

1.2. PERSPECTIVAS PARA LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN IBEROAMÉRICA

FACUNDO ALBORNOZ¹
EZEQUIEL GARCÍA LEMBERGMAN²

RESUMEN

En este trabajo estudiamos la relación entre crecimiento económico, esfuerzo en investigación y desarrollo (I+D) y desempeño de Iberoamérica en términos de resultados en ciencia y tecnología (CyT). A partir de establecer estas conexiones, basadas en comportamientos de dichas variables en el pasado, se establecen diferentes trayectorias esperadas para el gasto en I+D de Iberoamérica y los resultados en CyT en los próximos años. Nuestro trabajo no solo establece perspectivas para la ciencia y tecnología en Iberoamérica sino que contribuye a entender i) la relación entre ciclo económico y esfuerzo en investigación de la región; ii) la sensibilidad de la producción científica a cambios en estos esfuerzos; iii) hasta qué punto lo observado en la región en los últimos años refleja una vocación política específica que resista a los vaivenes del ciclo económico y; iv) la diferencia entre la sensibilidad del gasto en I+D al crecimiento económico de cada país y la sensibilidad a cambios a nivel regional.

SECCIÓN I. INTRODUCCIÓN

El dinamismo económico que caracterizó a varios países de la región en los últimos años coincidió con una mayor inversión pública - y en menor medida también privada - en actividades científico-tecnológicas. Si bien estos esfuerzos tuvieron algún grado de repercusión sobre los logros científicos, su impacto no fue inmediato y su extensión varió de país en país. Se puede argumentar que la forma en la cual el gasto en Investigación y Desarrollo (I+D, de aquí en más) se traduce en resultados directos, y cómo estos resultados se reflejan en una mejora de la productividad que potencie el desarrollo económico, varía

de acuerdo a diferentes escenarios macroeconómicos de cada país (Fatas, 2000; Walde y Woitek, 2004; Barlevy, 2007). Resulta entonces importante establecer cómo el gasto en I+D y sus resultados observables en CyT varían de acuerdo a diferentes escenarios de crecimiento económico que se pueden esperar.

En este capítulo nos proponemos realizar un ejercicio de prospectiva que permita determinar escenarios futuros para los países de la región en términos de sus logros en CyT, expresados en patentes y publicaciones científicas. Para ello, estudiaremos mediante técnicas econométricas cómo la evolución del producto bruto interno de los países de la región amplificó el esfuerzo en I+D durante la última década y cómo este esfuerzo se manifestó en incrementos en el número de patentes y publicaciones científicas alcanzadas. A partir de los coeficientes estimados, será posible simular diferentes escenarios de crecimiento y predecir las perspectivas en términos de gasto en I+D y resultados científico-tecnológicos para los próximos años.

La construcción de los distintos escenarios futuros se hará de acuerdo a diferentes proyecciones de perspectivas económicas y financieras y de acuerdo al esfuerzo en I+D asociado a estas trayectorias esperadas. Para ser más específicos, se distinguirá un escenario a futuro favorable en el cual se asume que se repetirá el contexto económico de la década pasada de otros que, a distintos niveles, anticipan mayores dificultades por el lado de los términos de intercambio y de la demanda internacional de las exportaciones de América Latina.

Entre los resultados que se obtienen, se puede destacar que en el escenario más optimista se puede esperar un crecimiento de la inversión en I+D entre 2014 y 2020 de más del 145%, lo que conlleva a un aumento de alrededor del 45% en la cantidad de patentes otorgadas y las publicaciones en SCI en dichos años. En cambio, bajo el escenario más pesimista se espera un estancamiento

1. UdeSA/CONICET - falborno@udesa.edu.ar

2. UdeSA/CIDED - elebergman@udesa.edu.ar

tanto del esfuerzo en I+D como en su impacto sobre los resultados de CyT en Iberoamérica.

Es importante señalar que nuestras predicciones no revelan el futuro sino que establecen conexiones entre crecimiento económico, esfuerzo en investigación y desempeño de la región en términos de resultados en CyT. A partir de estas conexiones, basadas en comportamientos de dichas variables en el pasado, se establece el potencial comportamiento de las variables en el futuro. Si se quiere, el análisis permite ponerle un límite tanto a la euforia como al pesimismo acerca de lo que le espera a la región en el futuro. Entre las preguntas más sustanciales a las que nuestros resultados pueden contribuir se destacan cuánto del mayor esfuerzo en I+D fue potenciado por los factores externos que facilitaron el crecimiento económico, cuán sensible es la producción científica esperable a cambios en el contexto económico de cada país y de la región como un todo y hasta qué punto lo observado en la región en los últimos años refleja una vocación política específica que resista a los vaivenes del ciclo económico.

SECCIÓN II. DATOS

Para la realización de este trabajo utilizamos datos provenientes de tres fuentes principales. En primer lugar, los indicadores de gasto en I+D, patentes otorgadas y publicaciones para Iberoamérica fueron tomados de la base de datos de Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT). En segundo lugar, tomamos indicadores de gasto en I+D, patentes, publicaciones y producto bruto en dólares corrientes para el resto de las regiones de la base de World Development Indicators (WDI) del Banco Mundial. Por último, utilizamos las proyecciones que realiza el Fondo Monetario Internacional (IMF por sus siglas en inglés) y publica en su base de datos de World Economic Outlook. Nos enfocamos en el periodo que va desde 1998 hasta 2012, el último año con datos disponibles para todas las variables.

SECCIÓN III. CONTEXTO, ESPECIFICIDAD IBEROAMERICANA.

III.1 Gasto en investigación y desarrollo y PBI

La inversión en ciencia y tecnología (CyT) tiene un rol fundamental en el crecimiento económico a través de su efecto sobre la productividad, diversificación productiva y la capacidad de competir en mercados globales. Trabajos como Rouvinen (2002), Hall, Mairesse y Mohnen (2009), o Lederman y Maloney (2003), entre otros, han mostrado que esta inversión tiene una elevada rentabilidad social. Las economías de América Latina se han caracterizado históricamente por un pobre desempeño en innovación y contribución a la frontera científico-tecnológica. Este desempeño de la región se asocia a un bajo gasto en I+D, pobre articulación entre el sector productivo y el

académico, deficiencias en la infraestructura, escasez de profesionales de alta educación y bajos niveles educativos en general. El tenue esfuerzo en investigación y desarrollo constituye así un aspecto crítico de las economías de América Latina.

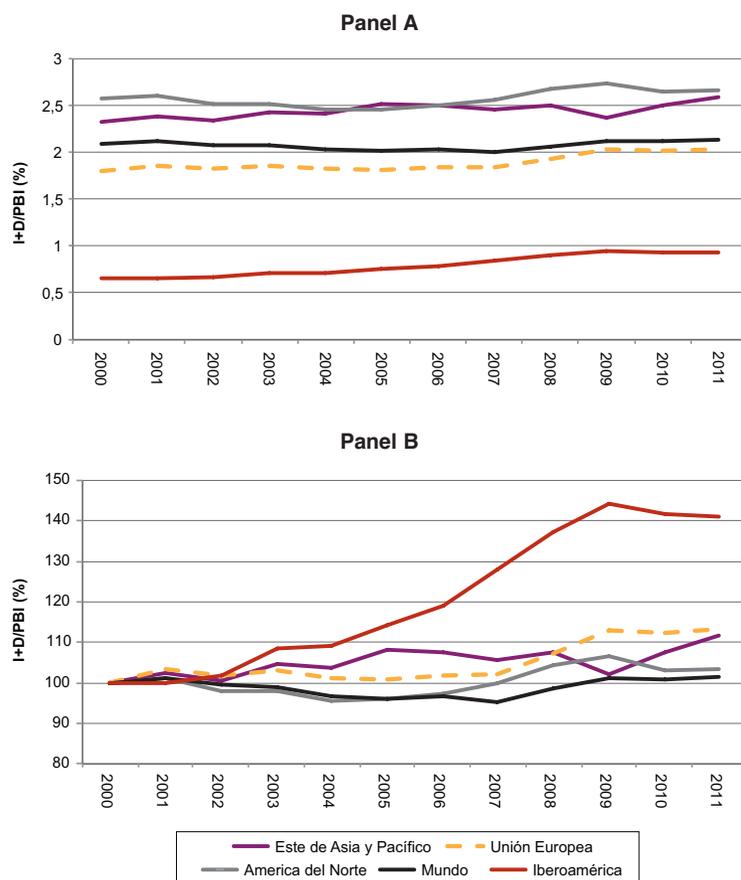
Sin embargo, durante la última década, aprovechando factores externos (mejora en términos de intercambio) e internos (dinamismo de los mercados locales) que permitieron a la región un fuerte crecimiento económico, algunos países aumentaron considerablemente su inversión en I+D, lo que aumentó el gasto promedio regional acortando 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 el gasto en I+D de Iberoamérica está en torno al 0.7% de su PBI en el año 2000, mientras que el mismo indicador para la Unión Europea y Norteamérica asciende a 1.8% y 2.6%, respectivamente. También se puede observar que en los últimos años los esfuerzos en I+D han crecido en Iberoamérica a un ritmo 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 parece haber intentado achicar la amplia brecha que la separa de las regiones de mayor nivel de desarrollo.

Si bien hasta aquí hemos mostrado que el gasto en investigación y desarrollo creció durante la última década para Iberoamérica como un todo, es importante recalcar que esta evolución ha sido heterogénea dentro de la región. Sólo un grupo de países fueron los que dinamizaron el gasto en I+D, mientras que otros han mantenido constante su intensidad de gasto o, incluso, la han disminuido durante el periodo. La **Tabla 1** muestra el gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PBI para el año 2011 y la variación porcentual entre 2003 y 2011 para los países de Iberoamérica. Será conveniente para la exposición dividir a Iberoamérica en dos grupos de países. Por un lado, aquellos países que más aumentaron sus esfuerzos por la investigación entre los que se encuentran Argentina (47%), Brasil (19%), Chile (36%), Colombia (74%), Costa Rica (24%), Ecuador (325%), México (22.37%), Portugal (108%) y Uruguay (81%). Por el otro, aquellos que redujeron el gasto entre los que se encuentran Paraguay y la mayoría de los países de Centroamérica.

III.2 GASTO EN I+D Y RESULTADOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CYT)

Si bien hemos documentado un destacable aumento del gasto en I+D en los países de Iberoamérica, no resulta evidente que esto haya tenido un correlato en un mayor número de patentes o publicaciones, al menos en el corto plazo. Mientras que de la inspección gráfica de la sección anterior resulta evidente que la brecha en términos de intensidad del gasto (I+D/PBI) con respecto a los países

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



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

desarrollados se ha acortado, requiere un análisis más exhaustivo entender si este aumento del esfuerzo se ha traducido en resultados positivos en CyT. En el **Gráfico 2** se presenta la evolución de las patentes para las distintas regiones seleccionadas. Es posible observar que Norteamérica, el este de Asia y el promedio mundial han crecido a un ritmo mayor que Iberoamérica en lo que respecta a patentes. Un patrón similar resulta evidente en el **Gráfico 3** que refleja la evolución de las publicaciones en revistas científicas.³ Estos resultados, que serán revisados más adelante, es importante entenderlos en su contexto. En primer lugar, es posible que la inversión en I+D requiera cierto tiempo para afectar los resultados en términos de patentes y publicaciones. En segundo lugar, este efecto no depende solamente del esfuerzo actual en I+D sino también del “stock de conocimiento” en la economía. Es por esto que es lógico esperar que la brecha en términos de resultados directos no se vea afectada en el corto tiempo.

Hasta aquí describimos algunas cuestiones que han hecho particular a Iberoamérica en la última década. Por un lado, partiendo de un gasto en I+D considerablemente menor en el año 2000 ha ido achicando la brecha de intensidad de gasto en I+D con respecto a los

Tabla 1. Evolución del Gasto en I+D para los países de Iberoamérica.

País	2011 I+D/PBI (%)	Variación 2000-2011 (%)
Grupo AE:		
Argentina	0,65	47,42
Brasil	1,21	18,8
Chile	0,45	36,41*
Colombia	0,18	74,19
Costa Rica	0,48	23,5
Ecuador	0,25	325,20*
España	1,33	9,79
Portugal	1,52	108,89
México	0,46	22,37
Uruguay	0,43	81,06
Grupo BE:		
Cuba	0,27	-39,25
Guatemala	0,05	-34,58
Panamá	0,19	-51,36
Paraguay	0,06	-32,24
Trinidad y Tobago	0,04	-65,42
América Latina y el Caribe	0,78	36,53
Iberoamérica	0,93	41,01

*Chile (2007-2010)

**Ecuador (2001-2008). Además, cabe aclarar que hubo un cambio de metodología en la medición en Ecuador que explica gran parte del crecimiento.

Fuente: RICYT

3. Para hacer comparaciones a nivel mundial aquí utilizamos el indicador de artículos publicados del SCI proporcionado por el Banco Mundial. En este caso, la metodología para el cálculo de publicaciones por país se realiza considerando una fracción de artículo para cada autor participante. Más adelante, en la sección A.2, se toman datos de publicaciones de Iberoamérica de la base de datos de RICYT en la que se contabiliza un artículo entero para cada autor participante.

países desarrollados en la última década. Por el otro, este aumento de esfuerzo no parece tener un impacto diferencial considerable sobre los resultados en CyT medidos a través de publicaciones científicas y patentes.

SECCIÓN IV. PROSPECTIVA: GASTO EN I+D Y RESULTADOS EN CYT

En esta sección buscamos identificar patrones que expliquen los resultados en términos de actividades científicas y tecnológicas de forma tal de poder predecir cómo será la evolución de estas variables para Iberoamérica en general, y para cada uno de sus países en particular. En particular, utilizaremos técnicas econométricas para identificar cómo se relacionan el gasto en I+D de cada país con su crecimiento económico y cómo este gasto se relaciona con los resultados, de forma tal de poder realizar predicciones de resultados a partir de proyecciones de crecimiento de cada país.

IV. 1. Abordaje empírico

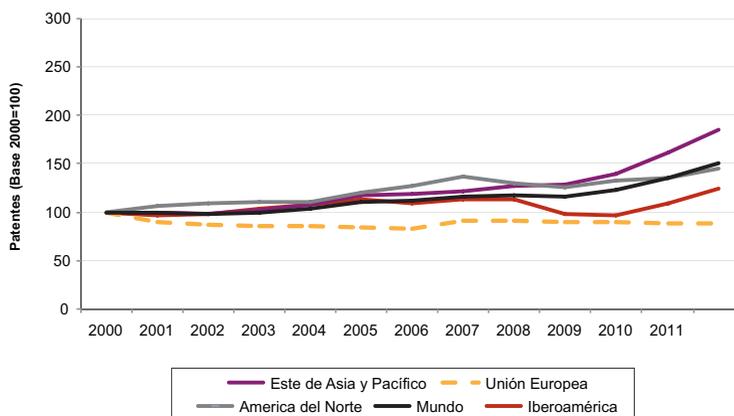
El ejercicio de prospectiva implica identificar en el pasado asociaciones empíricas que vinculen la evolución observable de las variables de interés (variables Y) con la de aquellas que pueden determinarlas (variables X). Una vez que se identifica un modelo empírico que es capaz de replicar la evolución observable de Y en función de X, su estimación permitirá recuperar los parámetros fundamentales (β) de esta relación (i.e. cómo cambios en X afectan la evolución de Y). Si suponemos que los β son invariantes, entonces podemos darle valores posibles a X, que capturen, por ejemplo, distintos escenarios futuros y proyectar la evolución esperable de Y.

En los términos concretos de este estudio, nuestro objetivo final es dar escenarios futuros de los logros científico-tecnológicos, captados por patentes y publicaciones académicas, como resultado del esfuerzo (gasto) en I+D. Esto nos exige proceder en dos etapas.

En la primera etapa, debemos estudiar los determinantes del gasto en I+D como función del contexto macroeconómico de los países, expresado en el crecimiento del PBI.

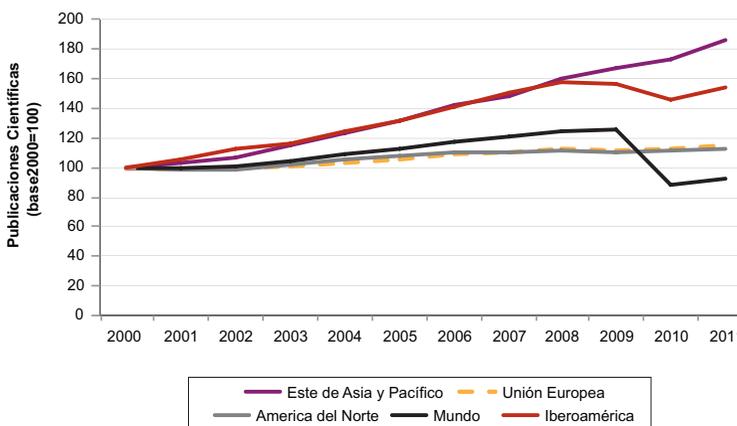
En la segunda etapa estudiaremos cómo el gasto en I+D impacta en la producción futura de ciencia y tecnología. De la primera etapa recuperaremos un parámetro que nos indica la elasticidad del gasto en I+D en función del

Gráfico 2. Patentes por habitante. Base 2000=100



Fuente: WDI – Banco Mundial

Gráfico 3. Artículos científicos por región (Base 2000=100)



Fuente: WDI – Banco Mundial

PBI. Esto es fundamental pues entonces podremos imaginar distintos escenarios futuros de la evolución del producto para cada país y, dada la elasticidad estimada, seremos capaces de predecir cuál será el gasto en I+D, de acuerdo a cada escenario.

En la segunda etapa recuperaremos la relación que describe el vínculo entre I+D y logros futuros en patentes y publicaciones. De esta manera, para cada escenario futuro podremos dar una idea de cuál será el gasto en I+D y, en función de esa predicción, podremos aproximar los logros esperables para cada evolución futura del PBI.

Para postular escenarios adoptamos el siguiente criterio. En primer lugar supondremos una situación optimista que replica, en términos del crecimiento económico, la evolución excepcional para cada país en términos históricos del PBI entre 2003 y 2013. El escenario alternativo sigue las predicciones del PBI que realiza el FMI. Este a su vez está

altamente correlacionado con la evolución del PBI que se manifiesta en los países de la región desde 2009 a 2013. Por último, planteamos un escenario pesimista que responde a la especificidad iberoamericana discutida en la sección precedente. Esta da cuenta de un mayor esfuerzo relativo de los países de la región que se plasma en una elasticidad I+D/PBI más alta que la observada para el resto del mundo. Esta situación de continuidad se contrasta con una posible reducción del esfuerzo de I+D generalizado que puede llegar a caracterizar los años próximos si las amenazas de ajustes económicos daña la vocación en invertir en I+D que la mencionada especificidad iberoamericana parece expresar. En este contexto, planteamos un escenario en el cual la tendencia creciente regional del I+D pase a ser a constante. Por lo tanto, estudiaremos los 3 escenarios que se describen en la **Tabla 2**.

constante en el tiempo. En particular, en este primer paso estimamos la siguiente ecuación:

$$\log(I+D)_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \log(PBIpc)_{i,t-1} + a_i + tendencia_t + \mu_{i,t}$$

Donde los subíndices “i” y “t” denotan país y año respectivamente e I+D es el gasto total en investigación y desarrollo. PBIpc denota el PBI per cápita, a_i es un vector de efectos fijos por país y también incluimos una tendencia que captura la evolución general de la región. La tendencia permite capturar cambios de política regionales de la época o la convergencia natural hacia mayores niveles de I+D.

Tabla 2. Escenarios postulados.

Escenarios	Evolución del PBI	Evolución Gasto en I+D
Favorable	Crecimiento 7% anual	Tendencia constante
FMI	Crecimiento 3.4% anual	Tendencia constante
FMI desfavorable	Crecimiento 3.4% anual	Fin de la tendencia

IV. 2. PRIMER PASO: EL PBI COMO DETERMINANTE DEL GASTO EN I+D EN IBEROAMÉRICA

a. Estimación del modelo

Diversos estudios encuentran que existe una correlación positiva entre el crecimiento económico y el gasto en I+D. En particular, autores como Fatas (2000) y Barlevy (2007) proveen evidencia de un comportamiento pro-cíclico entre PBI y gasto en I+D. Por su parte, Walde y Woitek (2004) encuentran relación positiva entre dichas variables para los países del G-7. El PBI de los países, al sintetizar muchas de sus características, parece ser una variable indicada para incluir en la función que se utilizará para predecir el gasto en I+D. Más aún al medir la situación económica general de los países, el PBI sirve también como variable proxy para otros determinantes como, por ejemplo, los términos de intercambio.

Teóricamente, en este primer paso, buscamos identificar los parámetros que describen el impacto del PBI del año anterior sobre el gasto en I+D del año corriente. Intuitivamente, esperamos que el efecto del crecimiento sobre los esfuerzos en I+D no sea inmediato sino que se relacione con la situación económica del pasado. Asimismo, en la estimación principal incluimos efectos fijos por país para controlar por diferencias específicas de los países en la región. Esto último nos permite controlar por cualquier característica de los países que sea

Una forma de interpretar la estimación es la siguiente: el gasto en I+D depende de tres componentes, el primero de ellos responde a características específicas de cada país y es capturado por los efectos fijos que incluimos para cada país. Aquí entran características invariables en el tiempo como el tamaño de los países, la cultura, estructura, etc. Por ejemplo, Brasil, dado su tamaño, tiene siempre más gasto en I+D que el resto de los países. El segundo componente es el desempeño económico de cada país que lo aproximamos con la evolución del PBI per cápita. Dado que el PBI está fuertemente correlacionado con factores internos, como el nivel de consumo, y factores externos, como los términos de intercambio, el coeficiente que obtengamos para el PBI también captura indirectamente la relación entre el gasto y dichos factores. Finalmente, el tercer componente responde a especificidades regionales que caracterizan la época analizada y es capturado por la tendencia. Esta captura 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.

Los resultados de la estimación se presentan en la **Tabla 3**. En la columna 1 no se incluyen efectos fijos por país ni tendencia. Se puede observar que no solo la elasticidad del I+D al PBI del año anterior es positiva sino que es mayor a 1. Es decir, aumentos del PBI del 1% en el año t se traducen en aumentos de 2.18% en I+D al año

siguiente. La columna 2 incluye efectos fijos por país por lo que purga cualquier característica de los países que sea invariante en el tiempo como ser su tamaño inicial, su PBI inicial e idiosincrasias particulares. Como era de esperarse, una vez que se purgan cuestiones estructurales de los países la elasticidad se reduce aunque sigue siendo mayor al 1%. Notar que al incluir efectos fijos país, el poder predictivo medido por medio del R-cuadrado mejora notablemente. Por último, la columna 3 incluye, además de efectos fijo país, la tendencia. Esto permite también controlar por shocks que afectan a todos los países de Latinoamérica por igual. Obviamente en esta última columna el coeficiente asociado al PBI per cápita se reduce ya que ahora el efecto total en I+D se explica tanto por su elasticidad con respecto al PBI del país como por la evolución regional.

La estimación que utilizaremos como *benchmark* para el ejercicio de prospectiva es la correspondiente a la columna 3. Esta nos dice que, en promedio, un país que aumenta su PBI en un 1%, aumenta en 0,74% su gasto en I+D al periodo siguiente. Por otro lado, la estimación plantea que aún sin cambios en el PBI de cada país en particular, la tendencia regional hace que todos los años aumente el gasto en I+D un 7,5%. Es decir, si bien una buena parte del crecimiento del gasto de los países de Iberoamérica se explica por una característica pro-cíclica de cada país, también se identifica un cambio regional que tuvo parte durante el periodo como principal explicación al aumento del esfuerzo de Iberoamérica.

Antes de evaluar distintos escenarios posibles en el futuro, resta evaluar si los valores predichos en nuestra estimación (3) se conciben con lo observado en la data en el pasado. En el Gráfico 3 queda explícito el poder predictivo del modelo país por país. La línea punteada roja es la predicción del log (I+D) mientras que la línea azul representa los valores observados de la variable para cada año. Es posible observar que para la mayoría de los países la predicción presenta un ajuste preciso al verdadero valor que ha sido observado en el pasado.

PREDICCIÓN DEL GASTO EN I+D

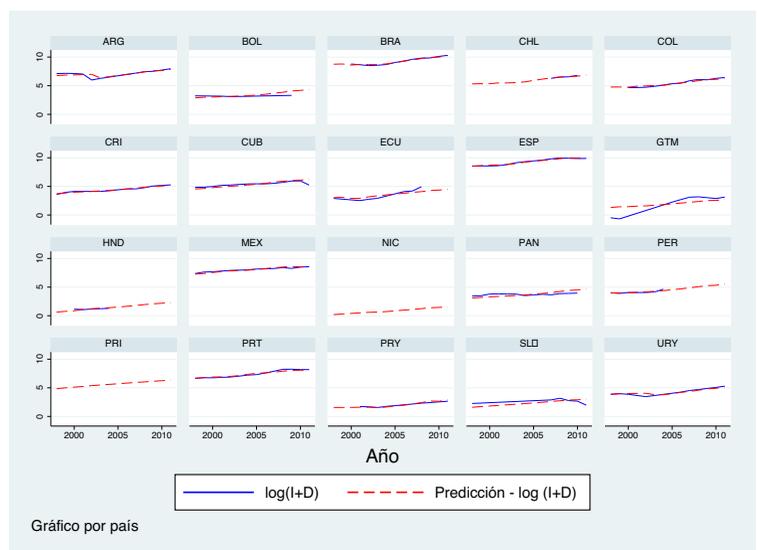
Una vez que tenemos los coeficientes estimados y ya nos aseguramos que el modelo tiene suficiente poder predictivo, podemos evaluar la evolución del gasto en I+D bajo los tres escenarios previamente

Tabla 3. Impacto del PBI en el gasto en I+D

	Variable Dependiente: log (I+D _t)		
	(1)	(2)	(3)
log (PBIpc _{t-1})	2,1852*** (0,1863)	1,4675*** (0,1002)	0,7376*** (0,1322)
Tendencia			0,0755*** (0,0152)
Obs	181	181	181
R2	0,5999	0,9755	0,9825
EF País	No	Si	Si
EF Año	No	No	Si

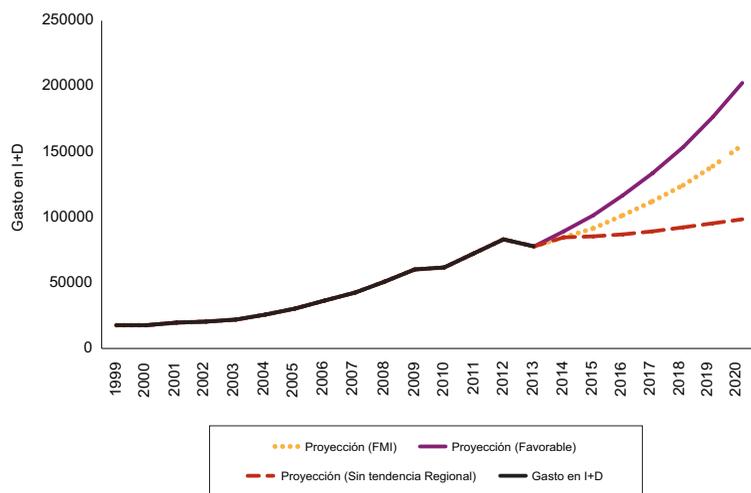
Errores Estándar robustos entre paréntesis. Efectos fijos por país no reportados.
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Gráfico 4. Ajuste de la predicción del log (I+D)



Fuente: Estimación propia en base a datos de RICYT (Gasto en I+D) y WEO-FMI (PBI proyectado)

Gráfico 5. Proyección del gasto en I+D.



Fuente: Estimación propia en base a datos de RICYT

Tabla 4. Impacto de I+D en resultados

	Variable Dependiente: log (patentes)		
	(1)	(2)	(3)
log (I+D) _{t-1}	0,2780** (0,1177)		
log (I+D) _{t-2}		0,3691** (0,1586)	
(log (I+D) _{t-1} + log (I+D) _{t-2})/2			0,3131** (0,1214)
Observaciones	134	114	134
R2	0,9312	0,9352	0,9318
EF país	Si	Si	Si

Errores Estándar robustos entre paréntesis. Coeficiente para efectos fijos por país no reportados.
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

mencionados. El **Gráfico 5** presenta la proyección para la variable en cuestión. Se puede observar que en el escenario favorable, si se repitiera el crecimiento de la última década, se espera que durante los próximos 8 años el gasto en I+D de Iberoamérica aumente más del 125%, ubicándose en torno a los 205,000 millones de dólares en 2020. En cambio, si tomamos el escenario de crecimiento económico proyectado por el FMI, el crecimiento esperado es menor al 80%. Finalmente, si la tendencia regional favorable a la inversión en I+D se detiene el panorama se tornaría más complejo. En este caso, solo se experimentaría un aumento de tan solo 15% en los próximos 6 años.

IV. 3. SEGUNDO PASO: I+D EN RESULTADOS.

Estimación del modelo

El primer paso nos permitió predecir la evolución de los esfuerzos en I+D dependiendo de la situación económica de cada país en particular, y de Iberoamérica en general, de cara al futuro. Sin embargo, para predecir los resultados en ciencia y tecnología es necesario establecer una función que relacione el gasto en I+D con los indicadores de patentes y los indicadores bibliométricos.

Es lógico pensar que el efecto de la inversión en I+D sobre los resultados requiere cierto tiempo por lo que en nuestra función de producción de patentes el I+D debe entrar rezagado. Dado que no es claro cuánto tiempo lleva trasladar gasto en resultados, nos sometemos al rigor de los datos y evaluamos qué modelo termina ajustando mejor. Entre los modelos propuestos incluimos el gasto en I+D en el periodo anterior, el gasto dos periodos anteriores y el promedio del gasto en los últimos dos años. A modo general, nos interesa estimar la siguiente ecuación:

$$\log (\text{Resultados})_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \log (I + D)_{i,t-1} + a_i + \text{tendencia}_i + \mu_{i,t}$$

Donde “i” y “t” denotan país y año respectivamente y la variable Resultados la mediremos con patentes otorgadas, por un lado, y publicaciones en SCI, por el otro.

A.1. Resultados en términos de patentes otorgadas

Los resultados de la estimación de la ecuación (1) para patentes otorgadas se presentan en la **Tabla 4**. Se puede observar que bajo todas las especificaciones el gasto en I+D de periodos anteriores tiene un impacto positivo sobre la cantidad de patentes otorgadas. Por ejemplo, un aumento del 1% del gasto en I+D implica 0,37% más patentes dentro de dos años (columna 2). Por otro lado, también se puede observar que la estimación que mejor ajusta es la de la columna 2 que será nuestro modelo base para realizar las predicciones. Es importante remarcar que el coeficiente asociado al gasto en I+D también podría capturar parte del efecto del PBI sobre el número de patentes a través de mayores incentivos a apropiarse del beneficio económico de la innovación.

Nuevamente, podemos realizar el ejercicio país por país para ver si nuestro modelo tiene poder predictivo en los diferentes países de la región. Si bien el ajuste es menos preciso que en el caso del gasto en I+D, se puede destacar que la predicción es consistente con los datos en la mayoría de los casos. Obviamente, en aquellos países que contamos con menos datos, como por ejemplo Honduras, la predicción resulta menos precisa.

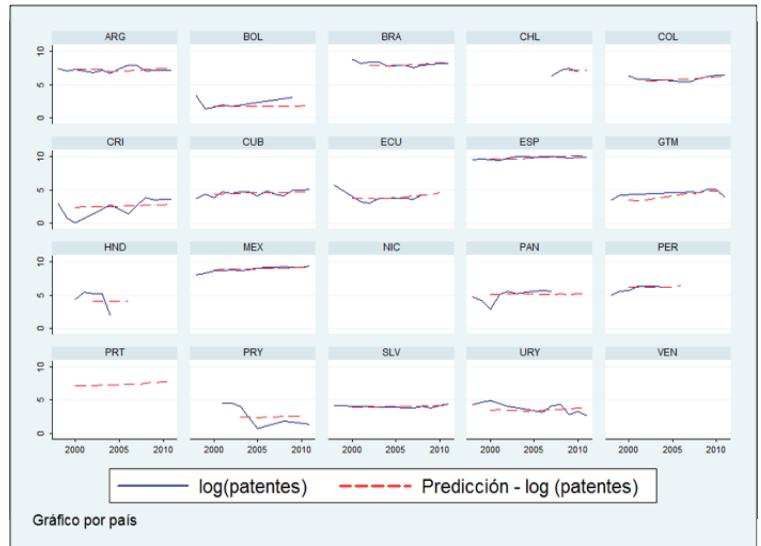
36

A. 2. RESULTADOS EN TÉRMINOS DE PUBLICACIONES SCI

Los resultados de la estimación de la ecuación (1) para publicaciones en SCI se presentan en la **Tabla 5**. Es posible observar que el gasto en I+D de periodos anteriores tiene un impacto positivo sobre la cantidad de publicaciones SCI. El efecto es inclusive mayor en comparación con la elasticidad que encontramos para patentes otorgadas. Por ejemplo, un aumento del 1% del gasto en I+D implica un aumento del 0,4% en las publicaciones de los próximos dos años (columna 2). En lo que sigue utilizaremos la especificación (2) como *benchmark*.

En cuanto al poder predictivo de la estimación, podemos analizar cómo la estimación se ajusta a los valores observados en el pasado. El gráfico a continuación muestra, para cada país, la predicción que nuestro modelo hubiera hecho para el pasado (línea punteada roja) y los valores observados (línea azul).

Gráfico 6. Ajuste de la predicción de log (patentes)



Fuente: Estimación propia en base a datos de RICYT

Tabla 5. Estimación: Publicaciones SCI

	Var Dep: log (publicacionesSCI)		
	(1)	(2)	(3)
$\log(I+D)_{t-1}$	0,4254*** (0,0395)		
$\log(I+D)_{t-2}$		0,3998*** (0,0378)	
$(\log(I+D)_{t-1} + \log(I+D)_{t-2})/2$			0,2049*** (0,0144)
Observaciones	158	146	112
R Cuadrado	0,9862	0,9942	0,9853
EF País	Si	Si	Si

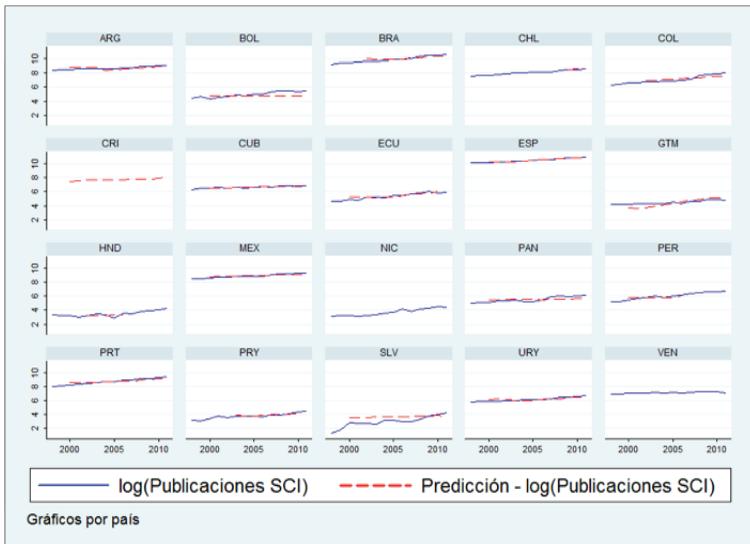
Errores Estándar robustos entre paréntesis. Efectos fijos por país no reportados
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

PREDICCIÓN DE LOS RESULTADOS EN CYT

B.1. Predicción de patentes otorgadas

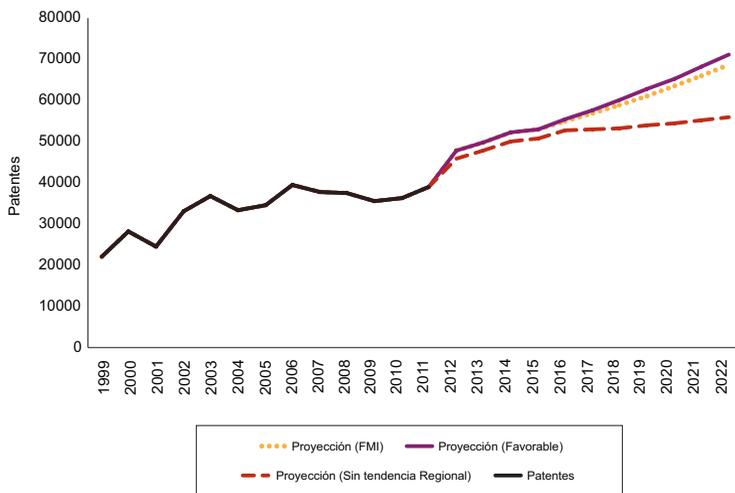
Una vez que tenemos los coeficientes estimados y ya nos aseguramos que el modelo tiene suficiente poder predictivo, resta realizar la predicción de las patentes otorgadas para los años siguientes. Notar que el gasto en I+D predicho surge del primer paso y depende de los tres escenarios hipotéticos de crecimiento planteados por lo que también tendremos tres escenarios hipotéticos para definir la cantidad de patentes en el futuro. El **Gráfico 7** presenta la proyección para el número de patentes. Se puede observar que en el escenario favorable se espera que entre el 2013 y el 2022 aumente el número de patentes un 42% superando las 70,000 patentes en el último año. Si tomamos el escenario de crecimiento económico proyectado por el FMI, el crecimiento esperado para ese periodo es del 35%. Dado que el gasto solo afecta marginalmente a los resultados en la región, ambos escenarios de crecimiento no parecen dar resultados muy diferentes. Sin embargo, si la tendencia regional favorable a la inversión en se detiene en los próximos años, un hecho que es de esperarse, las perspectivas cambian radicalmente. Si este fuera el caso, el número de patentes otorgadas solo aumentaría un 15%, ubicándose en niveles inferiores a 50,000 en el año 2022.

Gráfico 7. Ajuste predicción de publicaciones SCI[2]



Fuente: Estimación propia en base a datos de RICYT

Gráfico 8. Evolución proyectada para el número de patentes otorgadas



Fuente: Estimación propia en base a datos de RICYT

El **Gráfico 8** pone el foco en los años que aquí se predicen y permite analizarlos con más detalle. De su inspección resulta evidente lo señalado previamente de que existe una diferencia sustancial entre el escenario de crecimiento económico acompañado de crecimiento regional con respecto al escenario de crecimiento económico moderado de cada país acompañado de fin de ciclo en la tendencia de Iberoamérica.

B.2. PREDICCIÓN DE PUBLICACIONES EN SCI

Análogamente predcimos la evolución de las publicaciones en SCI bajo nuestros tres escenarios de crecimiento hipotéticos. Los gráficos **Gráfico 9** y **Gráfico 10** presentan la proyección para el número de publicaciones en SCI. Bajo el escenario favorable se espera que entre el 2014 y el 2022 las publicaciones en SCI aumenten un 45% superando las 200,000 patentes hacia 2022. En el escenario

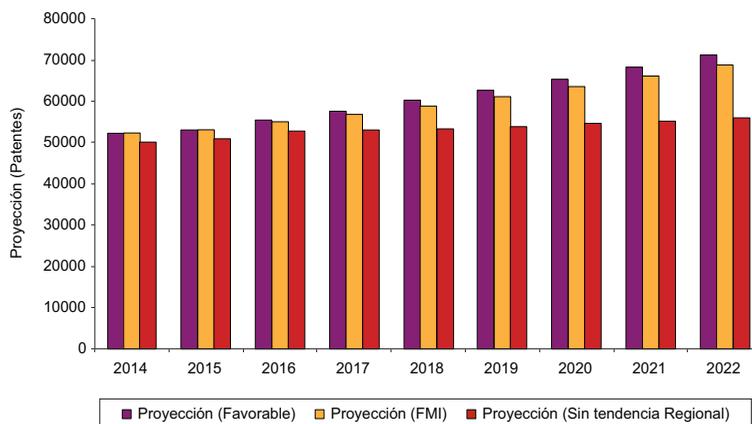
de crecimiento económico proyectado por el FMI, el aumento del número de publicaciones se reduce a 32%. Finalmente, en caso de que se revierte la especificidad regional de la última década solo se observaría un aumento de 12% en el total de publicaciones.

SECCIÓN V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la sección anterior elaboramos predicciones para los resultados en CyT de la región de acuerdo a tres escenarios posibles de crecimiento económico. Mostramos que el análisis más optimista tiene en el cual se mantienen las tasas de crecimiento extraordinarias de la última década plantea un aumento de más del 140% de las patentes y publicaciones de Iberoamérica. Sin embargo, este escenario no parece ser el esperado para los próximos años. Los países de Latinoamérica enfrentan una situación compleja causada por la caída del crecimiento y la incertidumbre que aún existe en la economía mundial. Inclusive considerando que el vigoroso crecimiento de los países de la región durante la última década permitió a algunos países desarrollar un marco macroeconómico sólido que les permita superar caídas en la demanda agregada en el corto plazo, las perspectivas de crecimiento a mediano plazo son muy desfavorables. Estos limitantes que tendrá que enfrentar la región en los próximos años pueden imponer restricciones a las posibilidades de mantener el crecimiento del esfuerzo en I+D en los niveles de la última década.

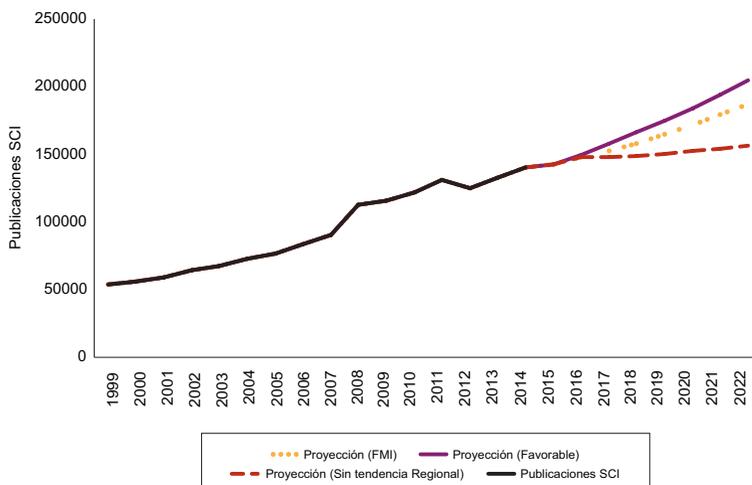
En primer lugar, la merma esperada en el crecimiento de cada país respecto al crecimiento en la década pasada puede llevar a que los aumentos en los gastos en I+D sean más moderados, lo que se traduciría en un aumento menos favorable de la cantidad de patentes y publicaciones con respecto al que se produjo en la última década. Este escenario es aproximado por aquel que proyectamos utilizando las estimaciones de PBI que realiza el Fondo Monetario Internacional e implica que la región llegaría a 187,000 publicaciones y 68,000 patentes hacia 2022. En segundo lugar, las nuevas problemáticas y los vaivenes económicos pueden llevar a que la región se concentre en apalea problemas de corto plazo disminuyendo la política intrínseca de la última década que llevó a Iberoamérica a acortar la brecha de intensidad de gasto en I+D. Si este fuera el caso, y en el caso extremo en el que la tendencia regional pasa a ser

Gráfico 9. Patentes otorgadas (años proyectados)



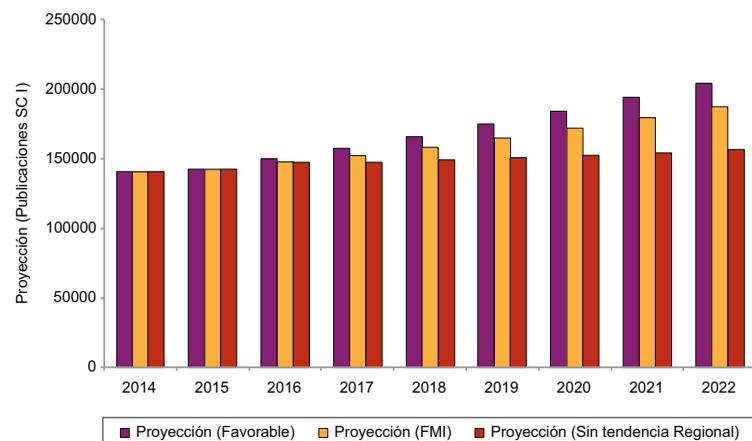
Fuente: Estimación propia en base a datos de RICYT

Gráfico 10. Evolución proyectada para las publicaciones SCI



Fuente: Estimación propia en base a datos de RICYT

Gráfico 11. Publicaciones SCI (Años proyectados)



Fuente: Estimación propia en base a datos de RICYT

constante, entonces se puede esperar una década con escasos resultados en CyT. Este caso se ve reflejado en nuestra predicción basada en el crecimiento de cada país proyectado por el IMF y sin tendencia regional que lleva a la región a un total de 156,000 publicaciones y 55,000 patentes otorgadas hacia 2022.

Es importante mencionar que estos dos últimos escenarios solo representan cotas superiores e inferiores a lo que se puede esperar en los próximos años. Es posible pensar en escenarios en los cuales la tendencia regional creciente no se detenga sino que se atenué, lo cual ubicaría los resultados en CyT en algún punto medio entre la predicción estimada con tendencia y la predicción estimada sin tendencia.

SECCIÓN VI. CONCLUSIÓN

Este trabajo establece conexiones entre esfuerzo en I+D, crecimiento de los países, cambios regionales y resultados en CyT. Con esto, permite entender desde un nuevo ángulo la especificidad iberoamericana que caracterizó la última década y proyectar el panorama en CyT para los próximos años.

En primer lugar, nuestros resultados sugieren que el gasto en I+D es netamente procíclico en los países de Iberoamérica. Según las estimaciones, la elasticidad del gasto en I+D con respecto al ingreso es positiva y ronda entre 0.70% y 1.45% según la especificación. Asimismo, mostramos que durante la última década existió una tendencia creciente del gasto en I+D de la región que puede estar relacionada con una convergencia natural, con un nuevo panorama político que compartieron los países, o bien con el crecimiento de la demanda regional. En segundo lugar, establecemos que el gasto en I+D efectivamente afecta los resultados en CyT, medidos en términos de patentes y publicaciones, aunque el efecto es de menor magnitud.

Establecer cómo se relacionaron estas variables en el pasado nos permite realizar ejercicios de prospectiva acerca de cómo será la situación en CyT en el futuro. Si se mantuviera el ritmo de crecimiento de PBI de la última década, entonces se espera un desempeño muy favorable en los próximos años y que se continúe achicando la brecha con respecto a los países de mayor ingreso per cápita. Sin embargo, tomando proyecciones de crecimiento más realistas, como la realizada por el FMI, los resultados en CyT según nuestras proyecciones son más moderados. Más aún, si los vaivenes económicos que se esperan en los próximos años afectan la tendencia creciente regional que caracterizó la década pasada, entonces ha de esperarse una etapa más desfavorable para la ciencia y la tecnología. Si bien en este trabajo no se predice el futuro, a partir de las proyecciones bajo diferentes escenarios se establecen cotas superiores e inferiores para el panorama de la CyT en Iberoamérica.

SECCIÓN VII. REFERENCIAS

Barlevy, G. (2007). On the cyclicity of research and development. *The American Economic Review*, 1131-1164.

Fatas, A. (2000). Do business cycles cast long shadows? Short-run persistence and economic growth. *Journal of Economic Growth*, 5(2), 147-162.

Hall, B. H., Mairesse, J., & Mohnen, P. (2009). Measuring the Returns to R&D(No. w15622). National Bureau of Economic Research.

Lederman, D., & 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*, 5(1), 123-156.

Wälde, K., & Woitek, U. (2004). R&D expenditure in G7 countries and the implications for endogenous fluctuations and growth. *Economics Letters*, 82(1), 91-97.