



EL COLEGIO DE MÉXICO

CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ECONOMÍA

**GASTAR POR GASTAR,
¿ES SIEMPRE CONVENIENTE GASTAR MÁS EN I+D?
ANALIZANDO EL GASTO EN I+D Y SU EFECTO
SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO
EN DISTINTOS ENTORNOS INSTITUCIONALES.**

HÉCTOR SANTIAGO BAUTISTA ANICETO

PROMOCIÓN 2022-2024

ASESOR:

JULEN BERASALUCE IZA

JULIO 2024

Agradecimientos.

En primer lugar, agradezco al Centro de Estudios Económicos (CEE) del Colegio de México por los recursos humanos y físicos otorgados para la realización de esta tesis. El conocimiento y enseñanzas de mis profesores, el apoyo de mis compañeros y toda la infraestructura académica han sido sumamente importantes para culminar este trabajo de investigación.

Asimismo, me gustaría agradecer a mi asesor de tesis el Dr. Julen Berasaluce Iza por la confianza depositada en mí desde el primer día en que le pedí que fuera mi asesor, por sus múltiples consejos y por el tiempo consagrado a guiarme a lo largo del semestre en este trabajo de tesis.

Gracias a mis padres Isabel Teresa Aniceto Romero y Santiago Bautista Vázquez por su ejemplo de esfuerzo y amor infinito que me impulsan a nunca rendirme. Gracias a mis hermanos Analleli, Yubal y María Teresa Bautista Aniceto por su apoyo y consejos que me han ayudado a crecer como persona, y a mi sobrina Alexei Loredana Bautista Aniceto por siempre animarme a seguir adelante.

Gracias a mis compañeros de la maestría y amigos, Mario Lechuga, Laura Bonilla, Diego Garrido y Héctor Deschamps por su apoyo en los momentos estresantes de estudio y por los buenos momentos compartidos a la hora de la comida. Finalmente, me agradezco por haber llegado hasta este punto de culminación de la maestría a pesar de todas las dificultades académicas y personales que enfrenté en el camino.

Resumen

La capacidad de innovar es importante para impulsar el crecimiento económico en una economía basada en el conocimiento. El gasto en investigación y desarrollo (I+D) genera conocimientos que promueven la innovación y con ello el crecimiento económico. Sin embargo, el gasto en I+D no ocurre en el vacío, ya que se da en un entorno institucional específico. En esta tesis se investiga en qué medida el efecto del gasto en I+D sobre el crecimiento económico depende de la fortaleza institucional. Para ello, se emplea un modelo de datos panel con efectos fijos de tiempo y país, analizando un total de setenta países durante un período de veinte años, de 2001 a 2020. Se encuentra un efecto positivo y estadísticamente significativo del gasto en I+D sobre el crecimiento económico. Si bien la mejora institucional parece tener un efecto positivo sobre el crecimiento económico, éste no es estadísticamente significativo. Tampoco se encuentra un efecto significativo de la interacción entre el gasto en I+D y la fortaleza institucional sobre el crecimiento económico. Se discuten las razones por las que no se encuentra un efecto y nuevos caminos para explorar en futuras investigaciones.

Palabras clave— crecimiento económico, desarrollo económico, gasto en I+D, conocimiento, innovación, fortaleza institucional, datos panel.

Abstract

The capacity to innovate is important to boost economic growth in a knowledge-based economy. Research and development (R&D) expenditure generates knowledge, which promotes innovation that leads to economic growth. Nonetheless, R&D expenditure does not happen in vacuum since it does occur in a specific institutional setting. This thesis project investigates the extent to which the effect of R&D expenditure on economic growth depends on the institutional strength. To this end, a panel data model with time and country fixed effects is used, analyzing seventy countries during a time period of twenty years, from 2001 to 2020. R&D expenditure is shown to have a positive and statistically significant effect on economic growth. Although institutional improvement seems to impact economic growth positively, the effect is not statistically significant. The effect of the interaction term between R&D expenditure and institutional strength on economic growth neither is statistically significant. The thesis concludes with a discussion on some of the reasons behind this lack of effect and on the paths to explore in future research.

Keywords— economic growth, economic development, R&D expenditure, knowledge, innovation, institutional strength, panel data.

Índice general

Introducción.	1
1. Importancia de la fortaleza institucional.	3
2. Revisión de literatura.	8
3. Datos.	12
3.1. Fortaleza institucional y su construcción.	13
3.1.1. Indicadores de gobernanza global.	13
3.1.2. Construcción de fortaleza institucional: dos métodos.	16
3.2. Aproximación preliminar a los datos.	17
3.3. Estadísticas descriptivas.	21
4. Especificación econométrica.	25
5. Resultados.	28
5.1. Análisis de sensibilidad.	33
5.1.1. Países de ingreso medio.	33
5.1.2. Países de ingreso alto.	38
5.1.3. Total de países.	42
5.2. Análisis de robustez del modelo.	46
Conclusiones.	49
Bibliografía.	51
Índice de cuadros	54
Índice de figuras	55

Introducción.

Diversos estudios han demostrado que existe un efecto positivo y estadísticamente significativo del gasto en investigación y desarrollo (I+D) sobre el crecimiento económico de los países (Huda et al. (2020), Sokolov-Mladenovic et al. (2016) y Aali Bujari y Venegas Martínez (2016)). Otro de los beneficios del gasto en I+D es que puede tener efectos de derrame a estados o regiones circundantes como lo muestran Blanco et al. (2013) al analizar el impacto del gasto en I+D sobre el crecimiento económico y la productividad de los estados de Estados Unidos. En una economía basada en el conocimiento la capacidad de innovar y, por ende, de crecer a tasas más altas depende del conocimiento generado por los agentes económicos, lo cual puede alcanzarse con un mayor gasto en I+D. Debido a esto, puede ocurrir que algunas regiones crezcan más que otras, como lo muestran Mendoza y Torres (2002) para el caso de México. Por todos los beneficios económicos que el gasto en I+D puede generar en los países, la literatura que investiga la relación entre el gasto en I+D y el crecimiento económico ha recomendado aumentar el gasto en I+D en los países menos desarrollados para impulsar su crecimiento económico y no rezagarse frente a las naciones más desarrolladas.

Al analizar algunas diferencias entre los países menos desarrollados y más desarrollados, no solo resalta el hecho de que los países menos desarrollados gastan un menor porcentaje de su PIB en I+D sino que también tienen entornos institucionales menos favorecedores para el gasto en I+D y para el crecimiento económico en general. Muchos de los países menos desarrollados se caracterizan por altos niveles de corrupción, inestabilidad política, violencia e incumplimiento de las leyes, por mencionar algunos. Es probable que la cantidad de gasto en I+D y su efecto en el crecimiento económico dependa del entorno institucional en que se desarrolle. Por ejemplo, las empresas podrían verse inhibidas de invertir en I+D si consideran que los conocimientos y la innovación que generen no será protegida con leyes fuertes. Los estudiantes y científicos podrían no sentirse seguros de vivir y menos de realizar investigaciones en entornos violentos o con inestabilidad política. Si hay altos niveles de corrupción, es probable que el gasto en I+D realizado por el gobierno sea desviado a particulares y no llegue a los centros de investigación públicos.

Algunos autores como Chang (2002) y Mazzucato (2014) argumentan que es importante que los países cuenten con un entorno institucional fuerte que promueva el crecimiento económico y la difusión del conocimiento e innovación generados por el gasto en I+D. Por esta razón, la pregunta de investigación que se busca responder con esta tesis es en qué medida el efecto del gasto en I+D sobre el crecimiento económico depende de la fortaleza institucional. Para ello, se emplea un modelo de datos panel con efectos fijos de país y de tiempo con distintas muestras de países para un período de veinte años, de 2001 a 2020. Se analiza una muestra de veintinueve países considerados de ingreso medio, cuarenta y un países considerados de ingreso alto y el total de setenta países. Lo novedoso de esta tesis es la inclusión de una variable de fortaleza institucional. Hasta ahora, no se ha realizado otra investigación que intente medir el efecto del gasto en I+D interactuado con alguna variable de fortaleza institucional sobre el crecimiento económico. Esta variable se construye como índice agregado no ponderado y con el método de análisis de componentes principales (PCA por sus siglas en inglés) a partir de seis indicadores de gobernanza global del Banco Mundial. Se corrobora al igual que estudios anteriores que existe un efecto positivo y estadísticamente significativo del gasto en I+D sobre el crecimiento económico, en especial para los países de ingreso medio. La mejora institucional también parece tener un efecto positivo sobre el crecimiento económico, pero no es estadísticamente significativo. Tampoco se encuentra un efecto significativo del término de interacción entre gasto en I+D y fortaleza institucional sobre el crecimiento económico. Esto podría deberse a que la variable de fortaleza institucional no captura completamente los elementos de la fortaleza institucional, un período de tiempo de estudio relativamente corto, una relación no lineal entre el gasto en I+D y las variables de fortaleza institucional con respecto al crecimiento económico o nuevas tendencias de crecimiento donde otros factores impulsan la dinámica. Esto último se refleja en el hecho de que países de ingreso medio con bajos niveles de fortaleza institucional y de gasto en I+D experimentaron altas tasas de crecimiento económico. Por el contrario, países de ingreso alto con altos niveles de fortaleza institucional y de gasto en I+D crecieron a menores tasas.

El estudio se organiza de la siguiente manera: en el capítulo 1 se explica la importancia de la fortaleza institucional en una economía basada en el conocimiento; el capítulo 2 presenta una revisión de la literatura; el capítulo 3 describe los datos, en especial, los indicadores de gobernanza global utilizados para la construcción de la variable de fortaleza institucional y la construcción de esta variable; el capítulo 4 explica la especificación econométrica empleada; el capítulo 5 presenta los resultados, así como los análisis de sensibilidad y robustez realizados. A forma de conclusión, se discuten las posibles razones detrás de la falta de efecto de la interacción entre gasto en I+D y fortaleza institucional sobre el crecimiento económico. También se proponen posibles caminos a seguir para futuras investigaciones.

Capítulo 1

Importancia de la fortaleza institucional.

Rosenberg (1976) ya había argumentado que el entorno institucional afecta la difusión y la productividad de la tecnología en una economía (p. 210). Años más tarde, Douglas North definiría el concepto de las instituciones y los diferentes tipos de entornos institucionales que existen. Las instituciones son las restricciones ideadas socialmente para formar las interacciones humanas. Pueden entenderse como las reglas del juego en una sociedad y estructuran los incentivos en el intercambio humano, ya sea político, social o económico (North, 1990, p. 3). Asimismo, las instituciones afectan el rendimiento de una economía mediante su impacto sobre los costos totales, es decir, los costos de transacción y producción (North, 1990, p. 4-5). Los costos de transacción incluyen los costos necesarios para definir, proteger y hacer valer los derechos de propiedad de los bienes producidos. Los derechos de propiedad, a su vez, son el derecho de usar y de obtener ingresos del uso del bien, así como de excluir y de intercambiar el bien (North, 1990, p. 28). Los costos de producción son los costos de transformar insumos de tierra, trabajo y capital en bienes y servicios. Ambos costos son una función de la tecnología y de las instituciones.

North (1990) explica que existen entornos institucionales cuyos sistemas de reglas son percibidos como justos por las personas y reducen costos. Por el contrario, los entornos institucionales cuyos sistemas de reglas son percibidos como injustos por las personas aumentan los costos (North, 1990, p. 76). Además, los incentivos existentes en un entorno institucional determinan qué conocimientos y habilidades son rentables y por tanto se desarrollarán. A su vez, la dirección de la adquisición de los conocimientos y habilidades es decisiva en el desarrollo a largo plazo de la sociedad. En este sentido, North (1990) argumenta que si el entorno institucional hace de la redistribución del ingreso la oportunidad económica preferida, se puede esperar un distinto desarrollo de conocimientos y habilidades de las que se desarrollarían si el entorno institucional hiciera de una actividad acrecentadora de la productividad la oportunidad económica preferida (p. 78). North (1990) también explica que el entorno

institucional juega un papel clave en la eficiencia adaptativa, la cual ofrece incentivos que promueven el desarrollo de la toma de decisiones descentralizada que a su vez permite a las sociedades maximizar los esfuerzos requeridos para explorar formas alternativas de resolver problemas. De este modo, una sociedad está más abierta a adquirir conocimientos y aprender para inducir la innovación, tomar riesgos, realizar actividades creativas de todo tipo, y resolver problemas (p. 81).

Con base en lo descrito por North (1990), se puede decir que los entornos institucionales cuyos sistemas de reglas son percibidos como justos y que reducen costos, son más favorecedores para el gasto en I+D. Esto es porque parte de los costos totales son los costos de transacción que ayudan a definir, proteger y hacer valer los derechos de propiedad. Si estos costos de transacción son menores, entonces las empresas, gobierno y otras organizaciones considerarán más seguro y conveniente gastar en I+D porque los conocimientos producidos estarán mejor protegidos y podrán usarse para más fácilmente producir bienes y servicios que lleguen al mercado. Además, los entornos institucionales que ofrecen incentivos para las actividades productivas y que permiten la eficiencia adaptativa también son más favorecedores para el gasto en I+D. Esto es porque los agentes económicos están más dispuestos a adquirir conocimientos y a aprender, lo cual puede lograrse con mayor gasto en I+D.

Acemoglu y Robinson (2012) también argumentan la existencia de dos tipos de entornos institucionales, las instituciones inclusivas y las extractivas. Por un lado, las instituciones políticas y económicas inclusivas se apoyan en conjunto y generan un círculo virtuoso. Las instituciones políticas inclusivas permiten una distribución del ingreso más igualitaria, lo que empodera a un amplio segmento de la sociedad y aplanan más el campo político. Esto limita lo que un individuo puede lograr al usurpar el poder político y reduce los incentivos de recrear instituciones políticas extractivas (p. 309). Por su parte, las instituciones económicas inclusivas permiten el desarrollo de mercados inclusivos, que inducen una asignación más eficiente de los recursos, mayor promoción para adquirir conocimientos y habilidades, así como mayores innovaciones en tecnología (p. 313). Por otro lado, las instituciones económicas extractivas no crean los incentivos necesarios para que las personas ahorren, inviertan e innoven. Las instituciones políticas extractivas apoyan estas instituciones económicas al cementar el poder de los beneficiarios de la extracción. De este modo, Acemoglu y Robinson (2012) argumentan que las instituciones extractivas son siempre la raíz del fallo de las naciones y son muy comunes en países de África, Asia y Sudamérica (p. 376).

Puesto que las instituciones inclusivas promueven la adquisición de conocimiento y habilidades entre los agentes económicos, así como la innovación, podría decirse que son más favorables al gasto en I+D. Esto es porque en entornos institucionales inclusivos, políticos y económicos, los agentes tienen más incentivos para adquirir conocimientos y habilidades, lo que se puede lograr mediante el gasto en I+D. Al contrario, las instituciones extractivas, al no ofrecer incentivos para la inversión ni para la innovación, no favorecen al gasto en I+D. Así, los agentes económicos no consideran necesario el gasto en I+D para adquirir conocimientos y habilidades que sirvan para innovar y resolver problemas. Al tener el poder concentrado en unos cuantos y depender de actividades extractivas, los agentes económicos se verán más incentivados a no invertir en I+D y seguir dependiendo de la extracción.

Como se ha descrito, los entornos institucionales “malos” desfavorecen el gasto en I+D, mientras que los “buenos” lo favorecen a través de los incentivos que dan a los agentes económicos para gastar o no en I+D. Por ello, si se quiere aumentar el gasto en I+D y los retornos de este gasto, es lógico pensar en una mejora del entorno institucional. Chang (2002) reconoce la importancia de esta mejora o “desarrollo institucional” para que los países en vías de desarrollo aceleren su crecimiento económico (p. 132). No obstante, al empujar la mejora institucional en los países en vías de desarrollo, Chang (2002) llama a que se acepte el hecho de que la mejora institucional es un proceso largo que requiere paciencia. Además, se debe tener claro que las “buenas” instituciones producen crecimiento solo cuando se combinan con “buenas” políticas (p. 133).

Mazzucato (2014) explica que no solo se trata de gastar por gastar en I+D ya que gastar más en I+D no necesariamente lleva a mayor crecimiento económico. Esto se debe a que es importante que el conocimiento producido por el gasto en I+D circule y se difunda en la economía (p. 36). Aunado a esto, las políticas en materia de innovación y progreso tecnológico son importantes, ya que proveer incentivos para el gasto en I+D a la administración y a los trabajadores de las empresas probablemente tendrá mejores resultados económicos en comparación si estos incentivos se ofrecen a los centros públicos de investigación. Mazzucato (2014) ejemplifica esto con los casos de Japón y la Unión Soviética en la década de 1970. En esos años la Unión Soviética gastaba más del 4% de su PIB en I+D y Japón destinaba alrededor del 2.5%. No obstante, Japón eventualmente creció a una mayor tasa que la Unión Soviética. Las diferencias en los resultados económicos se debieron no solo a los distintos entornos institucionales sino también a la forma diferente en que los respectivos Estados lideraron los procesos de avance tecnológico. En el caso de Japón, el gasto en I+D se distribuyó en distintos sectores económicos y no solo el sector aeroespacial o militar como lo hizo la

Unión Soviética. En Japón también había una fuerte integración entre actividades de importación de gasto en I+D, producción y tecnología a nivel empresa, mientras que en la Unión Soviética había una fuerte separación. La Unión Soviética no permitía la comercialización por parte de las empresas de las tecnologías desarrolladas por el Estado. Japón tenía fuertes lazos entre productores y usuarios. Japón también promovía la innovación con incentivos para la administración y la fuerza laboral de las empresas, en vez de enfocarse solamente en incentivar a los ministros de ciencia como en el caso de la Unión Soviética (p. 37).

Los autores y sus trabajos descritos anteriormente sugieren que los entornos institucionales cuyos sistemas de reglas son percibidos como justos, que reducen costos y que ofrecen incentivos para las actividades productivas o que pueden considerarse como inclusivos ofrecen un entorno más favorecedor para el gasto en I+D y pueden promover el crecimiento económico si están acompañados de buenas políticas. Esto se debe a que los agentes económicos tienen incentivos para invertir, adquirir conocimientos y habilidades, que a su vez utilizan para innovar y resolver problemas de forma más eficiente.

Robles Peiro et al. (2005) definen los fundamentos de un modelo de una economía basada en el conocimiento. Uno de ellos es el “marco institucional y capital social que favorezcan la certidumbre, la confianza y que disminuyan los costos de transacción de las actividades económicas” (p. 55). Este modelo de economía es relevante para este trabajo de investigación puesto que estudia el impacto del gasto en I+D, un generador de conocimientos e innovación, sobre el crecimiento económico de forma directa y en interacción con un entorno institucional fuerte. La fortaleza institucional puede beneficiar al gasto en I+D al conjuntarse con un alto nivel de capital social, el cual puede definirse como “el nivel de confianza y vinculación entre los miembros de una sociedad, así como su cultura y actividades cívicas, y su papel fundamental en la facilitación de la coordinación y cooperación de los agentes económicos y sociales” (Robles Peiro et al., 2005, p. 55).

La unión de fortaleza institucional y un alto capital social facilita la creación, transmisión y uso del conocimiento en la producción, es decir, la innovación. Esta conjunción se puede ver en forma de “leyes y normas regentes de la actividad económica que otorguen incentivos adecuados a los agentes económicos” (Robles Peiro et al., 2005, p. 55). A su vez, el papel del gobierno es fundamental para que las leyes y las normas regentes de la actividad económica otorguen dichos incentivos a los agentes económicos. Robles Peiro et al. (2005) argumentan que el gobierno debe garantizar un sistema legal y administrativo transparente, eficaz, eficiente, y libre de corrupción. También debe actuar de forma congruente y responsable

en materia económica para garantizar un gasto y endeudamiento sostenibles (p. 55). El sistema legal y el gobierno también deben respetar los derechos de propiedad intelectual para así poder incentivar el gasto en I+D y la inversión en desarrollo tecnológico. Asimismo, se debe promover la generación y aplicación de conocimiento en la producción (Robles Peiro et al., 2005, p. 56). Para esto es importante la cooperación entre los agentes económicos ya que “la eficiencia económica y la capacidad productiva de un país aumentan a medida que más agentes económicos innovan en productos, técnicas y procesos a partir de conocimientos aplicados a la producción provenientes de experiencias compartidas” (Robles Peiro et al., 2005, p. 56).

Capítulo 2

Revisión de literatura.

Diversos estudios muestran un efecto positivo y estadísticamente significativo del gasto en I+D sobre el crecimiento económico de los países. Huda et al. (2020) muestran que el incremento de 1 % en gasto en I+D está correlacionado con un incremento de 16 % del PIB en los países pertenecientes al ASEAN y a las cuatro mayores economías asiáticas: China, India, Japón y Corea del Sur para el período de 1998 a 2017. Estos autores utilizan una aproximación cuantitativa con dos modelos de Método Generalizado de Momentos (GMM por sus siglas en inglés), el GMM de primeras diferencias y el GMM de sistema, y tres modelos panel: modelo de mínimos cuadrados agrupados, efectos fijos y efectos aleatorios. Inicialmente emplean un modelo de producción Cobb Douglas que explica la existencia de factores de capital y trabajo para crear la producción económica al que se le añaden factores de innovación del mismo modo que lo hace Schumpeter (Huda et al., 2020, p.4). A partir de este modelo los autores crean un modelo donde la variable dependiente es el logaritmo del PIB nominal del país i en el año t . Las variables independientes incluyen la proporción del gasto en I+D además de otras variables de la función de producción, como la inversión en capital y el trabajo, entre otras, para el país i en el año t . También se emplea una variable dummy que indica si se ofrecieron incentivos impositivos al gasto en I+D. Uno de los resultados es que los incentivos impositivos en actividades de I+D son efectivos en incrementar el gasto en I+D como porcentaje del PIB.

Para el caso de los veintiocho países miembros de la Unión Europea, Sokolov-Mladenovic et al. (2016) concluyen que un incremento de 1 % en el porcentaje del PIB destinado al I+D impacta el crecimiento del PIB real en 2.27 % puntos porcentuales durante el período de 2002 a 2012. Los autores utilizan un modelo de regresión múltiple con efectos fijos, ya que buscan analizar la influencia de ciertas variables seleccionadas que cambian en el tiempo. Al utilizar efectos fijos se supone que ciertas características no observables y que no cambian en el tiempo dentro de los países puede impactar en las variables de resultado y se debe controlar

por esto. Otro supuesto importante del modelo de efectos fijos es que las características que no cambian en el tiempo son únicas de la entidad y no deberían estar correlacionadas con las características de otras entidades. Los autores utilizan como variable dependiente la tasa de crecimiento real del PIB. La variable independiente relevante es el gasto en I+D como porcentaje del PIB. Los autores también usan variables de control similares a las utilizadas en Huda et al. (2020) como la formación bruta de capital fijo y el consumo final del gobierno como porcentaje del PIB. También se emplea la tasa de fertilidad y una variable dummy indicativa de la crisis financiera de 2008 que empezó en EUA y afectó a los países europeos.

Por su parte, Aali-Bujari y Venegas-Martinez (2016) analizan doce países latinoamericanos durante el período de 1996 a 2008 y obtienen como resultado que un incremento de 1 % de gasto en I+D per cápita aumenta el PIB per cápita en 0.2 %. En cuanto a la metodología, emplean datos panel balanceados para estimar dos modelos de datos panel dinámicos con el método generalizado de momentos (GMM) de sistema, uno de una etapa y otro de dos etapas. Los autores utilizan como variable dependiente el logaritmo del PIB real per cápita. La variable independiente es el logaritmo del gasto en I+D per cápita, además de otras variables de control relacionadas con el progreso tecnológico como el número de patentes solicitadas y las exportaciones de alta tecnología. Al igual que la presente tesis, estos trabajos analizan el impacto del gasto en I+D sobre el crecimiento económico. La aportación de esta tesis es incluir una variable de fortaleza institucional y su interacción con el gasto en I+D para ver en qué medida el efecto del gasto en I+D sobre el crecimiento económico se ve afectado.

Otros autores muestran un efecto diferenciado del gasto en I+D sobre el crecimiento económico de un país o región dependiendo de su grado de desarrollo económico. Yasar-Akcali y Sismanoglu (2015) encuentran que para países desarrollados como el Reino Unido, Francia y los Países Bajos un incremento de 1 % en I+D incrementa el PIB en 1 %, mientras que, para países menos desarrollados, el impacto es menor durante el período 1990-2013. Por su parte, Nkwoma-Inekwe (2014) encuentra que, para países con ingreso medio-alto, el efecto del gasto en I+D sobre el crecimiento económico es positivo, mientras que, para países con ingreso medio-bajo, el efecto es no significativo. En general, un incremento de 1 % en I+D incrementa el PIB en 0.06 %. Además, para economías de ingreso medio-alto el efecto es inmediato, pero se vuelve no significativo en el largo plazo, mientras que, para economías de ingreso medio-bajo el efecto es no significativo en el corto plazo, pero se vuelve expansivo en el largo plazo. En cuanto a la metodología, el autor emplea un modelo GMM de sistema dinámico, un modelo de mínimos cuadrados agrupados y un modelo GMM de mínimos cuadrados en tres etapas. La variable dependiente es el PIB per cápita, aunque se divide en el de

los países de ingreso medio-bajo, medio-alto, y una combinación de ambos. La variable independiente relevante es el gasto en I+D más otras variables de control relevantes a la función de producción como la inversión, trabajo y capital humano. A diferencia de este artículo, en la presente tesis se analizan los países de ingreso medio en su conjunto, sin diferenciar si son de ingreso medio-alto o de ingreso medio-bajo; asimismo, se analizan los países de ingreso alto, y el total de países.

Otros estudios más enfocados en México analizan el impacto del gasto en I+D sobre la innovación, generalmente medida con las solicitudes de patentes, y el efecto de la innovación sobre el crecimiento económico regional. En esta línea, Castillo-Esparza et al. (2022) encuentran que un incremento de 1 % en I+D aumenta las solicitudes de patentes en 0.52 unidades durante el período de 1998 a 2019. Germán-Soto et al. (2020) muestran que un incremento de 1 % en innovación, medida con el número de patentes por cada 100,000 habitantes, aumenta el PIB per cápita en 0.063 % durante el período 1994-2017. Por su parte, Mendoza y Torres (2002) demuestran que la innovación tecnológica contribuye a la divergencia económica regional, ya que los estados que más patentes produjeron en 1995 son los que vieron un crecimiento más rápido en su PIB per cápita durante el período 1995-2000. El aporte de estos artículos al presente trabajo de tesis está en que ayudan a explicar la divergencia que se genera entre las regiones geográficas que más invierten en I+D y las que invierten menos. A su vez, con esta tesis se busca extender en los hallazgos realizados para ver que divergencias se dan entre distintos países dado que hay un mayor cambio en el desarrollo institucional entre países que entre regiones de un mismo país.

Los estudios sobre el impacto del gasto en I+D sobre el crecimiento económico solo mencionan la importancia del entorno institucional pero no lo miden en su conjunto, algunos solo incorporan aspectos puntuales de la fortaleza institucional como los derechos de propiedad intelectual. Por ejemplo, Hu (2015) menciona la importancia de las circunstancias tecnológicas e institucionales al analizar el papel del progreso tecnológico sobre el proceso de crecimiento y desarrollo económico en el este asiático. Hu (2015) construye una medida de Derechos de Propiedad Intelectual (DPI) para medir su impacto sobre la innovación y encuentra que afecta positivamente la producción de artículos científicos y negativamente la producción de diseños industriales, sin un impacto significativo sobre las patentes ni los modelos de utilidad durante el período 1996-2007. Por su parte Blanco et al. (2013) al medir el impacto del gasto en I+D sobre el crecimiento económico y la productividad en el sector privado de los estados de EUA durante el período 1963-2007 encuentran que los efectos del I+D dependen también de los niveles de capital humano y desarrollo. Además de esto, ellos argumentan que, para los

países menos desarrollados, el capital social y las instituciones deficientes pueden disminuir sus capacidades para absorber los beneficios del I+D propios y de derrame de países más desarrollados (p.33). Otros estudios si intentan medir la fortaleza institucional, pero no analizan el efecto del gasto en I+D sobre el crecimiento económico. Por ejemplo, Saeed (2022) estudia cómo la fortaleza insitucional afecta el crecimiento económico del PIB per cápita en países que dependen fuertemente de sus recursos naturales.

Capítulo 3

Datos.

Los datos que se utilizan en este trabajo de tesis pertenecen a un total de setenta países para el período de 2001 a 2020 y fueron obtenidos de la base de datos de Indicadores de Desarrollo Mundial (WDI por sus siglas en inglés) del Banco Mundial provistos por el Instituto de Estadísticas de la UNESCO (UIS por sus siglas en inglés) (UNESCO, 2023). Se incluyen los veintinueve países clasificados de ingreso medio, es decir, tanto de ingreso medio-bajo como de ingreso medio-alto. También se incluyen los cuarenta y un países de ingreso alto, dando un total de setenta países. Se omiten países de ingreso bajo debido a que por lo general estos países presentan niveles muy bajos de fortaleza institucional y de gasto en I+D. Además, los países de ingreso bajo presentan series de datos incompletas para las variables de interés. La clasificación por ingreso es tomada del Banco Mundial (TWB por sus siglas en inglés) que asigna a cada país en una categoría en base al ingreso nacional bruto (GNI por sus siglas en inglés) per cápita en dólares estadounidenses, calculado con el método del Atlas del Banco Mundial. Para el año fiscal 2024, el Banco Mundial clasifica a los países de ingreso bajo como aquellos con un GNI per cápita de \$1,135 o menos en 2022. Los países de ingreso medio-bajo son aquellos con un GNI per cápita de entre \$1,136 y \$4,465. Los países de ingreso medio-alto son aquellos con un GNI per cápita de entre \$4,466 y \$13,845. Por su parte, los países de ingreso alto son aquellos con un GNI per cápita de \$13,846 o más (TWB, 2024).

La variable dependiente es la tasa de crecimiento del PIB per cápita, medido en dólares constantes de 2015, y las variables independientes de interés incluyen el gasto en I+D como porcentaje del PIB, una variable de mejora institucional y la interacción entre gasto en I+D y nivel de fortaleza institucional. En cuanto a los controles se incluye la inversión extranjera directa, ya que “algunos estudios sobre el crecimiento empírico como Hamdi et al. (2017), Adu et al. (2013) y Samargandi et al. (2015) subrayan su papel en el crecimiento de los países en desarrollo” (Saeed, 2022, p. 8). También se incluye la tasa de fertilidad debido

a que tiene un efecto negativo sobre el crecimiento económico (Sokolov-Mladenović et al., 2016). Se podría utilizar la tasa de crecimiento poblacional, sin embargo, se prefiere la tasa de fertilidad por su relación más indirecta con el crecimiento económico, ya que influye a largo plazo mediante su impacto en la estructura demográfica, particularmente en la proporción de la población en edad de trabajar (Ashraf et al., 2012) y (Lee & Mason, 2011). Se utiliza también la balanza comercial como un indicador del nivel de apertura económica de los países, ya que también se ha mostrado que la apertura económica promueve el crecimiento (Hu, 2015). Otros controles que se incluyen en el modelo son la formación bruta de capital fijo y el consumo final del gobierno como lo hacen Sokolov-Mladenovic et al. (2016). A excepción de la tasa de fertilidad, todos los controles se emplean como porcentaje del PIB de los países analizados.

3.1. Fortaleza institucional y su construcción.

3.1.1. Indicadores de gobernanza global.

La variable de fortaleza institucional se construye a partir de seis indicadores de gobernanza global extraídos del Banco Mundial. Estos indicadores son el control de corrupción (cc), efectividad del gobierno (ge), estabilidad política y ausencia de violencia y terrorismo (ps), calidad regulatoria (rq), estado de derecho (rl), así como voz y rendición de cuentas (va). Se utilizan estos indicadores porque engloban aspectos de lo que se considera un entorno institucional fuerte. Hindricks (2002) explica que un entorno institucional fuerte es aquel “donde se garantice que la corrupción sea baja, la inversión sea alta y las personas disfruten de igualdad de oportunidades”. Cada indicador adquiere un valor en un rango de entre -2.5 y 2.5, donde los valores positivos indican niveles más favorables de cada indicador. Sin embargo, para esta tesis cada indicador es normalizado en una escala de 0 al 100. Se utilizan dos métodos para construir la variable de fortaleza institucional. En primer lugar, se construye como un índice agregado no ponderado de los seis indicadores de gobernanza global. En segundo lugar, se construye una variable de fortaleza institucional con el método de análisis de componentes principales (PCA). En ambos casos, se obtiene el cambio absoluto de la variable de fortaleza institucional para obtener una medida de mejora institucional, que se utiliza en el análisis como variable independiente.

El Banco Mundial divide estos seis indicadores de gobernanza global en tres áreas. En la primera área se incluye el proceso por el cual los gobiernos son elegidos, monitoreados y reemplazados. Dentro de esta primera área se tiene el indicador (va) que captura percepciones del grado en que los ciudadanos de un país pueden participar en la elección de su gobierno,

así como la libertad de expresión, de asociación y de los medios de comunicación. También se incluye el indicador (ps) que captura las percepciones de la probabilidad de que el gobierno sea desestabilizado o derrocado por medios no constitucionales o violentos, incluida la violencia motivada políticamente y el terrorismo.

La segunda área incluye la capacidad del gobierno para formular e implementar efectivamente políticas sólidas. En esta área se incluye el indicador de (ge) que captura percepciones de la calidad de los servicios públicos, la calidad del servicio civil y el grado de su independencia de presiones políticas, la calidad de la formulación e implementación de política, y la credibilidad del compromiso del gobierno a tales políticas. También se incluye el indicador de (rq) que captura percepciones de la habilidad del gobierno para formular e implementar políticas y regulaciones sólidas que permitan y promuevan el desarrollo del sector público.

La tercera área incluye el respeto de los ciudadanos y del Estado por las instituciones que gobiernan las interacciones económicas y sociales entre ellos. Esta área contiene el indicador de (rl) que captura percepciones sobre la medida en que los agentes tienen confianza en y cumplen con las reglas de la sociedad y, en particular, la calidad del cumplimiento de los contratos, los derechos de propiedad, la policía y los tribunales, así como la probabilidad de delitos y violencia. También se incluye el indicador de (cc) que captura percepciones del grado en que el poder público es ejercido para ganancia privada, incluyendo formas de corrupción grandes y pequeñas, así como la captura del Estado por parte de las élites y de los intereses privados (Kaufman et al., 2010, p. 4).

Estos seis indicadores se basan en datos sobre la percepción de la gobernanza global. Los datos provienen de encuestas a empresas y hogares, evaluaciones subjetivas de una variedad de proveedores de información de negocios comerciales, organizaciones no gubernamentales, numerosas organizaciones multilaterales y otros cuerpos del sector público (Kaufman et al., 2010, p. 5). El uso de datos basados en percepciones tiene sus pros y sus contras. Por un lado, la percepción importa porque los agentes basan sus acciones en ella, sus impresiones y vistas. “Si los ciudadanos creen que los tribunales son ineficientes o la policía es corrupta, es poco probable que se valgan de sus servicios. De manera similar, las empresas basan sus decisiones de inversión – y los ciudadanos sus decisiones de voto – en su opinión percibida del clima de inversión y del desempeño del gobierno” (Kaufman et al., 2010, p. 18). Por otro lado, dependiendo de la composición y representatividad de la muestra de agentes encuestados podría haber un sesgo en las percepciones. El sesgo podría evitar que los indicadores capturen completamente lo que buscan medir, esto podría afectar los resultados de la tesis.

Para la creación de estos seis indicadores se utilizó una herramienta estadística conocida como modelo de componentes no observados (UCM por sus siglas en inglés). Se utiliza este modelo para resolver el problema de extracción de señal presente en los datos. El problema de extracción de señal le pide al investigador aislar una señal informativa sobre un componente de gobernanza común a cada fuente individual de datos y combinar las diferentes fuentes de datos para extraer la mejor señal posible de gobernanza en un país (Kaufman et al., 2010, p. 9). Para cada indicador k de gobernanza, se asume que se puede escribir el puntaje observado de un país j , y_{jk} , como una función lineal de la gobernanza no observada en el país j , g_j , y un término de error, ε_{jk} .

$$y_{jk} = \alpha_k + \beta_k(g_j + \varepsilon_{jk})$$

Los parámetros α_k y β_k mapean la gobernanza no observada en el país j , g_j , en los datos observados de la fuente, y_{jk} . Se supone que g_j es una variable aleatoria con distribución normal con media cero y varianza uno. Estos parámetros también reflejan el hecho de que diferentes fuentes usan diferentes unidades para medir la gobernanza. Se pueden utilizar las estimaciones de estos parámetros para re-escalar los datos de una fuente a unidades comunes. Se supone también que el término de error se distribuye de forma normal con media cero y una varianza que es la misma entre países, pero diferente entre indicadores. Otro supuesto es que los errores son independientes entre fuentes de datos. Por esta razón, se afirma que la única razón por la que dos fuentes pueden estar correlacionadas es porque ambas miden la misma dimensión de gobernanza no observada. El término de error también captura dos fuentes de incertidumbre en la relación entre la gobernanza verdadera y los indicadores observados. Primero, el aspecto particular de gobernanza cubierto por el indicador k podría estar imperfectamente medido en cada país, reflejando así errores de percepción por parte de los expertos o variación de la muestra. Segundo, la relación entre el concepto particular medido por el indicador k y el aspecto más amplio correspondiente de gobernanza puede ser imperfecto. Estas dos fuentes de incertidumbre se reflejan en la varianza específica del indicador del término de error, σ_k^2 . Mientras más pequeña es esta varianza, más precisa es la señal de gobernanza provista por la fuente de datos correspondiente.

Se utiliza la media condicional como el estimador de la gobernanza. Es un promedio ponderado de los puntajes reescalados de cada país. Este reescalamiento pone los datos observados de cada fuente de datos en unidades comunes que se han escogido para la gobernanza no observada. Las fuentes que proveen una señal más informativa de la gobernanza reciben mayor peso. La incertidumbre en torno a esta estimación de gobernanza está capturada por la desviación estándar de la distribución de la gobernanza condicional en los datos observados.

Esta desviación estándar es menor cuando hay más fuentes de datos disponibles para un país, es decir, cuando k es más grande, y cuando estas fuentes son más precisas, es decir, cuando σ_k^2 es menor. En base a estas desviaciones estándar y considerando un intervalo de confianza de 90 por ciento, se obtiene un margen de error para el puntaje de gobernanza. La interpretación del margen de error es que basados en los datos observados, se puede estar seguro a un 90 por ciento que el verdadero, pero no observado, nivel de gobernanza para los países se encuentra en este rango (Kaufman et al., 2010, p. 11).

3.1.2. Construcción de fortaleza institucional: dos métodos.

La primera variable de fortaleza institucional (fi) se construyó como un índice agregado no ponderado de los indicadores de gobernanza global (cc), (ge), (ps), (rq), (rl) y (va) para el país i en el año t . Esto se puede hacer ya que los indicadores utilizan la misma escala de 0 a 100. De este modo, se tiene que:

$$fi_{i,t} = \frac{cc_{i,t} + ge_{i,t} + ps_{i,t} + rq_{i,t} + rl_{i,t} + va_{i,t}}{6}$$

La segunda variable de fortaleza institucional (fi_pca) se construyó con el método de análisis de componentes principales (PCA). Este método permite reducir la dimensionalidad de los datos utilizados para construir la variable de fortaleza institucional. PCA produce combinaciones lineales de los seis indicadores de gobernanza global para generar los componentes principales que se caracterizan por capturar la mayor varianza de los datos (Holland, pp. 1-2, 2019). El componente principal uno es el que captura la mayor varianza de los datos. Se puede expresar de la siguiente manera:

$$Y_1 = \alpha_{11}x_1 + \alpha_{12}x_2 + \dots + \alpha_{1p}x_p$$

O en notación de matriz:

$$Y_1 = \alpha_1^T X$$

Donde Y_1 es el componente principal uno, los elementos de α_1^T son los pesos que ponderan a las variables que componen X , en este caso, los seis indicadores de gobernanza global: (cc), (ge), (ps), (rq), (rl) y (va). Los pesos se calculan de modo que la suma de sus valores al cuadrado sea igual a uno.

$$\alpha_{11}^2 + \alpha_{12}^2 + \dots + \alpha_{1p}^2 = 1$$

El análisis de componentes principales se realizó para cada país i de la base. Para la construcción de la variable de fortaleza institucional (fi_pca) se tomaron los pesos asociados con el componente principal uno. Estos pesos se multiplicaron por cada indicador de gobernanza global y se sumaron los productos de estas multiplicaciones para finalmente obtener la variable de fortaleza institucional (fi_pca). De este modo, se tiene que para el país i en el año t , la fortaleza institucional (fi_pca) está dada por:

$$fi_pca_{i,t} = \sum (load_{cc}cc, load_{ge}ge, load_{ps}ps, load_{rq}rq, load_{rl}rl, load_{va}va)_{i,t}$$

Una vez obtenidas las variables de fortaleza institucional (fi) y (fi_pca), se calculó el cambio absoluto de cada una para obtener la mejora institucional del país i en el año t .

3.2. Aproximación preliminar a los datos.

Para los veintinueve países de ingreso medio, durante el período 2001-2020, en la figura 3.1 se observa una correlación positiva entre el PIB per cápita y el gasto en I+D con un valor de 0.3227. Esto señala que a mayor gasto en I+D, mayor es el PIB per cápita de estos países.

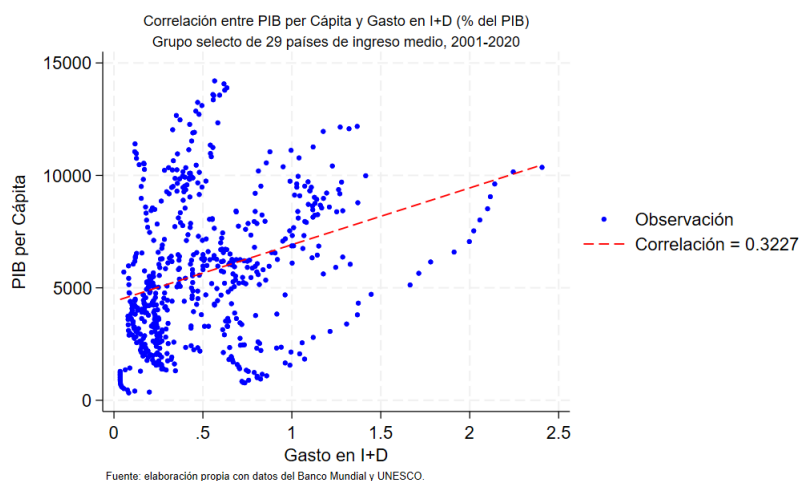


Figura 3.1: Países de ingreso medio: PIB per cápita vs. gasto en I+D.

En cuanto a la correlación entre la tasa de crecimiento del PIB per cápita y la mejora institucional, la figura 3.2 muestra un valor de 0.1702. La correlación es positiva, pero baja. A mayor mejora institucional, parecería haber mayor crecimiento del PIB per cápita para este grupo de veintinueve países de ingreso medio en el período 2001-2020.

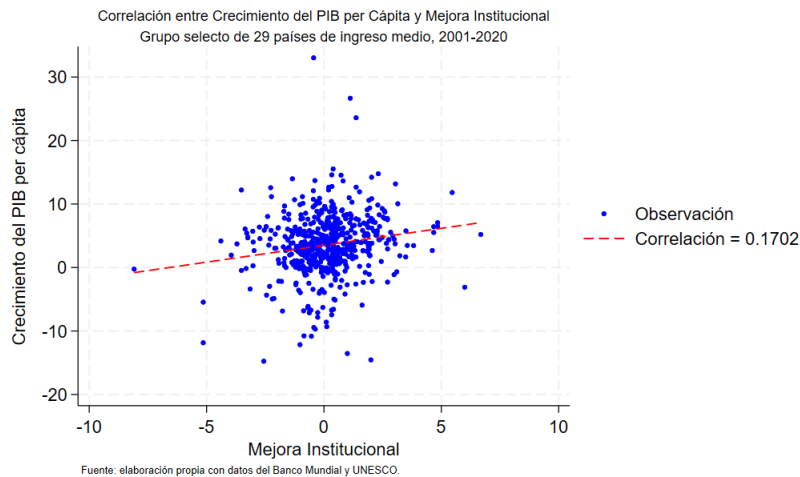


Figura 3.2: Países de ingreso medio: crecimiento del PIB per cápita vs. mejora institucional.

La correlación entre el índice de fortaleza institucional y el gasto en I+D resulta ser positiva, pero cercana a cero con un valor de 0.0880 como se muestra en la figura 3.3. En base a esto, es difícil establecer si a mayor nivel de fortaleza institucional, mayor sería el gasto en I+D para el grupo de veintinueve países de ingreso medio en el período 2001-2020.

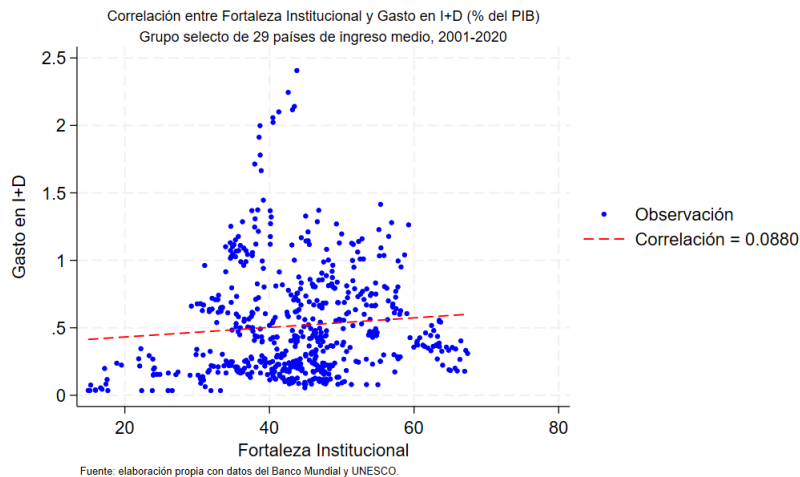


Figura 3.3: Países de ingreso medio: gasto en I+D vs. fortaleza institucional.

Los seis países de ingreso medio que tuvieron un mayor crecimiento anual promedio del PIB per cápita en el período de estudio fueron China con 8.10 %, Myanmar con 7.74 %, Azerbaiyán con 6.79 %, Armenia con 6.57 %, Georgia con 5.45 % y Mongolia con 5.08 %. Los seis países que tuvieron un mayor gasto anual promedio en I+D como porcentaje de su PIB fueron China con 1.70 %, Brasil con 1.13 %, Rusia con 1.11 %, Malasia con 0.93 %, Turquía con 0.82 % y Ucrania con 0.74 %. Los seis países con mayor nivel de fortaleza institucional anual promedio

fueron Mauricio con 64.98 puntos, Costa Rica con 61.90, Malasia con 56.65, Sudáfrica con 54.44, Bulgaria con 53.54 y Georgia con 49.00. En cuanto a la mejora institucional, los seis países que más crecieron fueron Georgia con 1.03 puntos, Serbia con 0.93, Myanmar con 0.63, Macedonia con 0.55, Uzbekistán con 0.48 y Colombia con 0.44.

Por otro lado, al analizar a los cuarenta y un países de ingreso alto, se observa que los seis países que tuvieron un mayor crecimiento anual promedio del PIB per cápita entre 2001 y 2020 fueron Lituania con 5.21 %, Letonia con 4.38 %, Estonia con 3.74 %, Polonia con 3.58 %, Irlanda con 3.41 % y Corea del Sur con 3.13 %. Asimismo, los seis países que en promedio gastaron más en I+D como porcentaje del PIB durante el mismo período fueron Israel con 4.26 %, Corea del Sur con 3.42 %, Suecia con 3.37 %, Finlandia con 3.21 %, Japón con 3.17 % y Dinamarca con 2.77 %. En cuanto a la fortaleza institucional, los seis países que tuvieron un mayor nivel anual promedio fueron Finlandia con 86.64 puntos, Dinamarca 85.37, Nueva Zelanda 85.35, Suiza 84.62, Suecia 84.43 y Noruega 84.34. Por su parte, los que experimentaron una mayor mejora institucional anual promedio fueron Lituania 0.51 con puntos, Letonia 0.46, Chequia 0.41, Rumania 0.40, Corea del Sur 0.39 y Estonia 0.39.

Para el total de setenta países, la correlación entre el PIB per cápita y el gasto en I+D es positiva con un valor de 0.6412 en el período 2001-2020 como se observa en la figura 3.4. Además, es casi el doble a la observada en el grupo de países de ingreso medio.

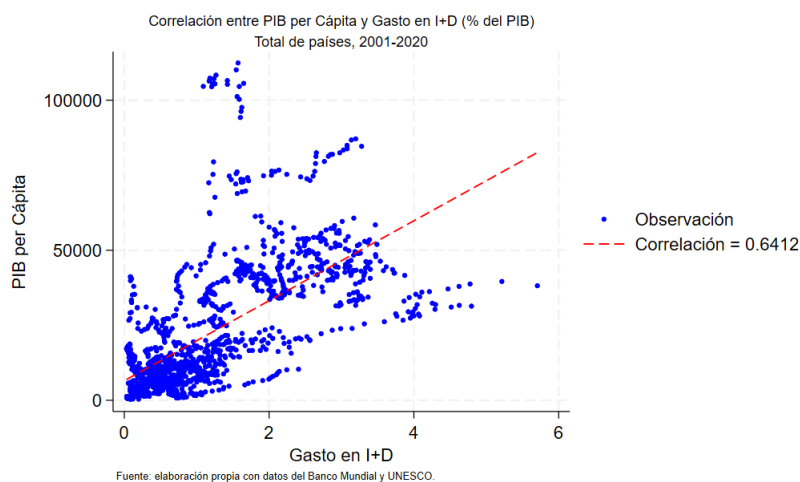


Figura 3.4: Total de países: PIB per cápita vs. gasto en I+D.

Asimismo, se observa una correlación positiva, pero baja, entre el crecimiento del PIB per cápita y la mejora institucional en el período de 2001 a 2020, con un valor de 0.1862 como se muestra en la figura 3.5. A mayor mejora institucional, parece que mayor es el crecimiento del PIB per cápita.

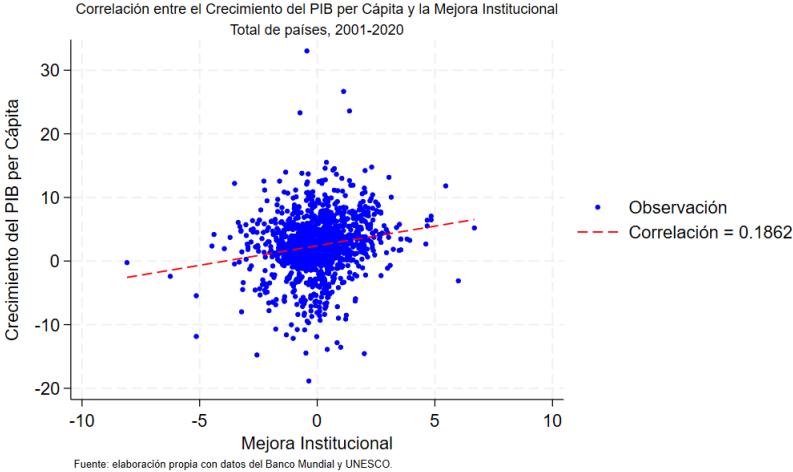


Figura 3.5: Total de países: crecimiento del PIB per cápita vs. mejora institucional.

La figura 3.6 muestra que también existe una correlación positiva entre el nivel de fortaleza institucional y el gasto en I+D con un valor de 0.6502 para el total de países en el período 2001-2020. De igual manera, la correlación es mucho más fuerte que en el caso de los países de ingreso medio para los cuales fue de 0.0880.

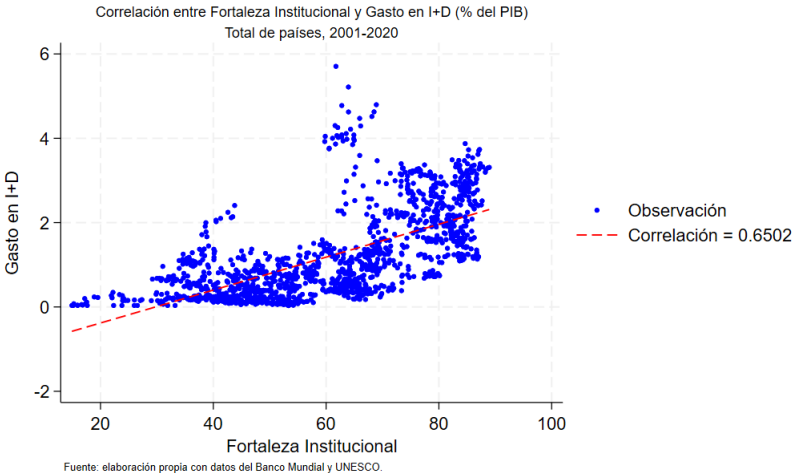


Figura 3.6: Total de países: gasto en I+D vs. fortaleza institucional.

Esta aproximación preliminar a los datos sugiere la existencia de un efecto positivo del gasto en I+D sobre el PIB per cápita ya que la correlación entre estas variables es positiva, aunque es más fuerte para el total de setenta países (0.6412), posiblemente debido a la influencia de los países de ingreso alto, que para los veintinueve países de ingreso medio (0.3227). La mejora institucional medida como el cambio absoluto en los niveles de fortaleza institucional también parece tener un efecto positivo sobre el crecimiento del PIB per cápita debido a la correlación positiva observada. No obstante, la correlación es baja tanto para el grupo de países de ingreso medio, como para el total de países, con un valor de (0.1762) y (0.1862) respectivamente. En cuanto a la relación entre fortaleza institucional y gasto en I+D, también existe una correlación positiva tanto al analizar a los países de ingreso medio, como al analizar el total de países. No obstante, la correlación es cercana a cero (0.0880) para los países de ingreso medio lo que podría indicar un nulo efecto de la fortaleza institucional sobre el gasto en I+D. Para el total de países, la correlación es positiva y alta con un valor de (0.6502), lo que indicaría que, a mayor nivel de fortaleza institucional, mayor sería el gasto en I+D.

3.3. Estadísticas descriptivas.

El cuadro 3.1 muestra que durante el período 2001-2020 los veintinueve países de ingreso medio tuvieron en promedio anual un PIB per cápita en dólares constantes de 2015 de \$5,698.98. El crecimiento anual medio del PIB per cápita fue de 3.58 %. El promedio de gasto en I+D como porcentaje del PIB fue bajo en alrededor de 0.52 %. El nivel de fortaleza institucional promedio también fue bajo en alrededor de 43.92 puntos. Sin embargo, hubo una ligera mejora institucional de 0.12 puntos en promedio anual. La tasa de fertilidad se ubicó en 2.01, la formación bruta de capital fijo como porcentaje del PIB fue de 22.93 %, el gasto del gobierno como porcentaje del PIB fue de 15.33 %, la inversión extranjera directa como porcentaje del PIB en promedio fue de 4.26 % y la balanza comercial como porcentaje del PIB en promedio fue de 74.80 %.

Cuadro 3.1: Estadísticas descriptivas: 29 países de ingreso medio.

	Media	Desviación estándar	Mín.	Máx.	Núm.
PIB per cápita	5698.98	3111.94	328.21	14200.27	580
Crecimiento del PIB per cápita	3.58	4.78	-14.76	33.03	580
Gasto en I+D	0.52	0.40	0.03	2.41	580
Fortaleza institucional	43.92	9.90	14.93	67.41	580
Mejora institucional	0.12	1.53	-8.09	6.68	580
Fortaleza institucional (pca)	81.30	37.11	-3.29	144.47	580
Mejora institucional (pca)	0.39	3.54	-12.51	15.23	580
Tasa de fertilidad	2.01	0.50	1.08	3.44	580
Formación bruta de capital fijo	22.93	7.19	7.30	57.71	555
Gasto del gobierno	15.33	4.80	7.29	39.88	555
Inversión extranjera directa	4.26	5.71	-37.17	55.07	554
Balanza comercial	74.80	36.16	15.68	210.37	555

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y UNESCO.

En cuanto a las estadísticas descriptivas de los cuarenta y un países de ingreso alto, el cuadro 3.2 muestra que el PIB per cápita anual medio de este grupo de países en el período 2001-2020 fue de \$34,087.70 (dólares constantes de 2015). El crecimiento anual medio del PIB per cápita fue de 1.61 %, menor al de los países de ingreso medio. El gasto en I+D como porcentaje del PIB fue de 1.66 %, poco más de tres veces lo que se gastó en los países de ingreso medio. La fortaleza institucional fue de 71.60 en promedio anual, aunque si hubo un ligero deterioro ya que el crecimiento anual medio de la fortaleza institucional fue negativo en -0.05 puntos. La tasa de fertilidad anual media fue de 1.64. La formación bruta de capital fijo fue de 22.67 % y el gasto del gobierno fue de 18.86 % en promedio anual. La inversión extranjera directa como porcentaje del PIB fue de 7.73 % y la balanza comercial como porcentaje del PIB fue de 112.48 % en promedio anual.

Cuadro 3.2: Estadísticas descriptivas: 41 países de ingreso alto.

	Media	Desviación estándar	Mín.	Máx.	Núm.
PIB per cápita	34087.70	20874.00	4873.09	112417.90	820
Crecimiento del PIB per cápita	1.61	3.85	-18.85	23.30	820
Gasto en I+D	1.66	1.07	0.03	5.71	820
Fortaleza institucional	71.60	10.58	45.22	88.94	820
Mejora institucional	-0.05	1.10	-6.25	3.93	820
Fortaleza institucional (pca)	127.88	49.37	11.25	210.80	820
Mejora institucional (pca)	-0.13	2.59	-11.66	10.38	820
Tasa de fertilidad	1.64	0.39	0.84	3.11	820
Formación bruta de capital fijo	22.67	4.48	10.69	54.27	777
Gasto del gobierno	18.86	4.10	8.42	28.15	791
Inversión extranjera directa	7.73	24.26	-117.37	280.15	819
Balanza comercial	112.48	78.42	19.56	442.62	796

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y UNESCO.

Para el total de setenta países, las estadísticas descriptivas del cuadro 3.3 muestran que el PIB per cápita promedio entre 2001 y 2020 fue de \$22,326.66 (dólares constantes de 2015). El crecimiento anual medio del PIB per cápita fue 2.42 %, el gasto promedio en I+D como porcentaje del PIB fue de 1.19 % y la fortaleza institucional se ubicó en 60.13 promedio anual. El crecimiento anual medio de la fortaleza institucional fue de 0.02 puntos, cercano a cero. Esto indica que para el total de países el entorno institucional en promedio prácticamente no cambió durante el período 2001-2020. La formación bruta de capital fijo fue de 22.78 % en promedio, mientras que el gasto el gobierno fue de 17.40 % en promedio. La tasa de fertilidad fue de 1.79, la inversión extranjera directa como porcentaje del PIB en promedio fue de 6.33 % y la balanza comercial como porcentaje del PIB en promedio fue de 97 %.

Cuadro 3.3: Estadísticas descriptivas: total de países.

	Media	Desviación estándar	Mín.	Máx.	Núm.
PIB per cápita	22326.66	21325.74	328.21	112417.90	1400
Crecimiento del PIB per cápita	2.42	4.37	-18.85	33.03	1400
Gasto en I+D	1.19	1.03	0.03	5.71	1400
Fortaleza institucional	60.13	17.09	14.93	88.94	1400
Mejora institucional	0.02	1.30	-8.09	6.68	1400
Fortaleza institucional (pca)	108.59	50.24	-3.29	210.80	1400
Mejora institucional (pca)	0.09	3.03	-12.51	15.23	1400
Tasa de fertilidad	1.79	0.47	0.84	3.44	1400
Formación bruta de capital fijo	22.78	5.77	7.30	57.71	1332
Gasto del gobierno	17.40	4.73	7.29	39.88	1346
Inversión extranjera directa	6.33	19.16	-117.37	280.15	1373
Balanza comercial	97.00	67.10	15.68	442.62	1351

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y UNESCO.

Al analizar el total de países, se observa que los valores de algunas variables de interés como el PIB per cápita, el gasto en I+D y el nivel de fortaleza institucional son mayores en promedio anual a los vistos en el grupo de países de ingreso medio, ya que los países de ingreso alto tienen valores aún mayores que empujan hacia arriba el promedio de estas variables. Por ejemplo, los países de ingreso medio tuvieron un gasto en I+D como porcentaje del PIB promedio anual de 0.52 %, mientras que los países de ingreso alto tuvieron un gasto en I+D promedio anual de 1.66 %. De este modo, al observar el total de países, el gasto en I+D promedio anual fue de 1.19 %. Por otro lado, otras variables de interés como el crecimiento del PIB per cápita y la mejora institucional tienen valores menores a los observados en los países de ingreso medio debido a que los países de ingreso alto tuvieron en promedio anual menores tasas de crecimiento del PIB per cápita y retrocesos en la mejora institucional. De este modo, mientras que los países de ingreso medio experimentaron un crecimiento del PIB per cápita promedio anual de 3.58 %, los países de ingreso alto tuvieron un crecimiento del PIB per cápita promedio anual de 1.61 %, por lo que al fijarse en el total de países el crecimiento del PIB per cápita promedio anual fue de 2.42 %.

Capítulo 4

Especificación econométrica.

La especificación econométrica para este trabajo de tesis se basa en un modelo de datos panel con efectos fijos de tiempo y país, así como errores estándar robustos agrupados por país. El uso de efectos fijos de tiempo y país ayudan a controlar por heterogeneidad no observada a estos niveles. Una característica del análisis de efectos fijos (FE) es que permite que el componente no observado c_i esté arbitrariamente correlacionado con las variables observadas $x_{i,t}$ de acuerdo con una especificación que se presenta en la siguiente ecuación del modelo lineal de efectos no observados para T períodos de tiempo.

$$y_{i,t} = x_{i,t}\beta + c_i + u_{i,t}, \quad t = 1, \dots, T.$$

El primer supuesto de efectos fijos es la exogeneidad estricta de las variables explicativas condicional en el componente no observado. De este modo, es posible estimar consistentemente efectos parciales en presencia de variables omitidas que son constantes en el tiempo, que pueden estar arbitrariamente relacionadas con las observables (Wooldridge, p. 301, 2002). En este sentido, el análisis con efectos fijos es más robusto que el análisis con efectos aleatorios (RE). No obstante, esta robustez no permite la inclusión de factores constantes en el tiempo en $x_{i,t}$. La idea de estimar β bajo este primer supuesto es transformar las ecuaciones para eliminar c_i . Para ello se promedia $y_{i,t} = x_{i,t}\beta + c_i + u_{i,t}$ sobre $t = 1, \dots, T$ para obtener la ecuación de la sección transversal.

$$\bar{y}_i = \bar{x}_i\beta + c_i + \bar{u}_i$$

Al sustraer la ecuación de la sección transversal de la ecuación lineal de efectos no observados se obtiene la ecuación transformada de efectos fijos.

$$y_{i,t} - \bar{y}_i = (x_{i,t} - \bar{x}_i)\beta + u_{i,t} - \bar{u}_i$$

La ecuación transformada de efectos fijos se puede representar de la siguiente forma:

$$\dot{y}_{i,t} = \ddot{x}_{i,t}\beta + \ddot{u}_{i,t}, \quad t = 1, \dots, T.$$

De este modo, a la ecuación original linear de efectos no observados se le remueve el efecto individual específico no observado c_i .

El segundo supuesto de efectos fijos asegura que el estimador se comporte bien de forma asintótica. Este segundo supuesto establece la condición de rango estándar en la matriz de las variables explicativas $\ddot{x}_{i,t}$.

$$\text{rango}\left(\sum_{t=1}^T E(\ddot{x}'_{i,t}\ddot{x}_{i,t})\right) = \text{rango}[E(\ddot{X}'_i\ddot{X}_i)] = K$$

Este supuesto muestra explícitamente por qué no se permiten variables constantes en el tiempo en el análisis de efectos fijos, a menos que estén interactuadas con variables que cambien en el tiempo (Wooldridge, p. 304, 2002).

El tercer supuesto asegura que el estimador de efectos fijos sea eficiente, es decir, que provee estimaciones con la menor variabilidad entorno al verdadero valor del parámetro al incrementar el tamaño de la muestra.

$$E(u'_i u_i | x_i, c_i) = \sigma_u^2 I_T$$

Si el supuesto uno se mantiene,

$$E(u'_i u_i | x_i, c_i) = \text{Var}(u_i | x_i, c_i) = \sigma_u^2 I_T$$

Esto implica que los errores idiosincráticos $u_{i,t}$ tienen una varianza constante a través de t y no están serialmente correlacionados (Wooldridge, p. 304, 2002).

El estimador (FE) puede expresarse como:

$$\hat{\beta}_{FE} = \left(\sum_{i=1}^N \ddot{X}'_i \ddot{X}_i\right)^{-1} \left(\sum_{i=1}^N \ddot{X}'_i \ddot{y}_i\right) = \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \ddot{x}'_{i,t} \ddot{x}_{i,t}\right)^{-1} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \ddot{x}'_{i,t} \ddot{y}_{i,t}\right).$$

A este estimador también se le conoce como el estimador within (dentro) ya que utiliza la variación en el tiempo dentro de cada sección transversal. El estimador de matriz de varianza robusto es válido en presencia de heterocedasticidad o correlación serial en $u_{i,t} : t = 1, \dots, T$, dado que T es pequeño en relación con N (Wooldridge, p. 311, 2002).

$$Ava\hat{r}(\hat{\beta}_{FE}) = (\ddot{X}'_i \ddot{X}_i)^{-1} \left(\sum_{i=1}^N \ddot{X}'_i \hat{u}_i \hat{u}'_i \ddot{X}_i \right) (\ddot{X}'_i \ddot{X}_i)^{-1}$$

Para este trabajo de tesis, la especificación econométrica que se sigue es:

$$\Delta pcap_{i,t} = \alpha + \beta(id_{i,t-1}) + \gamma(crec_fi_{i,t-2}) + \delta(id_{i,t-1} * fi_{i,t-2}) + \theta X_{i,t} + K_t + B_i + \varepsilon_{i,t}.$$

Donde se tiene que para cada país i , en el año t , $\Delta pcap_{i,t}$ es la tasa de crecimiento del PIB per cápita, α es una constante; β es el coeficiente que mide el efecto del gasto en I+D del año $t-1$ ($id_{i,t-1}$) sobre el crecimiento del PIB per cápita en el año t ; γ es el coeficiente que mide el efecto de la mejora institucional del año $t-2$ ($crec_fi_{i,t-2}$) sobre el crecimiento del PIB per cápita en el año t ; δ es el coeficiente que mide el efecto de la interacción entre el gasto en I+D del año $t-1$ y la fortaleza institucional del año $t-2$ ($id_{i,t-1} * fi_{i,t-2}$) sobre el crecimiento del PIB per cápita en el año t ; θ es el coeficiente que mide el efecto del vector de controles $X_{i,t}$; K_t son efectos fijos de tiempo; B_i son efectos fijos de país y $\varepsilon_{i,t}$ es el término de error.

Para abordar problemas de endogeneidad y variables omitidas, la variable de mejora institucional es rezagada dos períodos, así como la variable de fortaleza institucional y la variable de gasto en I+D es rezagada solo un período. La elección de un grado bajo de rezagos se debe a que el período de estudio, 2001 a 2020, es relativamente corto y con ello se evita la pérdida de variabilidad. Menor variabilidad en los datos podría hacer que el coeficiente de interés sea pequeño. De este modo, en la interacción, el gasto en I+D en el período $t-1$ depende del fortalecimiento institucional del período $t-2$, pero no al revés. Asimismo, el crecimiento económico en el año t dependerá del gasto en I+D realizado en $t-1$ y de la mejora institucional en $t-2$ y no en sentido contrario. El término de interacción explica el grado en que el efecto del gasto en I+D que depende del fortalecimiento institucional en un país impacta en el crecimiento del PIB per cápita. Se espera que mayor fortaleza institucional intensifique el efecto del gasto en I+D sobre el crecimiento económico. Aunque también podría pasar que la fortaleza institucional disminuya el efecto del gasto en I+D o simplemente no le afecte.

Capítulo 5

Resultados.

El cuadro 5.1 muestra los resultados de cuatro especificaciones econométricas de un modelo de datos panel con efectos fijos por país y de tiempo. En cada columna se presenta una especificación diferente. Las primeras dos columnas utilizan la mejora institucional como variable independiente y el nivel de fortaleza institucional construido como un índice agregado no ponderado en el término de interacción. La diferencia es que, en la primera columna, la especificación no emplea controles, mientras que en la segunda columna se añaden los controles de consumo final del gobierno como porcentaje del PIB (gob), la tasa de fertilidad (tf) y la inversión extranjera directa como porcentaje del PIB (ied). Las últimas dos columnas emplean la mejora institucional como variable independiente y el nivel de fortaleza institucional construido con el método de análisis de componentes principales (PCA) en el término de interacción. La diferencia es que en la tercera columna no se incluyen controles, y en la cuarta columna sí se incluyen. Se observa un efecto positivo y estadísticamente significativo del gasto en I+D sobre el crecimiento económico con una magnitud de entre 4.02 y 10.41 puntos porcentuales. La mejora institucional parece tener un efecto positivo sobre el crecimiento económico, aunque de menor magnitud que el I+D. No obstante, el efecto no es estadísticamente significativo. La interacción entre gasto en I+D y fortaleza institucional tiene un efecto cercano a cero sobre el crecimiento económico y tampoco es estadísticamente significativo.

El cuadro 5.2 muestra los resultados para los países de ingreso alto. Las especificaciones de las dos primeras columnas utilizan la mejora institucional como variable independiente y en la interacción el nivel de fortaleza institucional. La diferencia entre estas dos especificaciones es que en la primera columna se omiten controles y en la segunda se incluyen. Además de los controles utilizados al analizar a los países de ingreso medio, se incorporan la formación bruta de capital fijo (fbc) y la balanza comercial (xm). Las últimas dos columnas utilizan la mejora institucional como variable independiente y en la interacción se utiliza la fortaleza institucional construida con el método (pca). Se diferencian también en que la tercera columna omite controles y la cuarta columna los incluye. Se observa un efecto positivo del I+D sobre el crecimiento económico que solo es estadísticamente significativo en la primera estimación cuando se emplea la mejora institucional y el nivel de fortaleza institucional contruidos como índice agregado no ponderado, y omitiendo los controles. El efecto tiene una magnitud de 5.28 puntos porcentuales. Asimismo, se observa un efecto positivo y estadísticamente significativo de la mejora institucional sobre el crecimiento económico en todas las estimaciones. La magnitud del efecto varía entre 0.068 y 0.332 puntos porcentuales dependiendo si se incluyen u omiten controles o si se emplea la fortaleza institucional como índice agregado no ponderado o con el método (pca). La interacción entre gasto en I+D y el nivel de fortaleza institucional tiene un efecto negativo y cercano a cero sobre el crecimiento económico, pero por lo general no es estadísticamente significativo.

El cuadro 5.3 muestra resultados para el total de países. En este caso, no se incluye una variable dicotómica de tipo de país, ya que se quiere analizar a todos los países en su conjunto. Las primeras dos especificaciones utilizan la mejora institucional como variable independiente y en la interacción se utiliza la fortaleza institucional. La diferencia en las especificaciones es que la primera incluye controles y la segunda no los incluye. Las últimas dos especificaciones utilizan la mejora institucional como variable independiente y en la interacción se utiliza la fortaleza institucional contruidas con el método (pca). La diferencia en las especificaciones es que la tercera incluye controles y la cuarta no los incluye. El I+D tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico con una magnitud de entre 1.96 y 5.99 puntos porcentuales que varía dependiendo de si se agregan u omiten controles y si se utiliza la mejora y nivel de fortaleza institucional con el método de (pca) o como índice agregado no ponderado. La mejora institucional también tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico con una magnitud de entre 0.18 y 0.20 puntos porcentuales cuando se utiliza la mejora institucional y el nivel de fortaleza institucional como índice agregado no ponderado. La interacción entre gasto en I+D y fortaleza institucional tiene un efecto negativo y cercano a cero sobre el crecimiento económico, pero por lo general no es estadísticamente significativo.

Cuadro 5.1: Resultados de las estimaciones: 29 países de ingreso medio.

	(1)	(2)	(3)	(4)
	crepcap	crepcap	crepcap	crepcap
(I+D)_1	10.41* (2.62)	7.840*** (5.10)	4.024* (2.07)	2.792 (1.57)
(Mejora institucional)_2	0.128 (1.33)	0.180 (1.71)		
Interacción	-0.162 (-1.67)	-0.134*** (-3.78)		
(Mejora institucional (pca))_2			0.0157 (0.36)	0.0127 (0.27)
Interacción (pca)			-0.00718 (-0.30)	0.000328 (0.02)
gob		-0.458*** (-3.45)		-0.454* (-2.29)
tf		-1.757** (-2.96)		-2.736* (-2.17)
ied		0.155*** (9.45)		0.141*** (6.47)
2008.año	-0.983 (-1.36)	-1.264 (-1.73)	-1.021 (-1.41)	-1.201 (-1.70)
2009.año	-6.790*** (-5.09)	-6.712*** (-4.80)	-6.831*** (-5.02)	-6.656*** (-4.67)
2020.año	-11.36*** (-11.56)	-9.980*** (-11.76)	-11.48*** (-10.28)	-10.30*** (-10.12)
_cons	4.155*** (4.86)	14.11*** (5.43)	4.164*** (5.26)	15.65*** (4.58)
<i>N</i>	522	477	522	477
_xtoverid_p-valor	0.0105	0.0501	0.0004	0.0009
_coldiag_núm.cond	11.47	16.07	6.92	10.93

t estadísticos en paréntesis

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y UNESCO.

Cuadro 5.2: Resultados de las estimaciones: 41 países de ingreso alto.

	(1)	(2)	(3)	(4)
	crepcap	crepcap	crepcap	crepcap
(I+D)_1	5.277*	1.567	1.071	0.844
	(2.51)	(0.68)	(1.07)	(1.00)
(Mejora institucional)_2	0.332***	0.278**		
	(3.58)	(3.37)		
Interacción	-0.0615*	-0.0131		
	(-2.48)	(-0.42)		
(Mejora institucional (pca))_2			0.0821*	0.0683*
			(2.29)	(2.55)
Interacción (pca)			-0.00306	-0.00195
			(-0.57)	(-0.33)
gob		-0.500**		-0.507**
		(-2.73)		(-2.94)
tf		-3.202*		-3.393**
		(-2.58)		(-3.03)
fbc		0.136		0.136
		(1.71)		(1.79)
xm		0.0266*		0.0252*
		(2.57)		(2.48)
2008.año	-2.336**	-2.343**	-2.336**	-2.321**
	(-2.91)	(-3.40)	(-2.89)	(-3.39)
2009.año	-8.005***	-6.460***	-8.037***	-6.485***
	(-7.84)	(-7.35)	(-7.73)	(-7.27)
2020.año	-8.432***	-6.825***	-8.292***	-6.810***
	(-8.57)	(-10.01)	(-8.62)	(-10.90)
_cons	2.067**	10.25	1.955*	10.82
	(3.02)	(1.69)	(2.69)	(1.92)
<i>N</i>	738	694	738	694
_xtoverid_p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
_coldiag_núm.cond	17.51	29.86	4.69	12.18

t estadísticos en paréntesis

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y UNESCO.

Cuadro 5.3: Resultados de las estimaciones: total de países.

	(1)	(2)	(3)	(4)
	crepcap	crepcap	crepcap	crepcap
(I+D)_1	5.995** (2.77)	3.655* (2.05)	2.755* (2.24)	1.963* (2.04)
(Mejora institucional)_2	0.177* (2.35)	0.201** (2.73)		
Interacción	-0.0631* (-2.24)	-0.0330 (-1.40)		
(Mejora institucional (pca))_2			0.0233 (0.76)	0.0372 (1.19)
Interacción (pca)			-0.00858 (-1.20)	-0.00449 (-0.73)
gob		-0.394* (-2.63)		-0.393* (-2.64)
tf		-3.095** (-3.31)		-3.270*** (-3.46)
fbc		0.144** (3.29)		0.147** (3.37)
xm		0.0385*** (3.79)		0.0373*** (3.70)
2008.año	-1.827** (-3.27)	-2.274*** (-4.89)	-1.832** (-3.26)	-2.274*** (-4.85)
2009.año	-7.607*** (-9.33)	-6.774*** (-9.35)	-7.609*** (-9.20)	-6.773*** (-9.17)
2020.año	-9.877*** (-13.68)	-8.876*** (-15.73)	-9.791*** (-13.44)	-8.846*** (-15.91)
_cons	2.467*** (4.01)	7.893* (2.30)	2.285** (3.42)	8.126* (2.38)
<i>N</i>	1260	1193	1260	1193
_xtoverid_p-valor	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
_coldiag_núm.cond	12.39	23.23	4.71	9.76

t estadísticos en paréntesis

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y UNESCO.

5.1. Análisis de sensibilidad.

Para ver si hay consistencia en los valores de las estimaciones, se analizan los modelos omitiendo e incluyendo controles como se mostró en las tablas de resultados anteriores. Además, en el término de interacción se utiliza la mejora institucional en lugar del nivel de fortaleza institucional. También se desagrega la fortaleza institucional por componente y se analizan los modelos con el nivel y la mejora de cada indicador de fortaleza institucional en el término de interacción. También se analizan diferentes combinaciones de rezagos hasta un máximo de cuatro rezagos en I+D y cinco rezagos en la mejora institucional y en el nivel de fortaleza institucional. Los resultados no se muestran aquí, pero son consistentes. Por lo general, el I+D y la mejora institucional, medida como índice agregado no ponderado o con el método (pca), tienen un efecto positivo sobre el crecimiento económico, pero la interacción entre I+D y fortaleza institucional, ya sea cómo índice agregado no ponderado o con el método de (pca), tiene un efecto cercano a cero y no es estadísticamente significativo.

5.1.1. Países de ingreso medio.

Al descomponer el índice de fortaleza institucional en sus seis indicadores control de corrupción (cc), efectividad del gobierno (ge), estabilidad política (ps), calidad regulatoria (rq), estado de derecho (rl) y voz-rendición de cuentas (va), se encuentran resultados similares a los del cuadro 5.1. Es decir, como se muestra en el cuadro 5.4, el gasto en I+D tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico con una magnitud de entre 3.29 y 4.32 puntos porcentuales. La mejora en cada uno de estos indicadores, excepto (cc) y (rl), tiene un efecto positivo sobre el crecimiento económico, de poca magnitud, pero no es estadísticamente significativo. La interacción entre (id) y cada uno de estos indicadores, excepto con (va), tiene un efecto negativo de poca magnitud sobre el crecimiento económico, pero tampoco es estadísticamente significativo.

Cuadro 5.4: Resultados de las estimaciones por indicador: países de ingreso medio.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	crepcap	crepcap	crepcap	crepcap	crepcap	crepcap
(I+D)_1	3.288*	4.099*	4.043**	4.203***	4.319*	0.324
	(2.75)	(2.17)	(3.11)	(3.58)	(2.13)	(0.20)
(Mejora en cc)_2	0.0391					
	(0.58)					
Interacción (I+D y cc)	-0.0118					
	(-0.42)					
(Mejora en ge)_2		-0.0299				
		(-0.50)				
Interacción (I+D y ge)		-0.0272				
		(-0.73)				
(Mejora en ps)_2			0.0473			
			(1.42)			
Interacción (I+D y ps)			-0.0536			
			(-1.68)			
(Mejora en rq)_2				0.0724		
				(1.11)		
Interacción (I+D y rq)				-0.0432		
				(-1.81)		
(Mejora en rl)_2					-0.0811	
					(-0.80)	
Interacción (I+D y rl)					-0.0358	
					(-0.77)	
(Mejora en va)_2						0.0125
						(0.23)
Interacción (I+D y va)						0.0914
						(1.61)
_cons	15.66***	15.33***	14.51***	14.27***	15.26***	15.14***
	(4.65)	(4.40)	(5.59)	(5.31)	(4.32)	(4.57)
<i>N</i>	477	477	477	477	477	477
_xtoverid_p-valor	0.0095	0.0050	0.3188	0.0551	0.0438	0.0379

t estadísticos en paréntesis

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y UNESCO.

El cuadro 5.5 muestra resultados con especificaciones que utilizan la mejora institucional en la interacción. Se observa que el gasto en I+D tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico con una magnitud de entre 2.88 y 3.46 puntos porcentuales. La mejora institucional medida como índice agregado no ponderado o con el método (pca) también tiene un efecto positivo sobre el crecimiento económico, pero no es estadísticamente significativo. La interacción entre I+D y la mejora institucional tiene un efecto negativo y cercano a cero sobre el crecimiento económico, pero por lo general no es estadísticamente significativo.

El cuadro 5.6 también desagrega la fortaleza institucional por sus componentes, pero en los términos de interacción se utiliza la mejora de cada componente en vez del nivel. Se observa un efecto positivo y estadísticamente significativo del I+D sobre el crecimiento económico. La mejora de cada indicador tiene un efecto positivo sobre el crecimiento económico, pero no es estadísticamente significativo. La interacción entre I+D y la mejora de cada indicador tiene un efecto negativo y cercano a cero sobre el crecimiento económico, pero tampoco es estadísticamente significativo.

Cuadro 5.5: Resultados de las estimaciones: 29 países de ingreso medio.

	(1)	(2)	(3)	(4)
	crepcap	crepcap	crepcap	crepcap
(I+D)_1	3.456*	2.896**	3.454*	2.875**
	(2.66)	(2.89)	(2.73)	(3.00)
(Mejora institucional)_2	0.156	0.280		
	(1.29)	(1.85)		
Interacción (I+D y mejora inst.)	-0.117	-0.329		
	(-0.69)	(-1.70)		
(Mejora institucional (pca))_2			0.0806	0.116
			(1.47)	(1.76)
Interacción (I+D y mejora inst. (pca))			-0.127	-0.194*
			(-1.65)	(-2.30)
gob		-0.469*		-0.467*
		(-2.30)		(-2.36)
tf		-2.786*		-2.836*
		(-2.25)		(-2.36)
ied		0.141***		0.142***
		(6.51)		(6.75)
2008.año	-1.027	-1.221	-1.036	-1.207
	(-1.38)	(-1.68)	(-1.45)	(-1.72)
2009.año	-6.889***	-6.744***	-6.831***	-6.616***
	(-5.08)	(-4.76)	(-5.13)	(-4.73)
2020.año	-11.56***	-10.33***	-11.55***	-10.30***
	(-11.48)	(-10.57)	(-11.56)	(-10.53)
_cons	4.140***	15.93***	4.155***	16.02***
	(5.14)	(4.67)	(5.43)	(4.91)
<i>N</i>	522	477	522	477
_xtoverid_p-valor	0.0257	0.0586	0.0347	0.0201
_coldiag_núm.cond	2.89	7.25	1.72	7.24

t estadísticos en paréntesis

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y UNESCO.

Cuadro 5.6: Resultados de las estimaciones por indicador: países de ingreso medio.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	crepcap	crepcap	crepcap	crepcap	crepcap	crepcap
(I+D)_1	2.832** (2.85)	2.752** (2.87)	2.754* (2.76)	2.866** (2.83)	2.873** (3.10)	2.799** (2.94)
(Mejora en cc)_2	0.123 (1.12)					
Interacción (I+D y mejora en cc)	-0.144 (-0.97)					
(Mejora en ge)_2		0.0318 (0.36)				
Interacción (I+D y mejora en ge)		-0.128 (-1.33)				
(Mejora en ps)_2			0.0614 (1.22)			
Interacción (I+D y mejora en ps)			-0.0608 (-0.91)			
(Mejora en rq)_2				0.114 (1.37)		
Interacción (I+D y mejora en rq)				-0.105 (-0.84)		
(Mejora en rl)_2					0.107 (1.06)	
Interacción (I+D y mejora en rl)					-0.377 (-1.58)	
(Mejora en va)_2						0.147 (1.54)
Interacción (I+D y mejora en va)						-0.274* (-2.12)
_cons	16.00*** (4.81)	15.64*** (4.65)	15.33*** (4.50)	15.59*** (4.77)	15.72*** (4.65)	15.77*** (4.68)
<i>N</i>	477	477	477	477	477	477

t estadísticos en paréntesis

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y UNESCO.

5.1.2. Países de ingreso alto.

El cuadro 5.7 desagrega la mejora institucional y el nivel de fortaleza institucional en sus componentes. Por lo general, el I+D tiene un efecto positivo sobre el crecimiento económico, pero no es estadísticamente significativo. La mejora de cada indicador también parece tener un efecto positivo que solo es estadísticamente significativo cuando se da en los indicadores (ps), (rl) y (va). La interacción entre I+D y el nivel de cada indicador es generalmente negativa, excepto con (ge), pero ninguna interacción tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico de los países de ingreso alto.

El cuadro 5.8 presenta especificaciones del modelo que utilizan la mejora institucional, medida como índice agregado no ponderado o con el método de (pca), en la interacción. El I+D parece tener un efecto positivo sobre el crecimiento económico, pero no es estadísticamente significativo. La mejora institucional tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico que es consistente en todas las estimaciones. Sin embargo, la interacción entre I+D y fortaleza institucional no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico.

El cuadro 5.9 muestra especificaciones del modelo con la mejora de cada indicador en la interacción. El I+D parece tener un efecto positivo sobre el crecimiento económico, pero no es estadísticamente significativo. La mejora en los indicadores también parece tener un efecto positivo, pero no estadísticamente significativo. Solo la mejora en (rl) tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo en el crecimiento económico. La interacción entre I+D y mejora de cada indicador tiene un efecto negativo, excepto con la mejora en (rq), pero no es estadísticamente significativo.

Cuadro 5.7: Resultados de las estimaciones por indicador: países de ingreso alto.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	crecpcap	crecpcap	crecpcap	crecpcap	crecpcap	crecpcap
(I+D)_1	0.712 (0.46)	-0.121 (-0.09)	1.567 (1.43)	0.813 (0.50)	2.013 (0.79)	2.664 (1.33)
(Mejora en cc)_2	0.0924 (1.73)					
Interacción (I+D y cc)	-0.00195 (-0.09)					
(Mejora en ge)_2		0.0637 (1.50)				
Interacción (I+D y ge)		0.00873 (0.53)				
(Mejora en ps)_2			0.105* (2.58)			
Interacción (I+D y ps)			-0.0151 (-1.21)			
(Mejora en rq)_2				-0.000823 (-0.02)		
Interacción (I+D y rq)				-0.00322 (-0.15)		
(Mejora en rl)_2					0.149* (2.61)	
Interacción (I+D y rl)					-0.0184 (-0.54)	
(Mejora en va)_2						0.161* (2.11)
Interacción (I+D y va)						-0.0291 (-1.01)
_cons	10.85 (1.80)	11.09 (1.94)	10.32 (1.81)	10.92 (1.79)	10.88 (1.76)	10.38 (1.83)
<i>N</i>	694	694	694	694	694	694
_xtoverid_p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

t estadísticos en paréntesis

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y UNESCO.

Cuadro 5.8: Resultados de las estimaciones: 41 países de ingreso alto.

	(1)	(2)	(3)	(4)
	crepcap	crepcap	crepcap	crepcap
(I+D)_1	0.697 (1.51)	0.593 (1.39)	0.655 (1.44)	0.575 (1.35)
(Mejora institucional)_2	0.548** (2.86)	0.454* (2.63)		
Interacción (I+D y mejora inst.)	-0.162* (-2.10)	-0.111 (-1.54)		
(Mejora institucional (pca))_2			0.166 (1.95)	0.154* (2.56)
Interacción (I+D y mejora inst. (pca))			-0.0546 (-1.44)	-0.0523 (-1.83)
gob		-0.508** (-2.94)		-0.511** (-2.96)
tf		-3.241** (-2.86)		-3.349** (-2.97)
fbc		0.130 (1.80)		0.133 (1.81)
xm		0.0271* (2.64)		0.0257* (2.59)
2008.año	-2.224** (-2.76)	-2.274** (-3.36)	-2.264** (-2.86)	-2.261** (-3.31)
2009.año	-7.929*** (-7.79)	-6.397*** (-7.55)	-7.979*** (-7.79)	-6.427*** (-7.25)
2020.año	-8.176*** (-8.55)	-6.725*** (-11.30)	-8.245*** (-8.52)	-6.750*** (-10.91)
_cons	1.852** (2.76)	10.48 (1.88)	1.962** (3.05)	10.85 (1.95)
<i>N</i>	738	694	738	694
_xtoverid_p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
_coldiag_núm.cond	3.15	11.23	2.36	11.23

t estadísticos en paréntesis

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y UNESCO.

Cuadro 5.9: Resultados de las estimaciones por indicador: países de ingreso alto.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	crecpcap	crecpcap	crecpcap	crecpcap	crecpcap	crecpcap
(I+D)_1	0.554 (1.31)	0.569 (1.35)	0.557 (1.34)	0.562 (1.33)	0.592 (1.38)	0.586 (1.39)
(Mejora en cc)_2	0.185 (1.74)					
Interacción (I+D y mejora en cc)	-0.0550 (-1.47)					
(Mejora en ge)_2		0.137 (1.79)				
Interacción (I+D y mejora en ge)		-0.0385 (-1.23)				
(Mejora en ps)_2			0.137 (1.60)			
Interacción (I+D y mejora en ps)			-0.0263 (-0.77)			
(Mejora en rq)_2				-0.0142 (-0.21)		
Interacción (I+D y mejora en rq)				0.00654 (0.19)		
(Mejora en rl)_2					0.222* (2.47)	
Interacción (I+D y mejora en rl)					-0.0550 (-1.56)	
(Mejora en va)_2						0.180 (1.70)
Interacción (I+D y mejora en va)						-0.0257 (-0.48)
_cons	10.84 (1.99)	10.76 (1.92)	10.31 (1.79)	11.04 (1.99)	11.27 (1.99)	10.89 (2.01)
<i>N</i>	694	694	694	694	694	694

t estadísticos en paréntesis

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y UNESCO.

5.1.3. Total de países.

Al desagregar la mejora institucional y el nivel de fortaleza institucional por componente, como se muestra en el cuadro 5.10, se encuentran resultados similares. El (id) tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo, la mejora de los indicadores tiene un efecto positivo que solo es significativo con la mejora en (ps), y la interacción tiene un efecto negativo, pero ninguno es estadísticamente significativo.

El cuadro 5.11 muestra resultados de las estimaciones que utilizan la mejora institucional, ya sea como índice agregado no ponderado o con el método (pca), en la interacción con I+D. El gasto en I+D tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico con una magnitud de entre 1.40 y 1.70 puntos porcentuales. La mejora institucional tiene un efecto positivo, pero no es estadísticamente significativo. El término de interacción parece tener un efecto negativo y cercano a cero sobre el crecimiento económico, pero tampoco es estadísticamente significativo.

Del mismo modo, como se muestra en el cuadro 5.12, la mejora por indicador parece tener un efecto positivo, pero no estadísticamente significativo, sobre el crecimiento económico. El gasto en I+D tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico con una magnitud que varía entre 1.34 y 1.40 puntos porcentuales. La interacción entre I+D y la mejora de cada indicador parece tener un efecto negativo, excepto con la mejora en (rq) y (va), pero ninguno es estadísticamente significativo.

Cuadro 5.10: Resultados de las estimaciones por indicador: total de países.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	crecpcap	crecpcap	crecpcap	crecpcap	crecpcap	crecpcap
(I+D) ₁	2.828*	2.703*	2.779**	1.953	2.372	1.974
	(2.21)	(2.06)	(2.81)	(1.46)	(1.63)	(1.37)
(Mejora en cc) ₂	0.0723					
	(1.81)					
Interacción (I+D y cc)	-0.0216					
	(-1.24)					
(Mejora en ge) ₂		0.0266				
		(0.71)				
Interacción (I+D y ge)		-0.0183				
		(-1.11)				
(Mejora en ps) ₂			0.0617*			
			(2.29)			
Interacción (I+D y ps)			-0.0242			
			(-1.91)			
(Mejora en rq) ₂				0.0215		
				(0.56)		
Interacción (I+D y rq)				-0.00823		
				(-0.47)		
(Mejora en rl) ₂					0.0162	
					(0.26)	
Interacción (I+D y rl)					-0.0144	
					(-0.73)	
(Mejora en va) ₂						0.0768
						(1.54)
Interacción (I+D y va)						-0.00913
						(-0.45)
_cons	7.978*	7.972*	8.099*	8.037*	8.012*	8.202*
	(2.33)	(2.33)	(2.36)	(2.29)	(2.28)	(2.40)
<i>N</i>	1193	1193	1193	1193	1193	1193
_xtoverid_p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

t estadísticos en paréntesis

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y UNESCO.

Cuadro 5.11: Resultados de las estimaciones: total de países.

	(1)	(2)	(3)	(4)
	crecpcap	crecpcap	crecpcap	crecpcap
(I+D)_1	1.693** (2.88)	1.409** (2.86)	1.666** (2.85)	1.405** (2.89)
(Mejora institucional)_2	0.180 (1.63)	0.227 (1.97)		
Interacción (I+D y mejora inst.)	-0.0268 (-0.53)	-0.0386 (-0.77)		
(Mejora inst. (pca))_2			0.0302 (0.63)	0.0641 (1.33)
Interacción (I+D y mejora inst. (pca))			-0.00993 (-0.41)	-0.0284 (-1.21)
gob		-0.400** (-2.66)		-0.397** (-2.66)
tf		-3.261** (-3.41)		-3.314*** (-3.52)
fbc		0.143** (3.32)		0.147** (3.38)
xm		0.0388*** (3.82)		0.0379*** (3.78)
2008.año	-1.825** (-3.22)	-2.254*** (-4.77)	-1.848** (-3.30)	-2.279*** (-4.89)
2009.año	-7.630*** (-9.26)	-6.765*** (-9.33)	-7.629*** (-9.21)	-6.771*** (-9.16)
2020.año	-9.806*** (-13.31)	-8.839*** (-15.62)	-9.821*** (-13.41)	-8.870*** (-15.75)
_cons	2.328*** (3.64)	8.183* (2.39)	2.387*** (3.79)	8.256* (2.43)
<i>N</i>	1260	1193	1260	1193
_xtoverid_p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
_coldiag_núm.cond	2.37	9.02	1.87	9.03

t estadísticos en paréntesis

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y UNESCO.

Cuadro 5.12: Resultados de las estimaciones por indicador: total de países.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	crecpcap	crecpcap	crecpcap	crecpcap	crecpcap	crecpcap
(I+D)_1	1.377** (2.83)	1.372** (2.84)	1.343** (2.77)	1.372** (2.82)	1.364** (2.82)	1.400** (2.90)
(Mejora en cc)_2	0.0871 (1.48)					
Interacción (I+D y mejora en cc)	-0.0222 (-0.92)					
(Mejora en ge)_2		0.0225 (0.40)				
Interacción (I+D y mejora en ge)		-0.00624 (-0.23)				
(Mejora en ps)_2			0.0550 (1.43)			
Interacción (I+D y mejora en ps)			-0.00122 (-0.06)			
(Mejora en rq)_2				0.0159 (0.28)		
Interacción (I+D y mejora en rq)				0.00110 (0.04)		
(Mejora en rl)_2					0.0194 (0.24)	
Interacción (I+D y mejora en rl)					-0.00885 (-0.28)	
(Mejora en va)_2						0.0573 (0.78)
Interacción (I+D y mejora en va)						0.0168 (0.29)
_cons	8.349* (2.46)	8.205* (2.40)	7.985* (2.31)	8.199* (2.40)	8.232* (2.41)	8.241* (2.43)
<i>N</i>	1193	1193	1193	1193	1193	1193

t estadísticos en paréntesis

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y UNESCO.

5.2. Análisis de robustez del modelo.

La prueba de especificación de modelo (RE vs. FE) de Hausman arroja un p-valor menor a 0.05 para la mayoría de las especificaciones realizadas, a excepción de un par de casos como se aprecia en el cuadro 5.1, segunda columna, donde el p-valor fue de 0.0501 o en el cuadro 5.5, columna dos, donde el p-valor fue de 0.0586. Esto comprueba que, para el análisis de la presente tesis, un modelo con efectos fijos es preferible a uno con efectos aleatorios.

Un par de preocupaciones con el análisis de datos panel y efectos fijos es la heterocedasticidad y la correlación de los errores. No obstante, como lo explica Wooldridge (2002), el uso de errores estándar robustos, como se hace en este trabajo de tesis, provee estimaciones que toman en cuenta la heterocedasticidad (p. 311). Los errores estándar robustos también ayudan a proveer inferencia estadística confiable incluso si la estructura de correlación dentro de los paneles o en el tiempo es desconocido o mal especificado (Wooldridge, p. 311, 2002).

La multicolinealidad es otro problema que puede surgir e implica la existencia de una dependencia lineal entre las variables independientes del modelo. Esto ocasiona problemas de no estimación única de los parámetros y, por ende, una relación espuria entre las variables independientes y la variable dependiente (Guerrero & Melo, p. 10, 2017). La prueba de multicolinealidad realizada indica que hay multicolinealidad en la mayoría de las especificaciones del modelo. La medida utilizada es el número condicional que es el cociente entre el valor singular más grande y el valor singular más pequeño de la matriz de variables independientes del modelo. Si este número es cercano a 1 indica que no hay multicolinealidad, pero si es mayor a 30 supone que hay un serio problema de multicolinealidad (Belsley et al., 1980). Por lo general, las especificaciones del modelo que utilizan la mejora institucional, derivada a partir del método de (pca), en el término de interacción presentan menores niveles de multicolinealidad.

De este modo, para los países de ingreso medio, el cuadro 5.5, columna tres, muestra la especificación con un número condicional de 1.72, lo que indica que el problema multicolinealidad no es grave. Bajo esta especificación, el gasto en I+D tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico con una magnitud de 3.45 puntos porcentuales. La mejora institucional tiene un efecto positivo con magnitud de 0.08 puntos porcentuales, pero no estadísticamente significativo y la interacción entre mejora institucional y gasto en I+D, tiene un efecto negativo sobre el crecimiento económico con magnitud de -0.13 puntos porcentuales, pero no es estadísticamente significativo.

Para los países de ingreso alto, el cuadro 5.8, columna tres, muestra la especificación con un número condicional de 2.36. De acuerdo con esta especificación, el gasto en I+D y la mejora institucional tienen un efecto positivo sobre el crecimiento económico con magnitudes de 0.66 y 0.17 puntos porcentuales respectivamente, mientras que la interacción entre mejora institucional y gasto en I+D tienen un efecto negativo y cercano a cero sobre el crecimiento económico. Ninguno de los coeficientes estimados para los países de ingreso alto es estadísticamente significativo.

En cuanto al total de países, el cuadro 5.11, columna tres, muestra que la especificación tiene un número condicional de 1.87, lo cual también descarta que la multicolinealidad sea un problema. Se observa un efecto positivo y estadísticamente significativo del gasto en I+D sobre el crecimiento económico de la muestra del total de países con una magnitud de 1.67 puntos porcentuales. La mejora institucional también tiene un efecto positivo sobre el crecimiento económico con magnitud de 0.03 puntos porcentuales, pero no es estadísticamente significativo. La interacción entre mejora institucional y gasto en I+D no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico para el total de países en el período de estudio de 2001 a 2020.

De acuerdo con estos resultados, el gasto en I+D tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico de los veintinueve países de ingreso medio analizados para el período de 2001 a 2020. La magnitud de este efecto es de 3.45 puntos porcentuales, la cual es mayor a la magnitud del efecto observado para los países de ingreso alto que fue de 0.66 puntos porcentuales y para el total de países que fue de 1.67 puntos porcentuales. Estos resultados se parecen a los encontrados en estudios previos que muestran un efecto positivo y estadísticamente significativo del I+D sobre el crecimiento económico (Huda et al. (2020), Sokolov-Mladenovic et al. (2016) y Aali Bujari y Venegas Martinez (2016)). No obstante, los resultados contrastan en la magnitud del efecto, ya que Huda et al. (2020) encuentran que para nueve países asiáticos un incremento de 1 % en I+D se correlaciona con 16 % del crecimiento del PIB. Sokolov-Mladenovic et al. (2016) encuentran que un incremento de 1 % del I+D incrementa el PIB per cápita de veintisiete naciones europeas en 2.27 puntos porcentuales. Aali Bujari y Venegas Martinez (2016) analizan doce países latinoamericanos y observan que un aumento de 1 % en el I+D per cápita incrementa el PIB per cápita en 0.2 %. Es decir, parecería que el efecto es mayor para países de ingreso alto, como los son algunas naciones asiáticas y europeas, que para los países de ingreso medio como lo son las naciones latinoamericanas. En todo caso, los resultados de esta tesis sugieren la importancia de gastar más en I+D para impulsar el crecimiento económico de los países de ingreso medio

que en promedio solo dedicaron 0.52% de su PIB en este ramo en el período de estudio. En cuanto a la mejora institucional, se observa un mayor efecto sobre el crecimiento económico para los países de ingreso alto con una magnitud de 0.17 puntos porcentuales, seguido de los países de ingreso medio para los cuales la magnitud del efecto fue de 0.08 puntos porcentuales y finalmente para el total de países para los cuales la magnitud fue de 0.03 puntos porcentuales. En ninguno de estos casos el efecto fue estadísticamente significativo. Del mismo modo, la interacción entre gasto en I+D y fortaleza institucional no tuvo efecto estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico. Debido a esto, no es posible sugerir políticas públicas específicas de mejora institucional para los países analizados.

Conclusiones.

Las estimaciones indican la existencia de un efecto positivo y estadísticamente significativo del gasto en I+D sobre el crecimiento económico, con mayor magnitud para países de ingreso medio que para el total de países, ya que el gasto en I+D parece no tener un efecto estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico de los países de ingreso alto. El incremento de 1 punto porcentual del gasto en I+D aumenta el crecimiento del PIB per cápita de los países de ingreso medio en 3.45 puntos porcentuales durante el período de 2001 a 2020. Para el total de setenta países, el incremento de 1 punto porcentual del gasto en I+D aumenta el crecimiento del PIB per cápita en 1.67 puntos porcentuales durante el mismo período. Al igual que estudios anteriores sobre los efectos del gasto en I+D sobre el crecimiento económico, en este trabajo se muestra que existe un efecto positivo y que sigue siendo importante invertir en este ramo para impulsar el crecimiento económico. Esto aplica especialmente para los países de ingreso medio que en promedio solo gastaron 0.52% de su PIB en I+D, pero el efecto de dicho gasto sobre el crecimiento económico fue mayor al observado en el total de países. Un caso específico es el de México, que en promedio gastó 0.39% del PIB en I+D, una cifra menor al promedio de los países de ingreso medio. La recomendación de política para países como México sería incrementar el gasto en I+D para impulsar el crecimiento económico. Por el contrario, aunque la mejora institucional parece tener un efecto positivo sobre el crecimiento económico de los países analizados, éste no es estadísticamente significativo. La interacción entre el gasto en I+D y ya sea el nivel o la mejora de la fortaleza institucional tampoco tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico. Debido a la ausencia de un efecto de la mejora institucional sobre el crecimiento económico, no es posible realizar una recomendación de política de mejora institucional específica para los países analizados.

Si bien no se encuentra un efecto estadísticamente significativo de la fortaleza institucional ni de la mejora institucional interactuadas con el gasto en I+D sobre el crecimiento económico, esto no significa que en la realidad no exista. En primer lugar, puede ser que los indicadores de gobernanza global utilizados para la construcción de las variables de fortaleza institucional no capturen completamente los elementos de un “buen” entorno institucional. Esto puede

deberse a que los indicadores se basan en percepciones de individuos y empresas de los países analizados. Las percepciones pueden estar sesgadas por el tipo de individuos y empresas encuestadas. Por ejemplo, los derechos de propiedad intelectual, un elemento importante de un entorno institucional favorecedor para el gasto en I+D, pueden no estar siendo capturados completamente por los indicadores aquí utilizados. En esta tesis se intenta controlar por los derechos de propiedad intelectual mediante la inclusión del indicador de estado de derecho (rl) en la variable de fortaleza institucional, el cual captura percepciones de los agentes sobre la calidad del cumplimiento de los derechos de propiedad, contratos, entre otros. Sin embargo, a pesar de que dos países tengan el mismo nivel de estado de derecho, la fortaleza de las leyes de propiedad intelectual puede ser distinta, y esto no se puede observar en el presente análisis. Para abordar este problema, en futuras investigaciones se podría incluir una variable de derechos de propiedad intelectual construida a partir de indicadores más concretos, no solo basados en percepciones, como patentes y modelos de utilidad, marcas y diseños industriales que recaba la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (WIPO por sus siglas en inglés). Esta variable podría incorporarse dentro del índice de fortaleza institucional. Por otro lado, puede ocurrir que aunque los países tengan leyes estrictas de propiedad intelectual, no se observe un mayor gasto en I+D. Esto puede deberse a que existen altos niveles de corrupción, por lo cual también se controla en esta tesis, mediante el indicador de control de corrupción (cc). De este modo, a pesar de tener leyes estrictas de propiedad intelectual, los agentes económicos, como las empresas, pueden pensar que dichas leyes no serán aplicadas y entonces preferirán no gastar en I+D. En futuras investigaciones se podría analizar en qué medida la corrupción afecta los derechos de propiedad intelectual y, a su vez, en qué medida estos derechos de propiedad intelectual afectan al gasto en I+D.

Además, es muy probable que el efecto de la interacción entre gasto en I+D y fortaleza institucional sea retardado y no se observe tan rápido. Sin embargo, el período de tiempo de veinte años analizado, restringido por la disponibilidad de los datos, no permite expandir mucho en los rezagos de las variables de interés ya que al rezagar el gasto en I+D y las variables de fortaleza institucional por más de 1 y 2 períodos respectivamente se pierde variabilidad en los datos. También es probable que la relación entre las variables de gasto en I+D, de fortaleza institucional y la interacción entre ambas con respecto al crecimiento económico no sea lineal. Por ello, el modelo de datos panel con efectos fijos utilizado podría no estar capturando la relación real. Asimismo, se observa que en el período de estudio los países que más crecieron se caracterizaron por tener bajos niveles de fortaleza institucional y de gasto en I+D, por ejemplo, China, Myanmar y Azerbaiyán. Por el contrario, países con altos niveles de fortaleza institucional y de gasto en I+D crecieron a tasas más bajas, por ejemplo, Finlandia, Japón y Suecia. En los últimos veinte años la dinámica podría estar cambiando, de

modo que hay factores que están impulsando el crecimiento económico con más fuerza de lo que lo hace la interacción entre el gasto en I+D y la fortaleza institucional. Finalmente, el gasto en I+D utilizado aquí es agregado y no se observan sus distintos componentes ni quién lo realiza, es decir, el gobierno, las empresas o los centros de investigación. Es posible que ciertos componentes del gasto en I+D al interactuar con la fortaleza institucional sí afecten el crecimiento económico, pero al tener el gasto en I+D agregado es difícil diferenciar dichos componentes.

En futuras investigaciones se podría utilizar una variable distinta de fortaleza institucional que no solo se base en la percepción de los agentes económicos, para así reducir el potencial sesgo que las percepciones pueden tener. También se podría expandir el período de estudio, ya que con el tiempo se espera que haya una mayor disponibilidad de datos. De igual manera, se podrían utilizar métodos de aprendizaje de máquina como los mínimos cuadrados regularizados de kernel (KRLS por sus siglas en inglés) que son útiles cuando las técnicas con regresiones lineales no son suficientes (Minviel & Ben Bouheni, 2022). Asimismo, se podría analizar el efecto del gasto en I+D interactuado con la fortaleza institucional no solo sobre el crecimiento económico, pero también sobre alguna medida como la productividad total de los factores que captura el componente tecnológico de la función de crecimiento. Esto es porque “el gasto en I+D puede generar crecimiento económico mediante su efecto positivo sobre la innovación y la productividad total de los factores” como lo argumentan (Romer, 1990; Lucas, 1988) en (Blanco et al., 2013, p. 1). Finalmente, se podría desagregar el gasto en I+D por sus componentes y por entidad que lo realiza para ver si algún componente del gasto en I+D al interactuar con la fortaleza institucional tiene un efecto significativo sobre el crecimiento económico.

Bibliografía

- Aali-Bujari, A., & Venegas-Martínez, F. (2016). Technological Innovation and Economic Growth in Latin America. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas. Nueva Época*, 11(2), 77-89.
- Acemoglu, D., & Robinson, J. (2012). *Why nations fail: the origins of power, prosperity and poverty (1a ed.)* Crown Publishers.
- Ashraf, Q., Weil, D., & Wilde, J. (2012). *The Effect of Fertility Reduction on Economic Growth*. Harvard University. Center for International Development Working Papers, paper 251.
- Avila-Lopez, L., Lyu, C., & Lopez-Leyva, S. (2019). Innovation and growth: evidence from Latin American countries. *Journal of Applied Economics*, 22(1), 287-303.
- Barrere, R. (2023). *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos*. Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).
- Belsley, D., Kuh, E., & Welsch, R. (1980). *Regression Diagnostics: Identifying Influential Data and Sources of Collinearity*. Wiley.
- Blanco, L., Prieger, J., & Gu, J. (2013). *The Impact of Research and Development on Economic Growth and Productivity in the US States*. Pepperdine University, School of Public Policy Working Papers, paper 48.
- Castillo-Esparza, C., Cuevas-Pichardo, J., & Montejano-García, S. (2022). Innovación en México: Patentes, Gasto en ID y Capital humano. *Scientia et PRAXIS*, 2(4), 82-103.
- Chang, H. J. (2002). *Kicking away the ladder: development strategy in historical perspective*. Anthem.
- Germán-Soto, V., Soto-Rubioa, M., & Gutiérrez-Flores, L. (2020). *Innovation and regional economic growth: evidence from Mexico*. Universidad Autónoma de Coahuila, México.
- Guerrero, S., & Melo, O. (2017). Una metodología para el tratamiento de la multicolinealidad a través del escalamiento multidimensional. *Ciencias en Desarrollo*, 8(2), 9-24.
- Hindriks, F. (2022). Institutions and their strength. *Economics and Philosophy*, 38(3), 354-371.
- Hu, A. G. (2015). Innovation and Economic Growth In East Asia: An Overview. *Asian Economic Policy Review*, 10(1), 19-37.
- Huda, N., Adha, I., & Ashfina, S. (2020). *The Role of Research and Development Expenditure on GDP Growth: Selected Cases of ASEAN 5 Plus 4 Asia Major Countries*. INDEF Working Papers, paper 5.

- Kaufman, D., Kraay, A., & Mastruzzi, M. (2010). *The Worldwide Governance Indicators Methodology and Analytical Issues*. The World Bank Development Research Group Macroeconomics; Growth Team. Policy Research Working Paper 5430.
- Lee, R., & Mason, A. (2011). *Population Aging and the Generational Economy: A Global Perspective*. Edward Elgar Publishing Limited.
- Mazzucato, M. (2014). *The entrepreneurial state: debunking public vs. private sector myths (Revised edition)*. Anthem Press.
- Mendoza, J. E., & Torres, V. H. (2002). Innovación tecnológica y crecimiento regional en México, 1995-2000. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 1(3), 187-201.
- Minviel, J. J., & Bouheni, F. B. (2022). The impact of research and development (RD) on economic growth: new evidence from kernel-based regularized least squares. *Journal of Risk Finance*, 23(5), 583-604.
- Nkwoma-Inekwe, J. (2014). The Contribution of RD Expenditure to Economic Growth in Developing Economies. *Soc Indic Res*, 2015(124), 727-745.
- North, D. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University.
- Robles-Peiro, H., Molina-Ortíz, A., & Fuentes-Bracamontes, R. (2005). *La Economía Basada en el Conocimiento. Un diagnóstico de las condiciones de los Estados Mexicanos*. Centro de Estudios Estratégicos Tecnológico de Monterrey.
- Rosenberg, N. (1976). *Perspectives on Technology*. Cambridge University.
- Saeed, K. A. (2022). Determinants of institutional quality and per capita growth in natural resource-dependent countries. *Cogent Economics Finance*, 10(1).
- Sokolov-Mladenović, S., Cvetanović, S., & Mladenović, I. (2016). RD expenditure and economic growth: EU28 evidence for the period 2002–2012. *Economic Research- Ekonomska Istraživanja*, 29(1), 1005-1020.
- TWB. (2024). *World Bank Country and Lending Groups* [Accesado: 2024-04-18]. <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups>
- UNESCO. (2023). *UIS.Stat Bulk Data Download Service* [Accesado: 2023-11-27]. <https://apiportal.uis.unesco.org/bdds>
- Wooldridge, J. M. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data Second Edition*. The MIT Press.
- Yasar-Aackali, B., & Sismanoglu, E. (2015). Innovation and the Effect of RD Expenditure on Growth in Some Developing and Developed Countries. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195(2015), 768-775.

Índice de cuadros

3.1. Estadísticas descriptivas: 29 países de ingreso medio.	22
3.2. Estadísticas descriptivas: 41 países de ingreso alto.	23
3.3. Estadísticas descriptivas: total de países.	23
5.1. Resultados de las estimaciones: 29 países de ingreso medio.	30
5.2. Resultados de las estimaciones: 41 países de ingreso alto.	31
5.3. Resultados de las estimaciones: total de países.	32
5.4. Resultados de las estimaciones por indicador: países de ingreso medio.	34
5.5. Resultados de las estimaciones: 29 países de ingreso medio.	36
5.6. Resultados de las estimaciones por indicador: países de ingreso medio.	37
5.7. Resultados de las estimaciones por indicador: países de ingreso alto.	39
5.8. Resultados de las estimaciones: 41 países de ingreso alto.	40
5.9. Resultados de las estimaciones por indicador: países de ingreso alto.	41
5.10. Resultados de las estimaciones por indicador: total de países.	43
5.11. Resultados de las estimaciones: total de países.	44
5.12. Resultados de las estimaciones por indicador: total de países.	45

Índice de figuras

3.1. Países de ingreso medio: PIB per cápita vs. gasto en I+D.	17
3.2. Países de ingreso medio: crecimiento del PIB per cápita vs. mejora institucional.	18
3.3. Países de ingreso medio: gasto en I+D vs. fortaleza institucional.	18
3.4. Total de países: PIB per cápita vs. gasto en I+D.	19
3.5. Total de países: crecimiento del PIB per cápita vs. mejora institucional.	20
3.6. Total de países: gasto en I+D vs. fortaleza institucional.	20