



**Colegio de Estudios
Superiores de Administración**

**La inversión en I+D+I del tejido empresarial como factor determinante para la
competitividad de los departamentos de Colombia**

Autor:

Daniel Felipe Angarita Bustos

Administración de Empresas

Colegio de Estudios Superiores de Administración

Bogotá

2023

La inversión en I+D+I del tejido empresarial como factor determinante para la competitividad de los departamentos de Colombia

Autor:

Daniel Felipe Angarita Bustos

Tutora:

Dorys Yaneth Rodríguez Castro

Administración de Empresas

Colegio de Estudios Superiores de Administración

Bogotá

2023

Tabla de Contenido

Resumen	6
Introducción.....	7
1. Revisión de la literatura	10
1.1 Inversión en I+D+I y crecimiento económico	10
1.2 Políticas públicas para promover la inversión en I+D+I	10
1.3 La innovación como factor determinante para la competitividad de distintos sectores	11
1.4 Efecto de la inversión en I+D+I en empresas de Republica Checa.....	12
1.5 Inversión en I+D+I y competitividad en China y los Países Bálticos	13
1.6 Índice de Departamental de Innovación	14
2. Marco metodológico	15
2.1 Tipo de investigación.....	15
2.2 Enfoque	15
2.3 Población.....	15
2.4 Técnicas.....	16
3. Análisis del I+D+I en los departamentos de Colombia	18
3.1 Tendencias temporales	18
3.1.1 Tendencia temporal del Índice global de I+D+I	18
3.1.2. Tendencia temporal subindicadores de I+D+I.....	19
3.2 Correlación entre Subíndices de I+D.....	20
3.2.1 Índice de I+D vs Enlaces de Innovación	20
3.2.2 Índice de I+D vs Trabajadores del conocimiento.....	21
3.2.3 Índice de inversión en I+D vs Absorción del conocimiento	22
3.3 Caracterización de los departamentos según el índice global	23
3.4 Agrupamiento de los departamentos con base al nivel de inversión en I+D+I del tejido empresarial	25
4. Inversión en I+D+I y su relación con competitividad departamental.....	27
4.1 Índice de competitividad departamental a nivel nacional	28
4.1.1 Competitividad en los departamentos.....	28
4.2 Correlación del índice global con el índice de competitividad	29
4.2.1 Conjunto de datos	29
4.2.2 Distribución de frecuencias	29
4.2.3 Prueba de hipótesis para encontrar las correlaciones.....	30

5. Propuesta de alternativas de inversión para I+D+I para la competitividad departamental	32
5.1 Estrategia grupo 1 y 2	32
5.2 Estrategia grupo 3,4,5 y 6.....	34
6. Recomendaciones.....	36
Conclusiones.....	37
Referencias	38

Tabla de Figuras

Figura 1	18
Figura 2	19
Figura 3	21
Figura 4	21
Figura 5	22
Figura 6	25
Tabla 1	27
Figura 7	28
Figura 8	29
Figura 9	30
Figura 10	30
Tabla 2	32

Resumen

En la presente investigación se presenta un análisis del nivel de inversión en I+D+I que están teniendo los departamentos y de cuál es su relación con la competitividad departamental. En primer lugar, se presenta una caracterización general de la inversión en I+D+I que han tenido los 32 departamentos de Colombia en los últimos 7 años, en donde se identifican también las tendencias que van a tener de acuerdo con datos de históricos de inversión en I+D+I. Posteriormente, se agrupan los departamentos en 6 grupos de acuerdo con el nivel de I+D+I que han tenido en esos 7 años. Una vez se tengan los grupos, se hace un análisis de correlación en donde se busca encontrar el nivel de relación que tiene la inversión en I+D+I de esos grupos con la competitividad de esos grupos. Para este análisis se usa el índice de competitividad departamental. Por último, se crean unas propuestas de inversión en I+D+I con enfoque diferencial para los grupos de departamentos en donde lo que se busca es impulsar su competitividad. Con este trabajo de investigación se logra resaltar la importancia que tienen a inversión en I+D+I del tejido empresarial para la competitividad de los territorios, ya que se logra comprobar la relación que tienen estas dos variables y se puede inferir que los territorios en donde las empresas invierten en actividades que involucren la inversión en I+D+I logran ser más competitivos.

Introducción

Los recursos para I+D+I (investigación, desarrollo e innovación) juegan un papel fundamental para la calidad de vida de un país. De hecho, “las innovaciones tecnológicas y la investigación son el fundamento del desarrollo económico, ayudando así a generar riqueza” (Ha, 2015, p. 224). Este concepto de inversión en I+D+I “comprende el trabajo creativo y sistemático realizado con el objetivo de aumentar el volumen de conocimiento (incluyendo el conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad) y concebir nuevas aplicaciones a partir del conocimiento disponible” (Manual de Frascati, 2015, p.49). Por lo cual, este tipo de inversiones resultan en avances científicos y técnicos con el objetivo de desarrollar tecnológicas para obtener nuevos productos, procesos, materiales, etc.

En países como Colombia, la situación de inversión en I+D+I es crítica si se compara con los demás países miembros de OCDE. Según el Informe Nacional de Competitividad del 2021-2011, Colombia solo invierte el 0,32% del valor del PIB en I+D+D; una cifra bastante baja si se contrasta con el promedio general de inversión de este grupo de países que fue de 2,5% del valor del PIB (Consejo Privado de Competitividad, 2021). Sin duda, una información relevante para relacionar.

En este orden de ideas, esta investigación se basa en el análisis de la inversión en I+D+I del tejido empresarial como un factor determinante para la competitividad de Colombia, específicamente de los departamentos. Para introducir este concepto, la competitividad según la Comisión Europa (1999) se define como la habilidad de producir bienes y servicios alcanzando los estándares de los mercados nacionales e internacionales, mientras se genera bienestar y se mantienen unos niveles de ingresos altos y sostenibles.

Dentro del mismo territorio colombiano existe también una inequidad igual o mayor aún en términos de I+D+I según el Índice Departamental de Innovación de 2021. La brecha entre el líder y los departamentos con menor puntaje es considerable. Tomando como guía el Índice Departamental de Innovación (IDIC, 2021), los departamentos con mayor puntaje son Bogotá y Cundinamarca (73,4), Antioquia (67,9) y Valle del Cauca de (51,9). Los de menor son Guainía (14,4), Chocó (14,1) y Vichada (13,4). Se está evidenciando una diferencia de más de 60 puntos (Consejo Privado de Competitividad, 2021, p. 407). Por tal motivo, es de

suma importancia llegar a investigar si la baja inversión en I+D+I es una de las razones por las que algunos territorios no han logrado tener un desarrollo optimo.

Ahora bien, para entrar más en materia, una de las posibles causas de esta problemática podría ser que en algunos departamentos de Colombia hay una competencia muy baja en comparación a las grandes ciudades, pues el Consejo Privado de Competitividad (2021) afirma que “el tejido empresarial no es lo suficientemente sólido en ciertos sectores del país, desincentivando así la innovación” (p.406). Paiva, Ribeiro & Cautinho (2020) aseguran que el grado de innovación que se da en un sector depende significativamente del grado de inversión en I+D. Ahora bien, para el Manual de Oslo (2018), “la innovación en el contexto empresarial significa un producto o proceso nuevo o mejorado que se diferencia significativamente con los productos o procesos que utilizaba la compañía previamente con el fin de obtener un beneficio” (p. 70).

En Colombia también sucede que algunos departamentos tienen una baja capacidad para generar ambientes óptimos para los empresarios, incentivar la creación de empresa y lograr ser más competitivos. Para demostrar esto, se toma como guía el indicador de “fortaleza económica” que se tiene en cuenta para analizar qué tan competitivo es un departamento. En esta clasificación, se incluyen aspectos como el emprendimiento, las sociedades empresariales y la estructura productiva. Como es de esperarse, los resultados son alarmantes. En fortaleza económica, Ramírez y Aguas (2019) encontraron que las tres primeras posiciones son para Cundinamarca/Bogotá (90.1), Antioquia (74.0) y Atlántico (73.2). En cuanto a las últimas posiciones, allí se ubican los departamentos de Choco (20.4), Vichada (18.3) y Vaupés (17.1).

La disponibilidad de capital humano cualificado para I+D+I es otro elemento determinante para la competitividad de algunos sectores del país, pues Ramírez y Aguas (2019) afirman que “para los departamentos más alejados de la frontera tecnológica, la educación es necesaria para adoptar nuevas tecnologías desarrolladas en otras regiones. Sin embargo, en Colombia no se puede afirmar que en todos los departamentos haya un buen acceso a educación de calidad” (p. 33). Con esto se comprende que la única forma de promover capital humano cualificado es a través de la educación.

Así como se logró analizar algunas de las causas de la problemática, sería también oportuno hacer énfasis en los efectos que trae consigo una baja inversión en I+D+I. Ja (2015) asegura que hay una relación directa entre la inversión en I+D+I y el desarrollo económico. Este es un término que está directamente relacionado con la capacidad productiva e ingresos que tiene un país/ciudad/región, por lo que el PIB es uno de los muchos indicadores que ayuda a reflejar como se están desempeñando los departamentos económicos.

Según el DANE (2021), los departamentos con mayor PIB (en miles de millones de pesos) fueron: Bogotá (298,269), Antioquia (176,451) y Valle del Cauca (114,864). Por otro lado, los de menor PIB fueron Vichada (775), Guainía (432) y Vaupés (323). Ahora, analizando el PIB per cápita (en millones de pesos), el primer lugar es para Casanare (39,2), después Bogotá (38,1) y en tercer lugar Meta (36,8). Los últimos tres puestos son otra vez para Guainía (8,4), Vaupés (6,9) y Vichada (6,8). De esta información se puede inferir que, en definitiva, el aparato productivo de las regiones está muy deteriorado y la falta de recursos, tecnologías y empresas para producir bienes y servicios se está viendo reflejado en su calidad de vida.

A raíz de lo mencionado anteriormente, surge la pregunta de ¿cómo la inversión en I+D+I del tejido empresarial juega un papel determinante para la competitividad de los departamentos de Colombia?

En la presente investigación lo que se busca encontrar es precisamente si existe algún tipo de relación entre el nivel de inversión en I+D+I del tejido empresarial en cada departamento con el índice de competitividad departamental, para así poder llegar a resaltar la importancia de que las empresas en los territorios logren una eficiente asignación de recursos a actividades que involucren I+D+I si es que quieren llegar a ser más competitivos.

Como objetivo general lo que se esperara con este estudio es demostrar la importancia de la inversión en I+D+I del tejido empresarial para la competitividad de los departamentos de Colombia. Ahora bien, para lograr esto, primero se va a caracterizar el comportamiento de la inversión en I+D+I del tejido empresarial en los departamentos en los últimos 7 años, después se espera determinar el grado de relación que tienen la inversión en I+D+I del tejido empresarial de los departamentos con su competitividad. Y por último se va a proponer una alternativa de inversión en I+D+I con enfoque diferencial para los departamentos.

1. Revisión de la literatura

1.1 Inversión en I+D+I y crecimiento económico

La importancia de la inversión en I+D+I para el crecimiento económico y la competitividad ha sido objeto de estudio para varias investigaciones a lo largo de los últimos años. Un estudio hecho por Yuksel (2019), tenía como propósito estudiar la relación que hay entre la inversión en investigación y desarrollo, el crecimiento económico y las exportaciones en países de Europa. En esta investigación se logró comprobar que los países de la Unión Europea que tenían mayor crecimiento económico eran los que tenían mayor número de exportaciones y mayor inversión en I+D+I. “Las compañías tienden a destinar un importante porcentaje de sus recursos a investigación en desarrollo y ciencia ya que esto les permite ser más efectivas en todos sus procesos” (Yuksel, 2019 p.3). Lo anterior se traduce en que las empresas logran traer consigo dentro de esas investigaciones avances tecnológicos para optimizar una gran cantidad de procesos internos y externos que les va a permitir tener una ventaja competitiva frente a su competencia.

1.2 Políticas públicas para promover la inversión en I+D+I

Una de las preguntas que pueden surgir acerca de la inversión en investigación y desarrollo es cómo las políticas públicas de los gobiernos afectan dicha inversión dentro del tejido empresarial; pues lograr tener una visión macroeconómica es fundamental para comprender como operan las empresas dentro de los países. Byuse, Heylen & Schoonackers (2020) a través de un estudio hecho a 14 países miembros de la OCDE llegaron a la conclusión de que incentivos tributarios son una forma efectiva de estimular la competitividad y la inversión en I+D+I siempre y cuando estos no sean ni muy bajos ni muy altos. Estos autores afirman que la tasa de subsidio óptima para las empresas debe estar entre el 6% y el 10%. Así mismo, se encontró que tener salarios altos y/o moderados en países con economías altamente abiertas y con mercado laborales estrictos es otro incentivo para invertir en innovación e investigación.

1.3 La innovación como factor determinante para la competitividad de distintos sectores

La innovación es también otro factor que ha sido estudiado constantemente, pues se dice que es un pilar crucial para que los países y las empresas sean altamente competitivos. Dogan (2016), realizó un estudio basado en los países de la UE para comprobar que pilares de la innovación son fundamentales y significativos para ser competitivos a nivel nacional e internacional. Dentro de resultados se encontró que los coeficientes que pertenecen a tecnología y producción creativa son altamente significativos y tienen un impacto positivo en la competitividad.

De acuerdo con la investigación, cada incremento de una (1) unidad en el coeficiente de conocimientos tecnológicos causa un incremento de 0.00045 unidades en la competitividad; y el incremento de una (1) unidad en el coeficiente de producción creativa causa un incremento de 0.00046 unidades en la competitividad. Con esta información, queda en evidencia la relación directa que tienen los distintos pilares de la innovación y la competitividad de los países, pues el hecho de que las empresas en los países modifiquen elementos o ideas ya existentes con el fin de mejorarlos, hace que impacten favorablemente el mercado y los procesos internos dentro de la misma compañía con el fin de volverse más eficientes.

Según lo mencionado en los puntos anteriores, gran parte de lo que conlleva invertir en investigación, desarrollo e innovación puede impactar positivamente a prácticamente cualquier sector. Paiva, Ribeiro & Cautinho (2020), sostienen que la competitividad del sector agroindustrial no depende única y exclusivamente del desempeño del sector en sí, sino del grado de I+D+I que se de en él y del valor agregado que esto logre traer. Esto sería útil para aplicarlo en un país como Colombia, pues si se analizan las economías de algunas de las regiones del país, el Dane (2020) afirma que departamentos como Nariño y Cauca se encuentran en la lista de los 8 departamentos líderes en producción agroindustrial.

Con el estudio realizado por Paiva, Ribeiro & Cuthnho (2020), una de las cosas que se encontró fue que la ausencia de no tener mano de obra cualificada y competente en muchas de las firmas del sector agroindustrial en Portugal era una de las mayores restricciones para innovar. Aquí queda demostrado lo fundamental que se vuelve tener capital humano

cualificado, pues esto también hace parte de invertir en I+D+I. Las personas son las encargadas de investigar oportunidades en pro de la organización y desarrollar ideas innovadoras para hacerle frente al entorno competitivo en el cual se encuentran.

Así mismo, Piava, Ribeiro & Cuthnho (2020) concluyeron también que es crucial lograr una colaboración en la cadena de suministro para el sector agroindustrial. Se comprobó que los procesos interorganizacionales son más efectivos y exitosos siempre y cuando exista un acercamiento con las instituciones, la tecnología y centros de investigación. Que exista una red local y regional entre estos actores y las empresas agroindustriales es considerado sumamente importante para el desarrollo futuro del sector.

1.4 Efecto de la inversión en I+D+I en empresas de Republica Checa

Para continuar con el efecto que trae consigo la inversión en I+D+I en la competitividad del tejido empresarial, Kveton & Horak (2018) hacen un análisis del impacto regional y sectorial que generan los subsidios para investigación, desarrollo y ciencia en un grupo de empresas de República Checa. Los resultados arrojaron que aquellas compañías en regiones de tamaño mediano que recibían apoyo para I+D+I lograban ser más competitivas.

El hecho de que recibieran algún tipo de “inversión” para I+D+I, significaba cambios positivos que básicamente se traducen en cambios tecnológicos en el sistema de producción de las compañías. Así mismo, Kveton & Horak (2018) encontraron que para que se dé un verdadero sistema de innovación en las regiones del país, se debe contar con un sistema de apoyo sofisticado y diferencial para que la competencia sea más equitativa entre regiones.

En ese orden de ideas, si se analiza la situación de Colombia con respecto a la inversión en I+D+I del tejido empresarial en algunas regiones del país, se puede afirmar que, en efecto, lo que indica la investigación de Kveton & Horak podría ser una solución a esta problemática. Como se vio anteriormente en el planteamiento del problema, regiones como el Chocó, La Guajira, Cauca y Amazonas, tienen un índice de innovación inferior al de algunas de sus regiones vecinas. Si se empieza a aplicar la política de sistema de apoyo diferencial por regiones acorde a sus necesidades, en donde se le asignen equitativamente recursos para inversión a cada región, conllevaría a que estas regiones fueran más competitivas.

1.5 Inversión en I+D+I y competitividad en China y los Países Bálticos

Otra nueva investigación que es pertinente recalcar con respecto a la inversión en I+D+I en el tejido empresarial es la de Zhu, et al., (2019), pues su objetivo era estudiar la relación que existía entre el grado de inversión en I+D+I y la competitividad corporativa de 98 empresas del sector energético de China. Como se ha visto en estudios anteriores, se comprobó nuevamente que la inversión en I+D+I tiene un impacto muy significativo en el grupo de empresas seleccionado y concluye con que hay una estrecha relación entre este tipo de inversión y la capacidad que tienen estas compañías para innovar. De igual forma, Zhu, Zhu, Xu, Xue (2019), afirman que “los subsidios controlados del gobierno efectivamente si logran estimular la transformación tecnológica y científica de las empresas, promoviendo así los beneficios positivos, la competitividad, y su entusiasmo por innovar” (p. 6).

Adicionalmente, otro estudio hecho por Pilinkiene (2015), prueba cómo la inversión en I+D+I influye en la competitividad de las firmas en los estados Bálticos. Aquí se comprueba que para que un país crezca y logre ser competitivo, un requerimiento es tener asegurada una inversión en I+D+I. Esto les va a permitir incrementar la eficiencia de sus industrias a nivel nacional e internacional. Pilinkiene (2015) también asegura que el invertir en investigación y desarrollo genera igual o algunas veces mayores retornos que invertir en activos materiales. Así mismo, se concluyó que, de los Estados Bálticos, Estonia se lleva el primer puesto basado en el índice de innovación y competitividad, el cual está estrechamente relacionado con el nivel de inversión de I+D. Casi que logra igualar al promedio de la UE.

Se ha demostrado con la cantidad de artículos mencionados anteriormente que la inversión en investigación y desarrollo sigue siendo un tema de gran relevancia para los autores. Otro estudio que se considera pertinente mencionar, es el de Medeiros (2019), que buscaba encontrar los factores determinantes para que los países en vía de desarrollo de Europa, América Latina y Criebe, Asia y África logren ser más competitivos. El estudio concluyo con que ciertos factores como la capacidad innovadora de las empresas y la inversión en I+D jugaban un papel fundamental.

Así mismo, resaltó la importancia de tener instituciones científicas de alta calidad en los países, importar bienes de alta tecnología para distintos procesos productivos, la

disponibilidad de científicos e ingenieros y la capacitación de la mano de obra. Entre los países con mayor eficiencia técnica para proceso de producción se encontraban Kuwait, Qatar, Arabia Saudita y China. “Estos países se caracterizan porque todos los indicadores empresariales, estructurales y sistémicos promedio son mayores con respecto al promedio de la muestra total” (p. 13).

1.6 Índice de Departamental de Innovación

Finalmente, dentro de la revisión de la literatura se encuentra también el Índice Departamental de Innovación (IDIC). Este es un estudio que se hace todos los años y “que mide comparativamente las capacidades y condiciones sistemáticas para la innovación en los departamentos del país e identifica la asimetría de los departamentos mediante la identificación de sus fortalezas y oportunidades de mejora” (IDIC, 2021).

EL IDIC se ha consolidado como una herramienta que permite hacer evaluaciones comparativas basadas en la evidencia estadística de los departamentos. Para ello, este índice está constituido por un conjunto de “subíndices” que resultan del análisis estadístico de 77 indicadores que reflejan las capacidades y los resultados en materia de innovación que tienen los departamentos. “Los indicadores están divididos en siete pilares analíticos: cinco pilares identifican insumos para la innovación: Instituciones, Capital Humano e Investigación, Infraestructura, Sofisticación de Mercados y Sofisticación de Negocios. Por otro, dos pilares capturan los resultados de innovación: Producción de Conocimiento y Tecnología y Producción Creativa” (IDIC, 2021).

La iniciativa del IDIC se ha venido haciendo desde el año 2015, y cuenta con unas bases de datos año a año que contienen los subíndices e índices mencionados por departamento y que son de gran utilidad para la presente investigación. Específicamente para este estudio solo se van a tener en cuenta los que están relacionados con los temas de investigación, desarrollo e innovación. Entre estos se encuentran: índice de I+D, enlaces de innovación, trabajadores del conocimiento y absorción del conocimiento.

2. Marco metodológico

2.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo correlacional. Este tipo de investigaciones buscan establecer el grado de relación o asociación entre dos conceptos o fenómenos de un contexto en particular (Fernández & Baptista, 2014). En esta investigación, el propósito es establecer el grado de relación entre la inversión en I+D+I del tejido empresarial y la competitividad de los departamentos de Colombia. Se parte del supuesto que la inversión en I+D+I influye en la competitividad de las empresas, y, por ende, en la de los países, tal y como lo demostró Pilinkiene (2015) en los estados Bálticos.

2.2 Enfoque

El enfoque de esta investigación es cuantitativo. Se contarán con variables encontradas en las bases de datos del índice departamental de innovación para Colombia (IDIC) tales como: Gasto de inversión en I+D como % del PIB, intensidad del gasto empresarial en I+D, gasto empresarial en formación y capacitación, empresas que cooperan con organizaciones internacionales para I+D+I, inversión empresarial en transferencia de tecnología, importaciones empresariales de bienes de alta tecnología, personal en actividades relacionadas a la innovación, etc, advirtiendo que en esta investigación solo se van a incluir empresas con ánimo de lucro, independientemente de su tamaño. A esto se le suman las variables que describen la competitividad de los departamentos, tales como: índice de competitividad.

2.3 Población

La población objeto de estudio es el tejido empresarial distribuido por los 32 departamentos. Esto incluye el sector empresarial (empresas privadas y públicas, IPSFL al servicio de las empresas y además entidades de administración pública (Entidades del Gobierno Central, Entes Territoriales) que ofrezcan servicios empresariales (OCYT, 2021). Se debe tener en cuenta que la base de datos con la cual se va a trabajar, que es la del índice departamental de innovación para Colombia, (IDIC) tiene todas las variables desde el año 2015 al año 2021 discriminadas por departamento y enfocadas hacia el tejido empresarial de cada territorio.

2.4 Técnicas

Las técnicas de esta investigación van a ser cuantitativas:

Primero se basa en la recolección de datos (que contienen los subíndices relacionados con la inversión en investigación, desarrollo e innovación del tejido empresarial por departamento) desde el año 2015 al año 2021 para posteriormente aplicar la técnica de análisis de series de tiempo para caracterización de tendencias por departamento

Después, se aplicará la técnica de análisis de clúster que busca agrupar objetos en conjuntos con características similar. Esto será para el agrupamiento de los departamentos basado en el resultado de la caracterización de las tendencias según el nivel de inversión en I+D+I que ha tenido el tejido empresarial en cada territorio. Una vez tengamos esto, después se va a buscar identificar un nivel de heterogeneidad entre estos grupos.

El siguiente paso es buscar correlacionar la inversión en I+D+I que tienen los grupos de departamentos con el índice de competitividad departamental a través del método de prueba de hipótesis que busca determinar que tanto se correlacionan estas dos variables. Por último, se busca proponer una alternativa de inversión en I+D+I con enfoque diferencial en cada grupo de departamentos para que logren ser más competitivos.

Dentro de los informes anuales del Índice Departamental de Innovación, se encuentran cuatro subindicadores que son los encargados de medir los temas relacionados con el nivel de investigación, desarrollo e innovación que tiene el tejido empresarial en los 32 departamentos de Colombia. El primero de estos subindicadores es el índice de investigación y desarrollo (I+D). Lo que busca medir es “la capacidad de las empresas para iniciar procesos de investigación en conocimientos científicos y técnicos con el objetivo de desarrollar tecnologías o ideas para obtener nuevos productos, materiales o procesos” (IDIC, 2021 REF) Aquí se tienen en cuenta dos puntos importantes: gasto de inversión en I+D como % del PIB e intensidad del gasto empresarial en I+D.

El segundo subindicador es el de trabajadores del conocimiento. Este hace referencia al capital humano que es capaz de generar nuevas ideas y tiene en cuenta específicamente 2 aspectos: gasto empresarial en formación y capacitación de sus trabajadores y gasto privado en I+D+I. El tercero es el subíndice de enlaces de innovación. Básicamente lo que busca

medir son las alianzas que tiene el tejido empresarial con instituciones u otras empresas para generar nuevas ideas. Aquí se tiene en cuenta: colaboración en investigación entre empresas y organizaciones del conocimiento, gasto empresarial en I+D financiado desde el extranjero y empresas que cooperan con organizaciones internacionales para I+D+I.

Por último, se encuentra el subíndice de absorción del conocimiento. Este hace referencia a la capacidad que tienen las compañías para identificar, asimilar, transformar y explotar distintos tipos de conocimiento e incluye métricas vinculadas a sectores con contenido de alta tecnología. Los puntos tenidos en cuenta acá fueron: inversión empresarial en transferencia de tecnología, importaciones de bienes de alta tecnología y personal en actividades relacionadas a la innovación por cada 100mil habitantes.

Para hacer un análisis de estos subindicadores y poder identificar tendencias por departamento sobre el nivel de inversión en I+D+I que ha tenido el tejido empresarial allí desde un punto de vista muy general, se tuvo que recopilar estadísticas sobre el comportamiento de estas variables en los últimos 7 años (desde el año 2015 al año 2021). A cada departamento se le otorga un puntaje de 0 a 100 para calificar su rendimiento en los 4 índices mencionados: donde 100 es un excelente rendimiento y 0 es un puntaje extremadamente bajo.

Como lo que se desea es con el primer objetivo es identificar una tendencia general sobre el nivel de investigación, desarrollo e innovación que ha tenido el tejido empresarial en los territorios, se calculó un índice global que contiene los 4 subíndices: investigación y desarrollo, trabajadores del conocimiento, encajes de innovación y absorción del conocimiento. El promedio de estos cuatro puntajes arroja como resultado un indicador global para tener una idea de cómo se va a comportar el tejido empresarial en términos de I+D+I en el próximo año. Este valor del índice global también se usará posteriormente para hacer análisis adicionales.

3. Análisis del I+D+I en los departamentos de Colombia

3.1 Tendencias temporales

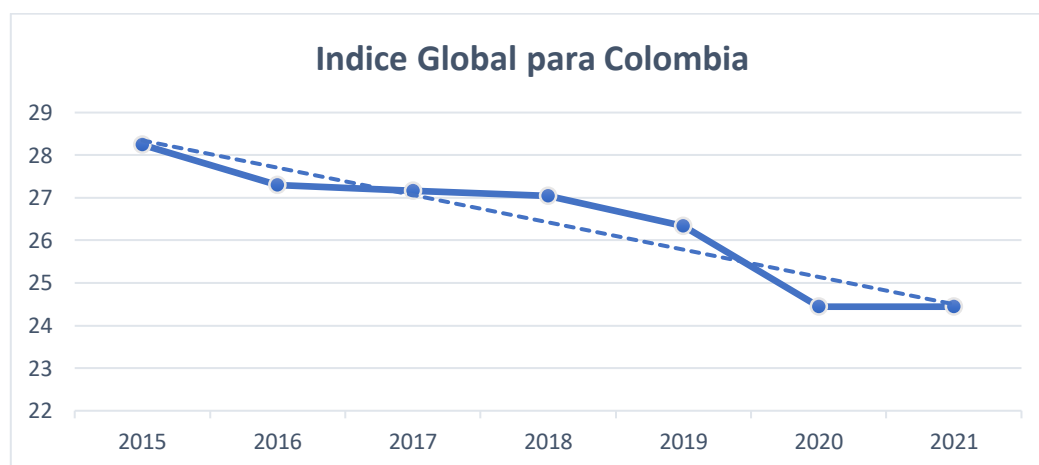
Dentro de un ranking de 168 países en el 2022, “Colombia se ubicó en el puesto número 63 con respecto a la clasificación del índice mundial de innovación” (Índice Mundial de Innovación, 2022). Este es un indicador que analiza el desempeño de los países en términos de inversión en ciencia e innovación y adopción y progresos tecnológicos. Ahora bien, para entender como ha sido el desempeño a nivel nacional, a continuación, se describe el comportamiento que ha tenido el país desde el año 2015 a 2021 en términos de la inversión en I+D+I.

3.1.1 Tendencia temporal del Índice global de I+D+I

El índice global de I+D+I viene decreciendo en el país. Como se muestra en la **Error! Reference source not found.**, el promedio nacional en el año 2015 fue de 28.5 y pasó a ser de 24.5 al cierre del 2021. Estas cifras permiten inferir que el país ha disminuido un 14% en todas las actividades que impliquen investigación, desarrollo e innovación, así como en su capacidad para generar y crear valor a partir de conocimiento.

Gráfica 1

Índice global de I+D+I a nivel nacional, año 2015-2021



Fuente. Elaborado por el autor a partir de datos tomados del IDIC 2015-2021

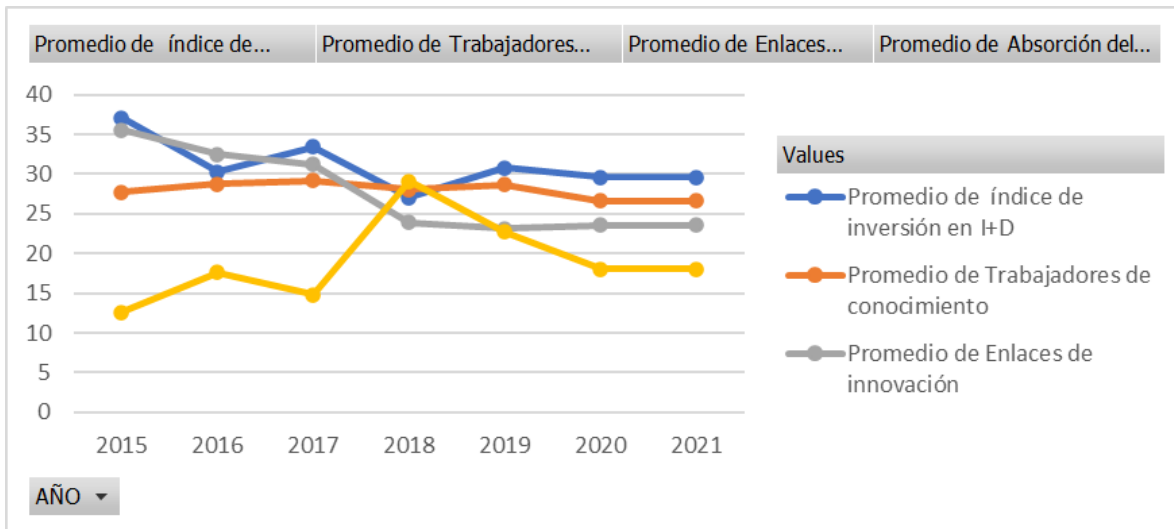
3.1.2. Tendencia temporal subindicadores de I+D+I

La Figura 2 muestra la tendencia promedio de los subindicadores de I+D+I entre los años 2015 y 2021. En este periodo se observa el decrecimiento de los índices de inversión en I+D, trabajadores del conocimiento y enlaces de innovación, cerrando el 2021 con valores promedio inferiores a los estimados para el año 2015 (30, 27, y 24 puntos respectivamente). Situación contraria a lo observado para el índice de absorción del conocimiento, que cierra el año 2021 con un promedio superior al valor calculado para el año 2015 (13 puntos vs 17 puntos, respectivamente). Sin embargo, absorción del conocimiento también ha presentado un decrecimiento desde el año 2018 al año 2021 de más de 13 puntos.

Las cifras al cierre del 2021 muestran el acercamiento entre los valores promedio de subíndices (Figura 2), lo que lleva a concluir que los esfuerzo en I+D+I tienden en el tiempo a ser más holístico. Es decir, que las regiones actualmente, además de preocuparse por la inversión y el aumento de capacidades para generar conocimiento, también se preocupan porque el conocimiento generado sea absorbido y cree valor. Para evidenciar esto, se puede ver como en el año 2021 los puntajes de los 4 subindicadores están más cercanos, a comparación de cómo lo estaban en el año 2015.

Gráfica 2

Tendencia temporal de los subíndices de I+D+I, años 2015-2021.



Fuente. Elaborado por el - a partir de datos tomado del IDIC 2015-2021

3.2 Correlación entre Subíndices de I+D

Con el objetivo de comprender el impacto del subindicador de I+D en los otros 3 subindicadores (enlaces de innovación, trabajadores del conocimiento y absorción del conocimiento) se hizo un análisis de correlación entre estas variables:

3.2.1 Índice de I+D vs Enlaces de Innovación

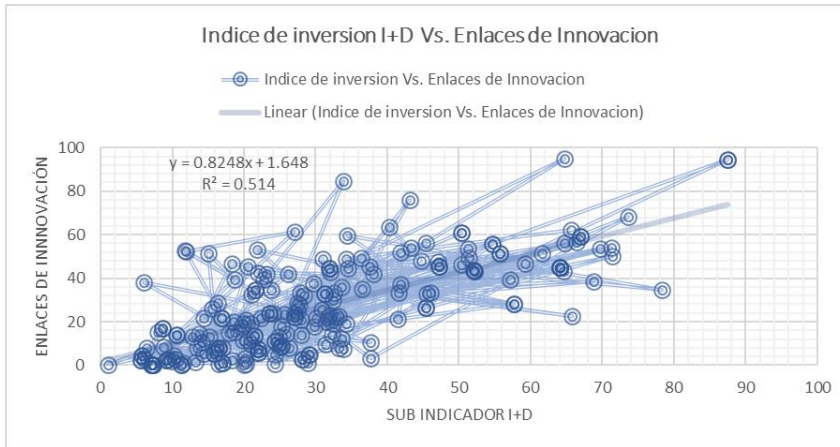
Los subíndices de I+D vs Enlaces de Innovación, están estrechamente relacionados. El coeficiente de correlación múltiple entre estos dos subíndices es de 0.76. Esto implica que hay una relación entre las actividades de I+D y las alianzas que las compañías hace con entidades para temas de innovación e investigación.

La Figura 3. muestra el gráfico de correlación entre estos dos subíndices.

Teniendo en cuenta la ecuación $y=mx + b$ del modelo lineal, se puede predecir que cuando la inversión en I+D aumente 1 punto, el índice de enlaces de innovación aumente 0.82. Para verlo en un ejemplo más claro, si el índice de I+D se ubica en 20 puntos, el de enlaces de innovación va a ser de 18.145. Con la anterior información es posible afirmar que, si el tejido empresarial hace un esfuerzo por invertir en conocimientos técnicos y científicos con el fin de desarrollar nueva tecnologías e idas. Esto se va a ver reflejado con las alianzas que el tejido empresarial haga con instituciones de innovación y con organizaciones internacionales para impulsar la inversión en I+D.

Gráfica 3

Relación entre inversión en I+D+I y los enlaces de Innovación



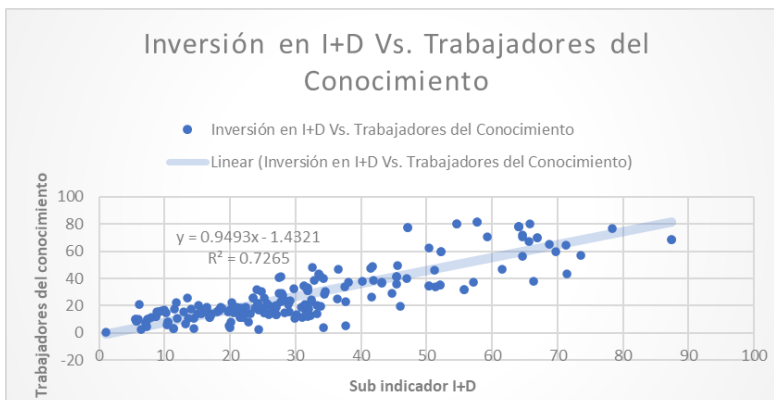
Fuente. Elaborado por el Daniel Angarita a partir de datos tomado del IDIC 2015-2021

3.2.2 Índice de I+D vs Trabajadores del conocimiento

Los subíndices de inversión en I+D y trabajadores del conocimiento también muestran una estrecha relación (Figura 4). El coeficiente de correlación es de 0.82. Teniendo en cuenta la ecuación $y = mx + b$ del modelo lineal, se puede predecir que cuando la inversión en I+D aumente 1 punto, el índice de trabajadores del conocimiento aumente 0.94. Con este análisis queda demostrado también que, al invertir en investigación y desarrollo, las empresas al mismo tiempo están invirtiendo en capacitación y formación de sus colaboradores en distintas áreas para impulsar la generación de nuevas ideas.

Gráfica 4

Relación entre inversión en I+D+I y trabajadores del conocimiento



Fuente. Elaborado por el Daniel Angarita a partir de datos tomado del IDIC 2015-2021

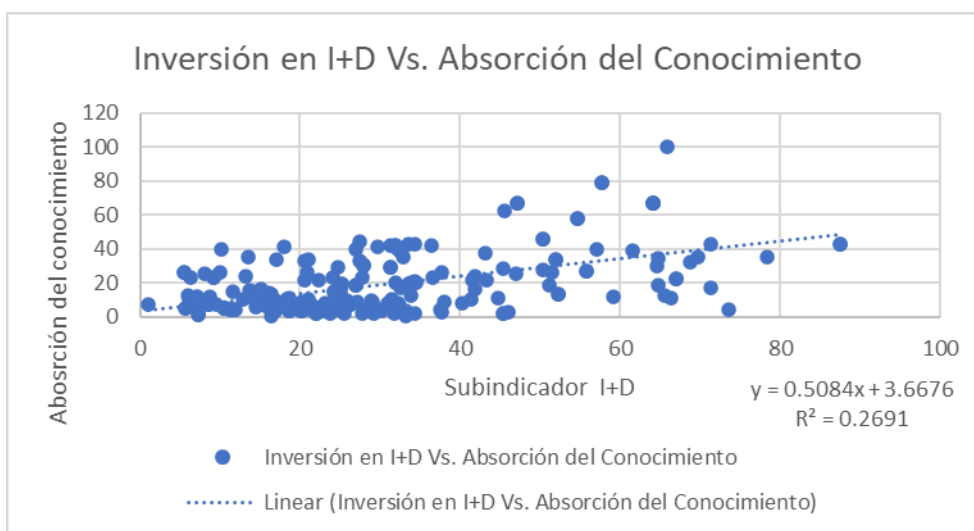
3.2.3 Índice de inversión en I+D vs Absorción del conocimiento

La tercera y última correlación que se analizó es la de índice de I+D y absorción del conocimiento. En esta ocasión el coeficiente de correlación fue de 0.51. Se podría afirmar que existe una relación media (Figura 5). Se puede predecir que cuando la inversión en I+D aumente 1 punto, el índice de absorción del conocimiento aumente 0.50.

Lo que indirectamente está diciendo este hallazgo es que el hecho de invertir eficientemente en I+D no necesariamente asegura que haya una muy buena absorción del conocimiento. Es decir, el tejido empresarial puede invertir gran cantidad de tiempo y dinero para optimizar procesos, presentar avances tecnológicos o producir nuevas ideas, pero esto no significa que vaya a asimilar ni explotar ese conocimiento al mismo nivel. Por esto es recomendable que aparte de invertir en I+D+I, se cuente con unos programas eficientes dirigidos al capital humano para que haya una mayor transferencia tecnológica para así poder maximizar los beneficios.

Gráfica 5

Relación entre inversión en I+D+I y absorción del conocimiento



Fuente. Elaborado por el a partir de datos tomado del IDIC 2015-2021

3.3 Caracterización de los departamentos según el índice global

La Figura 6 evidencia la disparidad departamental en I+D+I. A partir del análisis del comportamiento anual del índice global se establece la “tendencia” y se estiman en cuántos puntos los departamentos van a crecer o decrecer el próximo año. Esta tendencia se halló teniendo en cuenta la pendiente del índice global calculada para los años 2015-2021.

De los 32 departamentos que se analizaron, 14 presentan una tendencia positiva y 18 una tendencia negativa. Las tendencias positivas oscilan entre 4,25 y 0,06, mientras que las tendencias negativas varían entre -0,08 y -7,59 puntos. Esto resultados evidencian que más del 60% de los departamentos de Colombia están presentando un decrecimiento en el sector de I+D+I.

De los 14 departamentos con tendencia positiva, seis (6) se proyectan con un crecimiento superior en sus índices globales. Estos departamentos son los que proyectan un crecimiento mayor a 1.80 puntos. El departamento con mejor proyección es Antioquia (4,21), seguido de Santander (2,95) y Valle del Cauca (2,82). Los departamentos en los que todas las actividades que involucren inversión en I+D+I presentan un mayor aumento y mejora, son:

1. Antioquia, se espera que el próximo año crezca 4.21 puntos.
2. Santander, se espera que el próximo año crezca de 2.95 puntos
3. Valle del Cauca, se espera que el próximo año crezca 2.82 puntos
4. Cundinamarca, se espera que el próximo año crezca 2.33 puntos
5. Bolívar, se espera que el próximo año crezca 2.25 puntos
6. Risaralda, se espera que el próximo año crezca 1.89 puntos

Otro grupo de departamentos que se pueden evidenciar son los 8 que se proyectan con un crecimiento entre 1.10 y 0.05 puntos. Estos son:

7. Sucre, se espera que el próximo año crezca 1.12 puntos
8. Atlántico, se espera que el próximo año crezca 0.95 puntos
9. Amazonas, se espera que el próximo año crezca 0.76 puntos
10. Bogotá, se espera que el próximo año crezca 0.62 puntos

11. Boyacá, se espera que el próximo año crezca 0.46 puntos
12. Meta, se espera que el próximo año crezca 0.37 puntos
13. San Andrés, se espera que el próximo año crezca 0.20 puntos
14. Norte de Santander, se espera que el próximo año crezca 0.06 puntos

El último grupo de departamentos son los que tienen un puntaje muy bajo y están en rojo, pues tienen como tendencia un decrecimiento en las actividades que involucren inversión en I+D+I. Los departamentos que presentan un decrecimiento son porque presentan un problema de tipo estructural y de muchos años atrás ya que llevan decreciendo constantemente en años anteriores. Estos son:

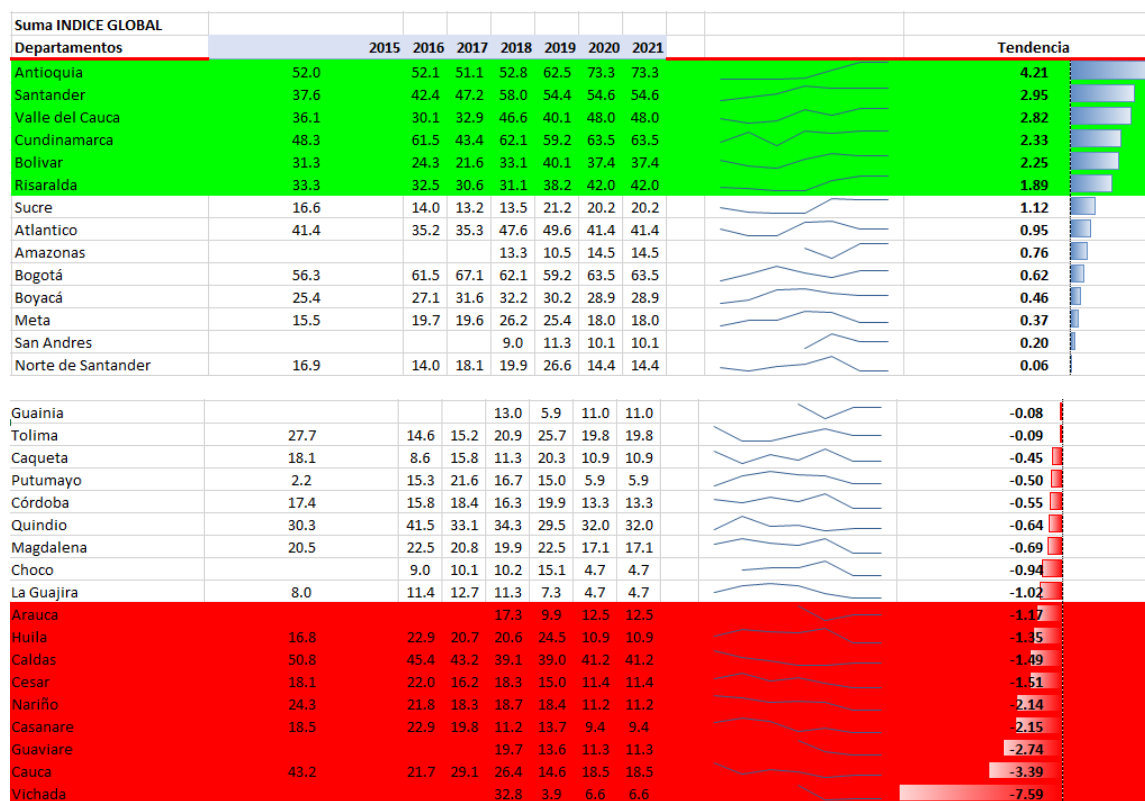
15. Guainía, se espera que el próximo año decrezca -0.08 puntos
16. Tolima, se espera que el próximo año decrezca -0.09 puntos
17. Caquetá, se espera que el próximo año decrezca -0.45 puntos
18. Putumayo, se espera que el próximo año decrezca -0.50 puntos
19. Córdoba, se espera que el próximo año decrezca -0.55 puntos
20. Quindío, se espera que el próximo año decrezca -0.64 puntos
21. Magdalena, se espera que el próximo año decrezca -0.69 puntos
22. Chocó, se espera que el próximo año decrezca -0.94 puntos
23. La Guajira, se espera que el próximo año decrezca -1.02 puntos
24. Arauca, se espera que el próximo año decrezca -1.17 puntos
25. Huila, se espera que el próximo año decrezca -1.35 puntos
26. Caldas, se espera que el próximo año decrezca -1.49 puntos
27. Cesar, se espera que el próximo año decrezca 1.51 puntos
28. Nariño, se espera que el próximo año decrezca -2.14 puntos
29. Casanare, se espera que el próximo año decrezca -2.15 puntos
30. Guaviare, se espera que el próximo año decrezca -2.74 puntos
31. Cauca, se espera que el próximo año decrezca -3.30 puntos
32. Vichada, se espera que el próximo año decrezca -7.59 puntos

Los departamentos que proyectan un crecimiento significativo son los que definitivamente van por buen camino. De ellos se puede deducir que están haciendo su mayor

esfuerzo por impulsar su capacidad de innovación y un buen ambiente para el desarrollo y crecimiento de los negocios.

Gráfica 6

Tendencia del comportamiento de la inversión en I+D+I en los departamentos



Fuente. Elaborado por el Daniel Angarita a partir de datos tomado del IDIC 2015-2021

3.4 Agrupamiento de los departamentos con base al nivel de inversión en I+D+I del tejido empresarial

Para llegar a proponer alguna alternativa de inversión en I+D+I para los departamentos, una de las formas más efectivas de hacerlo es clasificándolos en diferentes grupos. Para esta clasificación, se utilizó el método de análisis clúster para agrupar a los 32 territorios por algún criterio de homogeneidad. Se tuvo en cuenta los 4 subíndices: inversión en investigación y desarrollo, trabajadores del conocimiento, enlaces de innovación y absorción del conocimiento. Con base en estos índices, se identificaron los departamentos que tuvieran un comportamiento similar para luego agruparlos.

En la Tabla 1 se puede evidenciar la clasificación de los departamentos acorde al resultado de los 4 subindicadores en estudio. Así mismo, se muestra también cual ha sido el rendimiento en términos generales de cada uno de estos grupos en cuanto al nivel de inversión en I+D+I en términos generales (lo que se conoce en esta investigación como el índice global).

Los grupos 1 y 2 están conformados por los departamentos con mayor puntaje en los 4 subindicadores, mientras que los grupos 3,4,5 y 6 están conformados por los departamentos con los puntajes más bajos. Otra información adicional que se puede apreciar en la figura 7 es el promedio del índice global de ese grupo de departamentos. Por ejemplo, el índice global para el grupo 1 (57,25 puntos) es aproximadamente 5 veces mayor al índice global del grupo 6 (11,37 puntos). No es sorpresa que en el primer grupo se encuentren territorios como Bogotá, Antioquia y Santander, y en el último grupo estén departamentos como Vichada, Choco y Amazonas.

El rango del índice global en los 2 primeros grupos que son los de mayor puntaje esta entre 30 y 60 puntos, mientras que el rango del índice global en los 4 últimos grupos esta entre 10 y 20 puntos.

Los grupos 4 y 5 tienen un índice global muy similar, sin embargo al momento de hacer el análisis cluster con los 4 sub indicadores que se tomaron en cuenta, se reflejó una mínima diferencia, por lo que no quedaron en el mismo cluster de departamentos. No obstante, al momento de diseñar las estrategias de inversión en I+D+I con enfoque diferencial, a estos grupos se les va a diseñar el mismo tipo de estrategia pues tienen un nivel de inversión en I+D+I muy similar.

He aquí otra evidencia de cómo Colombia no está teniendo un buen rendimiento en términos de I+D+I, pues en el grupo 1 y grupo 2 solamente se encuentran 12 departamentos (aproximadamente el 40%). En los grupos 3, 4, 5 y 6 se ubican 20 departamentos (son aproximadamente el 60%).

Tabla 1*Grupo de departamentos de acuerdo con su nivel de inversión en I+D+I*

Grupo	Promedio Índice global de I+D+I	Agrupamiento por inversión
Grupo 1	57,25	Bogotá Cundinamarca Antioquia Santander
Grupo 2	35	Atlántico Valle Del Cauca Quindío Risaralda Caldas Boyacá Bolívar
Grupo 3	18	Cesar Huila Norte de Santander Sucre Tolima Cauca
Grupo 4	16,5	Magdalena Meta Guaviare Putumayo
Grupo 5	16,33	Casanare Córdoba Nariño
Grupo 6	11,37	Arauca Guainía Vichada Choco San Andrés La Guajira Caquetá Amazonas

Fuente. Elaborado por el Daniel Angarita a partir de datos tomado del IDIC 2015-2021

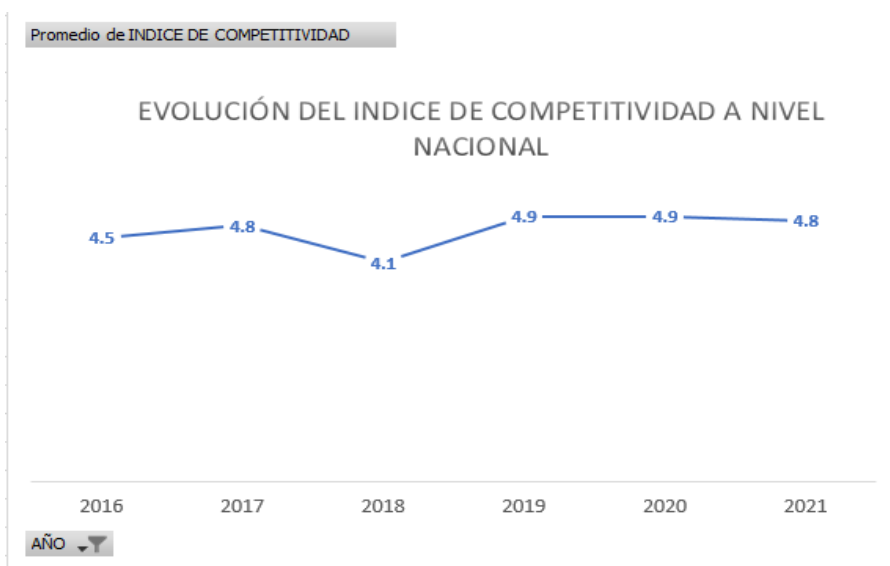
4. Inversión en I+D+I y su relación con competitividad departamental

4.1 Índice de competitividad departamental a nivel nacional

Colombia no se ha caracterizado por ser un país altamente competitivo. De hecho, Colombia se ubica por en el puesto número 34 de 43 países que se tomaron en cuenta para un estudio hecho por IMC A.C y eso ubica al país en una categoría “media-baja” de competitividad internacional (Instituto mexicano para la competitividad, 2021). En la figura 8 se muestra el bajo rendimiento que ha tenido el país en los últimos 6 años, en donde desde el año 2016 al año 2021 solo ha habido un aumento de 0.03. Además, desde el año 2019 ha tenido una tendencia de decrecimiento, donde el índice de competitividad decreció 0.5

Gráfica 7

Evolución del índice de competitividad departamental



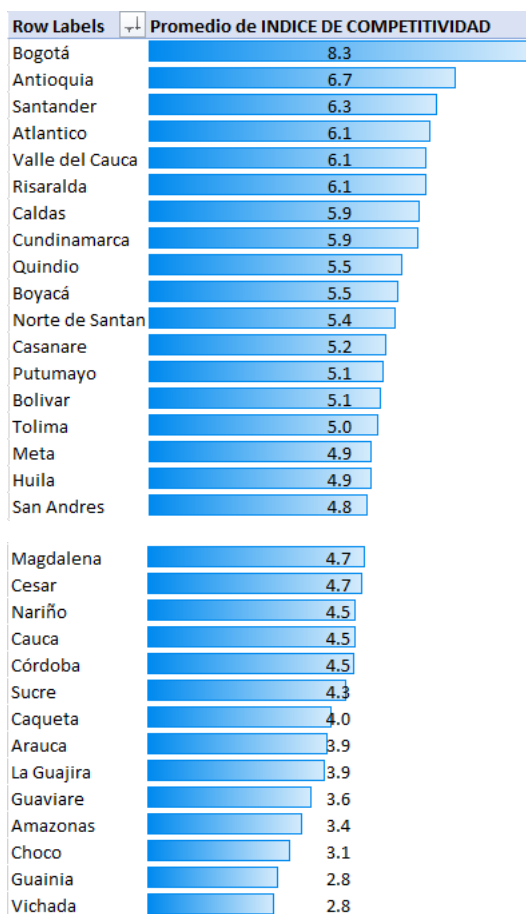
Fuente. Elaborado por el Daniel Angarita a partir de datos tomado del IDIC 2015-2021

4.1.1 Competitividad en los departamentos

Para la presente investigación se tuvo en cuenta los informes del Índice Departamental de Competitividad en donde aparecía el puntaje que se le asignaba a cada departamento desde el año 2016 al año 2021 en términos de competitividad (puntaje de 0 a 10). El promedio de 6 años de este índice para cada departamento fue el siguiente:

Gráfica 8

Promedio del índice de competitividad departamental 2016-2021



4.2 Correlación del índice global con el índice de competitividad

4.2.1 Conjunto de datos

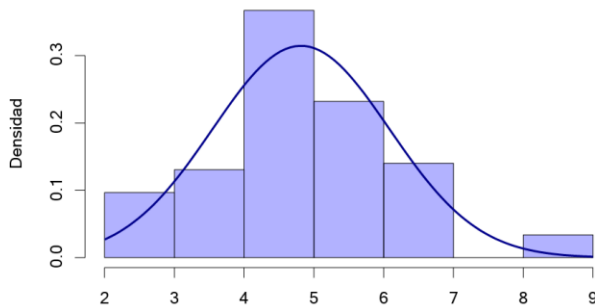
En principio, se tiene un conjunto de datos con los índices departamentales de competitividad e innovación. Los datos tienen estructura tipo panel: donde a cada departamento le corresponde una observación anual.

4.2.2 Distribución de frecuencias

A continuación, se trazan los histogramas de frecuencias de los índices con el fin de determinar si provienen de una distribución aproximadamente normal.

Gráfica 9

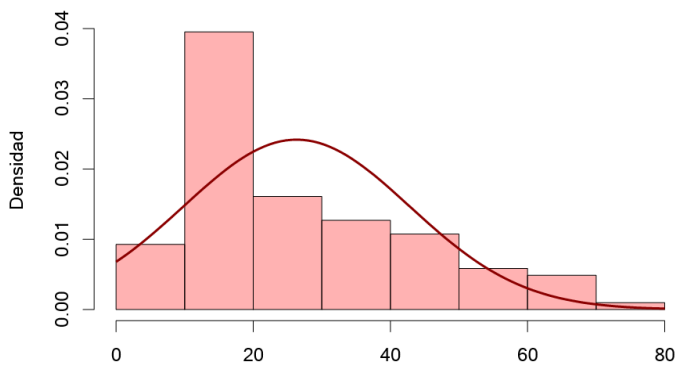
Densidad de frecuencias del índice de competitividad



Fuente. Elaborado por el Daniel Angarita a partir de datos tomado del IDC 2015-2021

Gráfica 10

Densidad de frecuencias del índice global de I+D+I



Fuente. Elaborado por el Daniel Angarita a partir de datos tomado del IDC 2015-2021

Se evidencia que ambas distribuciones son simétricamente positivas, es decir: están sesgadas hacia la izquierda. Esto que implica que la mayoría de los departamentos puntuaron niveles de competitividad e I+D+I son menores al promedio.

4.2.3 Prueba de hipótesis para encontrar las correlaciones

Ahora bien, se calcularon las correlaciones bi-variadas entre los índices (de competitividad y global) agrupandopor clústeres departamentales. El estadístico de la prueba de hipótesis de Pearson es:

$$\rho = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sqrt{\sigma_x \cdot \sigma_y}}$$

Siendo:

x : Índice global

y : Índice de competitividad

Luego, con este estadístico ρ se plantea el siguiente contraste de hipótesis:

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_A: \rho \neq 0$$

*Coeficiente significativo con 95% de confianza ($\alpha = 0.05$)

Los resultados que arrojo la prueba de hipótesis son los siguientes:

En la Figura 11 se pueden evidenciar los resultados de las correlaciones entre los dos índices (global y competitividad) para cada grupo de departamentos. De los 6 grupos, 5 tienen una correlación significativa-moderada. En general, hay evidencia estadística suficiente para inferir que el índice de competitividad se correlaciona con el índice global.

Para el caso del grupo 1, 2 y 6 con un valor de correlación de 0.39, 0.20 y 0.35 respectivamente, se puede inferir que el índice global si esta correlacionado con el índice de competitividad de una forma moderada. Esto quiere decir en la prueba de hipótesis de estos grupos, algunos puntos están cerca de la línea, pero otros están lejos de ella. Por lo que solo existe una relación lineal moderada entre las dos variables. Esto se traduce en que en este grupo de departamentos, las actividades que involucren la investigación, desarrollo e innovación, algunas veces, no siempre, ayudan a los departamentos a ser más competitivos.

Para el caso del grupo 2 y 4 con un valor de correlación de 0.75 y 0.68 respectivamente, se presenta un tipo de correlación significativo. Según la prueba de hipótesis realizada, aquí todos los puntos están más cerca de la línea, lo que indica que hay una relación lineal fuerte entre las dos variables. La relación es positiva porque a medida que una variable aumenta, la otra también aumenta. Aquí los subindicadores de I+D, absorción del conocimiento, enlaces de innovación y trabajadores del conocimiento le están aportando en un mayor grado a la competitividad de los departamentos. En estos grupos a las actividades del tejido empresarial que involucran I+D+I si se le pueden atribuir en un mayor

grado los resultados del índice de competitividad.

En el grupo 5, el resultado de la prueba de hipótesis arrojó un resultado no significativo.

Tabla 2

Resultados de correlación entre el índice global y el índice de competitividad del año 2016 al 2021

# de Grupo	Valor de la correlación	Tipo de correlación
Grupo 1	0,391	Moderada
Grupo 2	0.754	Significativa
Grupo 3	0.202	Moderada
Grupo 4	0.680	Significativa
Grupo 5	0.0904	No es significativa
Grupo 6	0.351	Moderada

5. Propuesta de alternativas de inversión para I+D+I para la competitividad departamental

5.1 Estrategia grupo 1 y 2

El puntaje promedio del índice global de I+D+I de los departamentos pertenecientes al grupo 1 y 2 es 57,25 y 35, respectivamente. Esto implica, que son departamentos que llevan un trabajo anterior en términos de desarrollo de estrategias, acciones e inversión en materia de investigación, desarrollo e innovación. Por lo que se deben establecer estrategias que sean diferenciales y que integren nuevos elementos competitivos que les permitan seguir desarrollando su crecimiento en materia de I+D+I y no quedarse estancados en este aspecto, es por ello que se proponen lo siguiente:

Como primera estrategia de inversión en I+D+I para mejorar la competitividad de los departamentos podría ser la creación de un fondo de financiamiento para proyectos de investigación, desarrollo e innovación en colaboración con universidades y centros de investigación. Hoy en día ya existe un fondo similar creado por el ministerio de Industria y Comercio llamado “Fondo Nacional de Garantías”, sin embargo, no cuenta con la alianza de

universidades y centros de investigación que podría ser de gran utilidad al momento de evaluar la viabilidad de una idea de negocio.

Se puede pensar en colaborar con centros como: Instituto de Estudios Regionales de la Universidad de Antioquia, el Observatorio del Caribe Colombiano e Instituto Humboldt. Este fondo podría estar respaldado por el gobierno y empresas privadas de las regiones, y estaría dirigido a apoyar proyectos que estén relacionados con las principales fortalezas y oportunidades de cada departamento de este grupo. Por ejemplo, en el departamento de Antioquia, donde la industria textil creció más del 22% en el 2022 (Dinero, 2023) se podrían financiar proyectos de I+D+I para mejorar la calidad y la innovación en los procesos textiles.

Este fondo de financiamiento podría ofrecer apoyo financiero a los proyectos seleccionados, así como asesoría técnica y capacitación para los equipos de investigación. También se podría fomentar la colaboración entre las empresas, universidades y centros de investigación para aumentar el impacto de los proyectos y promover la transferencia de conocimiento.

Otra estrategia que se podría implementar para mejorar la inversión en I+D+I y la competitividad de los departamentos es la creación de clústeres empresariales especializados. Estos clústeres podrían ser una forma efectiva de promover la colaboración entre empresas, universidades y centros de investigación, y fomentar la creación de nuevos productos, servicios y tecnologías.

Por ejemplo, el departamento de Valle del Cauca, que es conocido por su industria de la salud al tener el segundo mejor hospital universitario de Latinoamérica llamado Fundación Valle de Lili y por liderar las ventas del clúster de salud (La República, 2023) podría crear un clúster empresarial especializado en el desarrollo de tecnologías médicas y servicios de salud innovadores. Este clúster podría incluir empresas de tecnología médica, hospitales, universidades y centros de investigación, y trabajar juntos en proyectos de I+D+I para mejorar la atención médica en la región.

Otro ejemplo podría ser en el departamento de Boyacá, que es conocido por su industria agrícola al ser de los departamentos más productivos de Colombia (El Tiempo, 2023). Se podría crear un clúster empresarial especializado en el desarrollo de tecnologías

agrícolas innovadoras y sostenibles, que incluya a empresas de maquinaria agrícola, proveedores de insumos, cooperativas agrícolas, universidades y centros de investigación.

Además, estos clústeres podrían tener beneficios adicionales, como la creación de empleo, el aumento de la competitividad de las empresas locales y la atracción de inversión extranjera. De allí entonces que la creación de clústeres empresariales especializados podría ser una estrategia efectiva para fomentar la colaboración entre empresas, universidades y centros de investigación, y aumentar la inversión en I+D+I en los departamentos. Estos clústeres podrían enfocarse en las fortalezas y oportunidades de cada región y tener beneficios adicionales para la economía local.

Finalmente, una alternativa innovadora y diferencial de inversión en I+D+I para los departamentos podría ser la implementación de un programa de "Innovación Abierta" o "Open Innovation". Este enfoque consiste en abrir las puertas de la innovación a otros actores externos a la empresa, como clientes, proveedores, universidades, startups y otros socios estratégicos.

Para implementar este programa, se podría crear una plataforma digital que permita a las empresas de los diferentes departamentos, compartir sus necesidades de innovación y retos tecnológicos, así como también publicar ideas y proyectos de innovación en los que están trabajando. A través de esta plataforma, otras empresas, startups, universidades y otros actores del ecosistema de innovación podrían contribuir con soluciones, ideas y recursos para resolver estos desafíos.

Además, se podría fomentar la creación de equipos multidisciplinarios, que reúnan a expertos de diferentes áreas, para desarrollar soluciones innovadoras. Estos equipos podrían ser conformados por empleados de diferentes empresas, universidades, startups y otros actores del ecosistema de innovación.

5.2 Estrategia grupo 3,4,5 y 6

Para estos 4 grupos de departamentos es importante recordar que son los que tiene un puntaje más bajo en los 4 subindicadores y por ende en el índice global. Una posible alternativa de inversión en I+D+I con enfoque diferencial en estos departamentos sería la

creación de centros de innovación y emprendimiento en cada uno de ellos. Estos centros estarían enfocados en fomentar la creatividad, el desarrollo de nuevas ideas y la formación de emprendedores locales.

Los centros de innovación y emprendimiento podrían ofrecer programas de capacitación y mentoría para empresas existentes y para nuevos emprendimientos, así como acceso a herramientas y recursos tecnológicos para la creación de prototipos y productos innovadores. Además, se podrían establecer alianzas estratégicas con universidades, empresas y organizaciones que permitan la transferencia de conocimiento y tecnología hacia los departamentos.

Para complementar estas estrategias, sería importante que los departamentos promuevan la cultura de la innovación y el emprendimiento. Esto podría incluir la creación de programas de formación y capacitación para emprendedores y empresarios, así como la promoción de eventos y actividades que fomenten la creatividad y la innovación.

También sería importante establecer alianzas con empresas e instituciones internacionales que tengan experiencia en I+D+I, y que puedan colaborar en proyectos conjuntos de investigación y desarrollo. Estas alianzas podrían fomentar la transferencia de conocimiento y tecnología, y mejorar la competitividad de las empresas locales en el mercado global.

Los centros de innovación y emprendimiento son espacios creados para impulsar la creatividad, la formación de emprendedores y el desarrollo de nuevas ideas y tecnologías en los departamentos. Estos centros pueden ser establecidos tanto por el sector público como por el sector privado, y tienen como objetivo principal fomentar la innovación y la creación de nuevas empresas y empleos en la región.

Entre las posibles acciones que se podrían implementar en los centros de innovación y emprendimiento se encuentran:

1. Programas de capacitación: Estos programas pueden incluir cursos de emprendimiento, formación en habilidades empresariales, talleres de diseño, marketing digital, entre otros temas relevantes para el desarrollo de una empresa innovadora.

2. **Mentoring:** Asesoramiento por parte de expertos en distintas áreas, que brindan apoyo y orientación a los emprendedores para ayudarlos a enfrentar los desafíos que implica lanzar y hacer crecer un negocio.
3. **Espacios de coworking:** Estos espacios brindan a los emprendedores un lugar donde trabajar en sus proyectos, compartir ideas y recursos con otros empresarios y recibir asesoramiento.
4. **Acceso a recursos tecnológicos:** Los centros de innovación y emprendimiento pueden ofrecer herramientas y recursos tecnológicos para el desarrollo de prototipos, productos innovadores y aplicaciones digitales.
5. **Conexiones:** A través de los centros de innovación y emprendimiento, los empresarios tienen acceso a una red de contactos, alianzas estratégicas y oportunidades de financiamiento que pueden ayudarles a llevar sus proyectos al siguiente nivel.

La creación de centros de innovación y emprendimiento tiene como objetivo fomentar el ecosistema empresarial en los departamentos, facilitar la creación y consolidación de nuevas empresas, y generar empleo y riqueza en la región. Además, estos centros pueden ser un importante impulsor de la economía local, al fomentar la creación de empresas y proyectos que contribuyan al desarrollo sostenible y al bienestar de la comunidad.

Además, los departamentos podrían considerar la creación de incentivos fiscales para empresas que inviertan en I+D+I. Estos incentivos podrían incluir reducciones en impuestos, créditos fiscales, y financiamiento a tasas de interés preferenciales. De esta manera, se podría estimular la inversión en proyectos innovadores y tecnológicos, y fomentar el crecimiento económico y la creación de empleo en la región.

Finalmente, es importante que las estrategias de inversión en I+D+I se integren en una visión de largo plazo para el desarrollo sostenible de los departamentos. Esto implica tener en cuenta factores sociales, ambientales y económicos, y trabajar en proyectos que tengan un impacto positivo en la calidad de vida de las comunidades locales y el medio ambiente. De esta manera, se podría lograr un desarrollo sostenible y equilibrado que beneficie a todas las partes interesadas.

6. Recomendaciones

A modo de recomendación, se podría pensar para próximas investigaciones en no tomar valores que hagan referencia al “promedio del promedio”, sino de usar los datos lo mas desagregados posibles para que el estudio sea mas exacto. Cuando se utilizan muchos promedios para una investigación, la tasa de fiabilidad se reduce considerablemente.

Por otro lado, seria de gran utilidad analizar mas a fondo el resultado de la baja correlación entre el sub indicador de I+D y el sub indicador de absorción del conocimiento, ya que esto podría dar a origen a una gran investigación, pues se trataría de explicar el porqué las empresas son lo suficientemente eficientes para asimilar y explotar los conocimientos internos y externos.

Conclusiones

Con esta investigación se logró comprobar que la inversión en I+D+I del tejido empresarial si juega un papel importante para la competitividad de los departamentos. Aquellos departamentos en donde se promueven más las actividades que involucren investigación e innovación si logran ser más competitivos, permitiéndoles hacerle frente a la competencia nacional y en algunos casos a la internacional.

Así mismo, se identificó que en Colombia hay muy baja inversión en I+D+I a nivel nacional, pues más de la mitad de los departamentos presentan una tendencia de decrecimiento como se pudo apreciar en la Figura 6. Esto definitivamente abre un debate para que se promuevan políticas públicas direccionadas a aumentar la inversión en I+D+I del tejido empresarial de los departamentos, tales como centros de innovación especializados y fondos de financiación para que las empresas logren producir bienes y servicios de alta calidad.

De igual forma, se logró concluir que el hecho de que algunos departamentos inviertan en I+D, no quiere decir que exista también una buena absorción del conocimiento. Lo que indirectamente está diciendo este hallazgo es que el tejido empresarial puede invertir gran cantidad de tiempo y dinero para optimizar procesos, presentar avances tecnológicos o producir nuevas ideas, pero esto no significa que vaya a asimilar ni explotar ese conocimiento al mismo nivel.

Referencias

- Bettina, Peters, M. J. Roberts, & V. A. Vuongf. (2022). "Firm R&D investment and export market exposure". Retrieved October 2022, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004873332200124X>
- Byuse, Heylen, & Schoonackers. (2020). "On the impact of public policies and wage formation on business investment in research and development". Retrieved October 2022, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264999318318418?via%3Dihub>
- Chang, H.-J. (2015). *Economía para el 99% de la población* (5th ed.). DEBATE.
- Consejo Privado de Competitividad. (2021). *Informe Nacional de Competitividad 2021-2022*. Bogotá: Punto Aparte. Retrieved from https://compite.com.co/wp-content/uploads/2021/12/CPC_INC_2021-2022-COMPLETO.pdf
- DANE. (2018). *Censo nacional de población y vivienda*. Bogotá D.C.
- DANE. (2022). *Boletín Técnico-Cuentas Departamentales* (pp. 4-6). Bogotá D.C.
- Dereli, D. D. (2022). "Innovation management in global competition and competitive advantage". Retrieved September 2022, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815038021>
- Dogan, E. (2016). "The effect of innovation on competitiveness". Retrieved September 2022, from <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/268727>
- Horák, P., & Květoň, V. (2019). "The effect of public R&D subsidies on firms' competitiveness: Regional and sectoral specifics in emerging innovation systems". Retrieved September 2022, from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143622817308755?casa_token=n5tgol3YESgAAAAA:eJ-ldbmCUgy2IKvyChRkInPpTnocn0OUBJtXkoq3Z51Foxg7_hxwOutcZaLBX3Xbfo--44Yg3Gl
- López Cabía, D. (2016, 24 de octubre). *Investigación y desarrollo (I+D)*. Economipedia.com
- Medeiros, V., Godoi, L. G., & Teixeira, E. C. (2019). "La competitividad y sus factores determinantes: un análisis sistémico para países en desarrollo". Retrieved October 2022, from https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45005/RVE129_Medeiros.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Melo-Becerra, L. A., Ramos-Forero, J. E., & Hernández-Santamaría, P. O. (2017). "La educación superior en Colombia: situación actual y análisis de eficiencia". *Revista Desarrollo y Sociedad*, (78), 59-111.
- OCDE. (2015). *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. Publicado por acuerdo con la OCDE, París (Francia). DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239012-en>
- OECD/Eurostat. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Paiva, T., Ribeiro, M., & Coutinho, P. (2020). "R&D Collaboration, Competitiveness Development, and Open Innovation in R&D". *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6. Retrieved September 2022, from <https://www.mdpi.com/2199-8531/6/4/116/htm>
- Perez Godoy, M. (2022). Chocó fue el departamento con menor desempeño en términos de empleabilidad. *La República*. Retrieved from 2022, <https://www.larepublica.co/economia/choco-fue-el-departamento-con-el-menor-desempeno-en-terminos-de-empleabilidad-3340400>
- Pilinkiene, V. (2015). "R&D Investment and Competitiveness in the Baltic States".
- Portafolio. (2022). Las 29 mejores universidades colombianas en el ranking THE. Retrieved from <https://www.portafolio.co/tendencias/las-29-mejores-universidades-colombianas-en-el-ranking-the-568487>
- Ramírez, J., & de Aguas, J. (2019). *Escalafón de la Competitividad de los departamentos de Colombia, 2019*. Bogotá D.C. Retrieved from https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46786/S2000654_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Universidad Nacional de Colombia. (2022). Falta de oportunidad laboral fomenta migración de jóvenes araucanos. Retrieved 2022, from <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/falta-de-oportunidad-laboral-fomenta-migracion-de-jovenes-araucanos>
- Yüksel, S. (2019). "The Impacts of Research and Development Expenses on Export and Economic Growth". Retrieved October 2022, from <https://journal.stebilampung.ac.id/index.php/ibarj/article/view/1/3>
- Zhuab, Z., Zhu, Z., Xu, P., & Xue, D. (2019). "Exploring the impact of government subsidy and R&D investment on financial competitiveness of China's new energy listed

companies: An empirical study”. Retrieved September 2022, from
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484719301660>