por año permite eliminar tendencias

existentes, como por ejemplo cambios de políticas, que afectan de manera idéntica la cantidad de publicaciones en todos los países y áreas temáticas a lo largo del tiempo. Por último, las variables se expresan en logaritmos.

Una forma de interpretar la estimación es la siguiente: la publicación de artículos académicos depende de cuatro componentes, el primero de ellos responde a características específicas de cada país y es capturado por los efectos fijos que se incluyen por país, lo cuales consideran características invariables en el tiempo como el tamaño de los países, la cultura, estructura, etc. Por ejemplo, España tiene siempre más publicaciones académicas, independientemente del área, que el resto de los países. El segundo componente responde a características específicas de cada área temática, constantes en el tiempo: por ejemplo, el área de medicina es la que más artículos académicos publica a lo largo del tiempo. El tercer componente, el de nuestro interés, es la inversión direccionada en I+D mediante la aplicación de IPE. Finalmente, el cuarto componente responde a especificidades regionales que caracterizan la época analizada, las cuales son capturadas por la tendencia. Esta elimina cambios en el tiempo que afectan de igual forma a todos los países de la región. Por ejemplo, si los países en 2003 deciden conjuntamente aumentar el gasto en I+D como política regional, esto se verá reflejado en el coeficiente de la tendencia.

3.2. Resultados: efecto de los IPE sobre la cantidad de publicaciones

Los resultados de la estimación se describen en la **Tabla 3**. En la columna 1 se presenta la estimación por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) sin incluir efectos fijos. Se puede observar que el coeficiente asociado con la variable *IPE* es positivo y significativo al 1%. En particular, el coeficiente estimado indica que las áreas que cuentan con al menos un IPE producen un 183% más de publicaciones que aquellas que no. Sin embargo, parte de este efecto puede atribuirse a características específicas a los países o a una tendencia creciente del uso de planes y de las publicaciones durante el periodo. Es por esto que la columna 2 incluye efectos fijos por país lo que purga cualquier característica específica de un país invariante en el tiempo (por ejemplo: tamaño del país), y efectos fijos por año lo que elimina los efectos de la tendencia. Al purgar el coeficiente de estas cuestiones, continuamos observando un efecto positivo y significativo de los IPE sobre

la cantidad de publicaciones, aunque ahora se reduce considerablemente. En particular, el efecto de un IPE sobre las publicaciones en dicho sector, bajo esta especificación, es de un 93%. Aun bajo esta especificación, el coeficiente podría estar captando efectos espurios toda vez que existan características específicas a las áreas que afecten tanto a la cantidad de publicaciones como a la existencia de instrumentos y planes que sean invariantes en el tiempo y afecten a todos los países de la muestra. Por ejemplo, si en Iberoamérica siempre hay más publicaciones en agroindustria y siempre hay más IPE orientados a planes estratégicos en dicho sector, nuestro coeficiente estaría sesgado. Para aliviar este problema potencial, en la columna 3 agregamos efectos fijos por área y, como era de esperarse, el coeficiente cae considerablemente a 12%. Por último, la especificación reportada en la columna 4 reduce aún más la posibilidad de que el coeficiente esté sesgado, ya que incluye efectos fijos por año y efectos fijos por la interacción país-área. Incluir estos últimos permite controlar características específicas a la combinación país-áreas invariantes en el tiempo que afectan tanto a la existencia de instrumentos como la cantidad de publicaciones. Por ejemplo, evita que el efecto de un IPE sobre la cantidad de publicaciones se confunda por un país abundante en recursos naturales que siempre tiene más instrumentos y más publicaciones en esa área. En definitiva, en esta especificación lo que comparamos es el efecto del IPE sobre la cantidad de publicaciones para el mismo país y la misma área estratégica. Los resultados para esta especificación, que utilizaremos como *benchmark* en lo que sigue de esta sección, se presentan en la columna 4. Estos indican que, en promedio, un IPE aumenta un 14% la cantidad de artículos académicos publicados en dicha área.

Adicionalmente, es posible explorar el efecto de la cantidad de IPE que incentivan un área, sobre la generación de conocimientos en dicha área prioritaria. Para ello, la siguiente especificación pretende cuantificar el impacto de incentivar una determinada área mediante un IPE en la producción de conocimientos de dicha área:

$$publicaciones_{ijt} = \alpha + \beta cant_IPE_{ijt} + \gamma_i + \delta_j + \lambda_j + \varepsilon_{ijt}$$

al igual que en la especificación anterior es el logaritmo natural de la cantidad de artículos académicos en el país i , en el área temática j en el año t , mientras que $cant_IPE$ es el logaritmo natural de una variable cuantitativa que indica la cantidad de IPE en el país i y área j en el año t , y ε es el término de error. Esta especificación también incluye efectos fijos por país, área y año, representados por γ , δ y λ respectivamente con el fin de purgar del término de error aquellas características inobservables de cada país que quedan invariantes a lo largo del tiempo y pueden ser correlacionadas con las variables exógenas, como así también características de las áreas estratégicas que sean constantes en el tiempo y posibles tendencias.

Tabla 3. Efecto de los IPE sobre la cantidad de publicaciones académicas

	(1)	(2)	(3)	(4)
IPE_{ikt}	1.832*** (0.099)	0.933*** (0.076)	0.121*** (0.036)	0.140*** (0.027)
EF año	No	Si	Si	Si
EF país	No	Si	Si	No
EF área	No	No	Si	No
EF (país*área)	No	No	No	Yes
Observaciones	5,668	5,668	5,668	5,668
R2	0.049	0.628	0.900	0.965

Errores estándar robustos entre paréntesis. Efectos fijos no reportados.

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

La **Tabla 4** muestra los resultados de esta estimación. La columna 1 muestra la estimación por MCO sin incluir efectos fijos. La columna 2 incluye efectos fijos por país y efectos fijos por año. La columna 3 agrega efectos fijos por área temática y la columna 4 incluye efectos fijos por año y efectos fijos por la interacción país-área, lo cual permite controlar características específicas a la combinación país-área invariantes en el tiempo que afectan tanto a la existencia de IPE como la cantidad de publicaciones. En línea con los resultados anteriores, los coeficientes asociados con la cantidad de instrumentos son positivos y significativos al 99% de confianza en todos los casos. Debido a que las variables están expresadas en logaritmo natural, es posible interpretar dicho coeficiente como una elasticidad, la cual indica el cambio porcentual de la cantidad de publicaciones en determinada área ante el cambio porcentual de la cantidad de IPE en dicha área. De esta forma, un incremento del 1% en la cantidad de instrumentos estaría asociado a un incremento del 185% de las publicaciones en dicha área (columna 1). Al purgar del término de error la tendencia y cualquier característica específica de un país invariante en el tiempo, se encuentra que la elasticidad disminuye, como es de esperarse, a 98%, pero continúa siendo estadísticamente significativa (columna 2). Adicionalmente, si se eliminan aquellas características específicas a las áreas que puedan afectar tanto a la cantidad de publicaciones como a la existencia de instrumentos que sean invariantes en el tiempo y afecten a todos los países de la muestra, se encuentra una elasticidad positiva y significativa, aunque considerablemente menor. Bajo esta especificación, un incremento del 1% en la cantidad de instrumentos estaría asociado a un incremento del 15% de las publicaciones en aquellas áreas incentivadas (columna 3). Finalmente, la especificación reportada en la columna 4 reduce aún más la posibilidad de que el coeficiente esté sesgado, puesto que incluye efectos fijos por año y efectos fijos por la interacción país-área, lo cual permite controlar características específicas a la combinación país-área

Tabla 4. Efecto de la cantidad de IPE en la cantidad de publicaciones académicas

	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>cant_IPE_{ikt}</i>	1.894*** (0.104)	0.981*** (0.075)	0.151*** (0.036)	0.135*** (0.028)
EF año	No	Si	Si	Si
EF país	No	Si	Si	No
EF área	No	No	Si	No
EF (país*área)	No	No	No	Yes
Observaciones	5,668	5,668	5,668	5,668
R2	0.046	0.627	0.900	0.965

Errores estándar robustos entre paréntesis. Efectos fijos no reportados.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

invariables en el tiempo que afectan tanto la existencia de planes como la cantidad de publicaciones. Los resultados para esta especificación indican que, en promedio, un incremento del 1% de un instrumentos aumenta un 13.5% la cantidad de artículos académicos publicados en dicha área prioritaria.

El efecto de un IPE sobre la generación de conocimientos en aquella área que es incentivada podría ser persistente en el tiempo. Con el fin de explorar esta hipótesis, la **Tabla 5** muestra los resultados de estimar el siguiente modelo de regresión:

$$publicaciones_{ijt} = \alpha + \beta cant_IPE_{ijt} + \lambda cant_IPE_{ijt-1} \gamma_i + \delta_j + \lambda_j + \varepsilon_{ijt}$$

donde es el logaritmo natural de la cantidad de artículos académicos en el país i , en el área temática j en el año t , mientras que $cant_IPE_t$ y $cant_IPE_{t-1}$ es el logaritmo natural de una variable cuantitativa que indica la cantidad de instrumentos aplicados por planes estratégicos en el país i y área j en el año t y $t-1$, respectivamente. ε es el término de error y γ , δ y λ representan efectos fijos por país, área y año, respectivamente.

La columna 1 de la **Tabla 5** reporta los coeficientes estimados por MCO sin incluir efectos fijos. La columna 2 incluye efectos fijos, por país de forma de controlar por cualquier característica específica de un país invariante en el tiempo, como por ejemplo el tamaño del país, y efectos fijos por año, con el fin de eliminar la tendencia. La columna 3 además agrega efectos fijos por área y la columna 4 incluye efectos fijos por año y efectos fijos por la interacción país-área, lo cual permite controlar características específicas a la combinación país-área invariables en el tiempo que afectan tanto la existencia de planes e instrumentos como la cantidad de publicaciones. Los resultados indican que en todas las especificaciones la variable de inversión en IPE genera un efecto positivo y estadísticamente significativo en la cantidad de publicaciones en el área que incentiva el plan. Sin embargo, el coeficiente asociado a la variable de inversión en IPE rezagada un periodo de tiempo no resulta estadísticamente significativo bajo ninguna de las especificaciones de la **Tabla 5**. Esto indica que el efecto de un IPE no parecería persistir en el tiempo en la generación de conocimientos en el área incentivada.

Tabla 5. Persistencia del efecto de un IPE en la producción de conocimientos

	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>cant_IPE_{ikt}</i>	1.736*** (0.252)	0.854*** (0.156)	0.194*** (0.070)	0.152*** (0.048)
<i>cant_IPE_{ikt}</i>	0.151 (0.273)	0.158 (0.171)	-0.055 (0.075)	-0.032 (0.050)
EF año	No	Si	Si	Si
EF país	No	Si	Si	No
EF área	No	No	Si	No
EF (país*área)	No	No	No	Yes
Observaciones	5,353	5,353	5,353	5,353
R2	0.046	0.630	0.902	0.966

Errores estándar robustos entre paréntesis. Efectos fijos no reportados.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

3.3. Impacto de los IPE sobre las áreas no incentivadas: derrame de conocimiento o sustitución

En la sección anterior mostramos que aquellas áreas seleccionadas como prioritarias, y por tanto recibiendo apoyo financiero, aumentan la cantidad de publicaciones. Asimismo, mostramos que la probabilidad de que un área empiece a producir publicaciones en un país aumenta si es seleccionada en un plan estratégico direccionado. En esta sección, nos preguntamos cómo afectan los IPE a aquellas áreas que no son consideradas como prioritarias.

En principio, la dirección del efecto es ambigua. Por un lado, existe literatura que plantea que incentivar áreas estratégicas puede generar derrames de conocimientos sobre otras áreas aumentando la producción de conocimiento de estas últimas, aun cuando no reciban apoyo directo. Por otro lado, es posible que se genere un efecto sustitución en el cual investigadores que se encuentran en la intersección entre dos áreas orienten sus esfuerzos hacia las áreas financiadas por el plan y se reduzcan las publicaciones en las áreas no seleccionadas.

Con el fin de dilucidar empíricamente el efecto del plan direccionado sobre las áreas no seleccionadas, estimamos el efecto cruzado de un IPE que incentiva el área sobre la generación de conocimientos en el área k .

Formalmente, el modelo de regresión es el siguiente:

$$publicaciones_{ijt} = \alpha + \beta IPE_{ikt} + \gamma_i + \delta_j + \lambda_j + \varepsilon_{ijt}$$

donde *publicaciones* es una variable que indica la cantidad de artículos académicos en el país i , en la área j en el año t , *IPE* es una variable de tipo *dummy* con valor igual a 1 si existe al menos un plan estratégico en el país i y área k (para $\forall k \neq j$) en el año t y ε es el término de error. Se incluyen efectos fijos por país, área; además se incluye una tendencia. Igual que en especificaciones anteriores, las variables se expresan en logaritmos.

Los resultados que se presentan en la **Tabla 6**. Se puede observar que incentivar un área mediante la aplicación de un IPE reduce las publicaciones académicas en las otras áreas un 15%. Por ejemplo, un IPE que incentive agronomía en un país y año determinado tiene un efecto negativo en las publicaciones académicas en agroindustria si esta área no fue incentivada. Esto sugiere que el efecto sustitución prima por sobre el efecto derrame. O puesto de otra forma, al diseñar un plan estratégico direccionado hay que considerar que, si bien el área priorizada va a crecer, el instrumento va a generar un efecto negativo sobre las publicaciones científicas en aquellas áreas que no son elegidas. Esto resulta especialmente importante si consideramos que en muchos casos no es obvio cuáles sectores son los mejores para dinamizar la producción de conocimiento, y errores en la elección pueden llevar a desincentivar áreas que eran clave para el desarrollo.

Tabla 6. Efecto indirecto de un IPE en otras áreas

	(1)
<i>IPE_{ikt}</i>	-0.158*** (0.000)
Constante	2.327*** (0.000)
EF país-área	Si
EF año	Si
Observaciones	5,668
R2	0.966

Errores estándar robustos entre paréntesis. Efectos fijos no reportados.

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

CONCLUSIONES

Si bien la asociación entre el desarrollo de las sociedades y la capacidad de generar conocimiento es tan clara que los gobiernos adoptan distintas estrategias para incentivar la investigación y desarrollo en sus países, aún no existe un consenso sobre cuál es la estrategia que permita garantizar que la inversión en I+D conduzca a una mayor producción de conocimientos. Este trabajo pretende contribuir a este debate al establecer la relación entre los IPE y la producción científica en aquellas áreas priorizadas. Esto adquiere mayor importancia al considerar que, durante la última década, Iberoamérica se ha caracterizado por sus esfuerzos en incentivar la I+D.

Mediante la utilización de técnicas econométricas se identificó la asociación empírica entre aquellas áreas temáticas que mayor éxito tuvieron en el periodo 1996-2013, en término de la cantidad de publicaciones, y aquellas fomentadas por los planes estratégicos de cada país.

En primer lugar, nuestros resultados indican que incentivar un área mediante un IPE tiene un impacto positivo en la producción de conocimientos. En particular, en nuestra especificación preferida, se observa que un IPE aumenta un 14% la cantidad de publicaciones científicas en aquella área que es incentivada. En segundo lugar, estos instrumentos tienen un impacto temporal limitado y requieren entonces su mantenimiento para que su efecto persista. En tercer lugar, encontramos que los IPE tienen un efecto negativo sobre la cantidad de publicaciones en aquellos campos que no abarca. Esto sugiere que la inversión direccionada provoca un efecto sustitución en favor de las áreas priorizadas por el plan.

En resumen, los resultados que se desprenden de esta investigación indican que los esfuerzos direccionados hacia diferentes áreas efectivamente han afectado de forma positiva la evolución relativa de la producción de conocimiento en esos campos. De esta forma, los resultados hallados se convierten en insumos relevantes para la definición de políticas públicas orientadas a potenciar la producción de conocimientos en una región que se caracterizó durante los años estudiados por una tendencia creciente en la inversión en I+D.

BIBLIOGRAFÍA

ALBORNOZ, F. y GARCÍA LEMBERGMAN, E. (2015): "Perspectivas para la Ciencia y Tecnología en Iberoamérica", *El Estado de la Ciencia - Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericanos / Interamericanos (2015)*, Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT).

HALL, B. H., MAIRESSE, J., y MOHNEN, P. (2009): *Measuring the Returns to R&D* (No. w15622), National Bureau of Economic Research.

HWANG, J., y GERAMI, M. (2007): "Analysis of investment in knowledge inside OECD countries", *World Academy of Science, Engineering and Technology*, n° 25.

LEDERMAN, D. y MALONEY, W. F. (2003): *Research and development (R&D) and development* (No. 3024), The World Bank.

ROUVINEN, P. (2002): "R&D-productivity dynamics: Causality, lags, and 'dry holes'", *Journal of Applied Economics*, vol. 5, n°1, pp. 123-156.

ANEXO. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS DE CONOCIMIENTO EN SCOPUS

El sistema de clasificación de áreas de conocimiento de Scopus está basado en 27 áreas temáticas principales y en 313 subcategorías específicas. La siguiente tabla describe las categorías y subcategorías consideradas en el presente trabajo, las cuales tienen su correlato con aquellas áreas de conocimiento incentivadas por los planes estratégicos.

Categoría y subcategoría	Descripción
Aeroespacial	Subcategoría del área de Ingeniería.
Tecnología en Agua	Subcategoría del área de Ciencias Ambientales.
Ambiente	Área de Ciencias Ambientales excluyendo subcategoría de Tecnología en Agua.
Arquitectura	Subcategoría del área de Ingeniería.
Biología	Subcategoría del área Bioquímica, Genética y Biología Molecular.
Matemáticas y Física	Área de Matemática, Física y Astronomía.
Energía	Área de Energía.
Electrónica	Electrónica, Óptica y Materiales Magnéticos (subcategoría del área de Ciencia de los Materiales) e Ingeniería Electrónica (subcategoría del área de Ingeniería).
TIC	Área de Ciencias de Computación (excluyendo software) y subcategoría de Comunicación.
Industria	Industria e Ingeniería de fabricación (subcategoría del área de Ingeniería).
Ingeniería	Área de Ingeniería excluyendo subcategoría de Ingeniería aeroespacial, Arquitectura e Ingeniería electrónica, Industria e Ingeniería de fabricación.
Materiales	Área de Ciencia de los Materiales excluyendo las categorías de Nanotecnología y Electrónica, Óptica y Materiales Magnéticos.
Medicina	Área de Medicina.
Nanotecnología	Subcategoría del área de Ciencias de los Materiales.
Turismo	Subcategoría del área Negocios, Administración y Contabilidad.
Química	Área de Química.
Software	Subcategoría de Ciencias de Computación.
Agropecuaria/Agroindustria	Área de Agricultura y Ciencias Biológicas
Ciencias Sociales y Humanidades	Área de Ciencias Sociales (excluyendo la subcategoría de Comunicaciones), Artes, Humanidades, Psicología y Economía
Tecnología	Gestión de Tecnología e Innovación (subcategoría del área de Negocios, Administración y Contabilidad)