

Análisis de la productividad total de los factores en torno  
a la crisis del COVID 19 entre los años 2018 - 2021

Tesis

Facultad de Economía

Emmanuel Salnave Melo

Junio 2024

Bogotá D.C

## RESUMEN

Este estudio se centra en la estimación de la productividad total de factores (PTF) para once departamentos y diecisiete divisiones industriales en Colombia durante el período 2018 al 2021 usando el método de estimación semi paramétrico desarrollado por Levinsohn y Petrin (2003), conocido como método LP. Para ello, se emplean los datos recopilados por el DANE en la Encuesta Anual Manufacturera. El objetivo principal es analizar el impacto de la pandemia de COVID-19 en la productividad a nivel departamental y sectorial, y comprender sus consecuencias en el desempeño general de la industria manufacturera colombiana. Los resultados arrojan diferencias notables en el impacto de la pandemia a nivel departamental y sectorial. Los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Bogotá fueron los más afectados en términos de PTF, mientras que departamentos como Cundinamarca y Santander mostraron una mayor resiliencia. La pandemia de COVID-19 tuvo un impacto negativo generalizado en la productividad de la industria manufacturera colombiana, con variaciones significativas a nivel departamental y sectorial. La recuperación de la PTF requerirá políticas públicas específicas que aborden las necesidades y desafíos de cada departamento y sector industrial.

**ABSTRACT**

This study focuses on estimating total factor productivity (TFP) for eleven departments and seventeen industrial divisions in Colombia during the period from 2018 to 2021, using the semi-parametric estimation method developed by Levinsohn and Petrin (2003), known as the LP method. The data used for this estimation was collected by DANE through the Annual Manufacturing Survey. The main objective is to analyze the impact of the COVID-19 pandemic on productivity at both the departmental and sectoral levels and to understand its consequences on the overall performance of the Colombian manufacturing industry.

The results reveal notable differences in the pandemic's impact across departments and sectors. The departments of Antioquia, Valle del Cauca, and Bogotá were the most affected in terms of TFP, while departments such as Cundinamarca and Santander exhibited greater resilience. The COVID-19 pandemic had a generally negative impact on the productivity of the Colombian manufacturing industry, with significant variations at both the departmental and sectoral levels. Recovery of TFP will require specific public policies that address the needs and challenges of each department and industrial sector.

## Tabla de contenido

<b>RESUMEN</b> .....	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>7</b>
1.1 Función de producción Neoclásica. ....	7
1.2 Productividad total de los factores. ....	9
1.3 Revisión bibliográfica.....	12
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>15</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>18</b>
Tabla 1: Número de establecimientos industriales por departamento en Colombia .....	18
Tabla 2 Participación de los departamentos en la producción manufacturera.....	19
Tabla 3. Número de establecimientos por divisiones industriales .....	20
Tabla 4 Participación de las divisiones industriales en la producción manufacturera.....	21
Tabla 5. Participación de los factores de producción en el producto manufacturero total nacional y por departamentos, 2018-2021.....	22
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>27</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>29</b>

## INTRODUCCIÓN

En el ámbito de las políticas públicas y el liderazgo mundial, se han implementado diversas estrategias con el objetivo de acelerar el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) a tasas superiores a las del resto del mundo. Estos esfuerzos no solo han destacado a ciertos países en la escena internacional, sino que también han permitido adaptarse al principio de hacer más con menos recursos, asegurando así un mayor nivel de vida para la mayoría de sus ciudadanos en comparación con aquellos países con menor desarrollo económico y niveles de bienestar más bajos.

El crecimiento económico se define como el "aumento sostenido de las capacidades de producción, medido por el incremento del Producto Interno Bruto (PIB) en un periodo de tiempo determinado. Ocurre cuando una sociedad adquiere nuevos recursos o aprende a producir más con los recursos existentes" (Case, Fair & Oster, 2012, p.36). Los economistas han abordado el crecimiento económico desde múltiples perspectivas en busca de factores determinantes, sin lograr un consenso definitivo. Entre las teorías destacadas se encuentra la de Solow (1965), que reconoce la existencia de múltiples factores adicionales al capital y al trabajo, denominados Productividad Multifactorial, que influyen el ritmo de crecimiento de los países.

La Productividad Total de los Factores (PTF) es un indicador clave que mide la eficiencia con la que los insumos se convierten en producción. Representa el componente del crecimiento económico no explicable únicamente por el aumento en la cantidad de trabajo o capital. La PTF es crucial en el análisis económico para comprender las fuentes del crecimiento y evaluar la eficiencia en el uso de recursos. Sin embargo, su estimación presenta desafíos significativos debido a la diversidad de recursos, procedimientos, avances tecnológicos y productos finales empleados por las empresas.

En Colombia, entre 2015 y 2019, la tasa de crecimiento anual fluctuó entre el 1,80 % y el 3,80 %, proporcionando cierto bienestar a la población. Sin embargo, en 2020, debido a la

pandemia de COVID-19, se registró una caída significativa, con cifras negativas por primera vez en muchos años.

El objetivo principal de este estudio es estimar la PTF en la industria manufacturera en los 10 departamentos principales de Colombia, utilizando datos de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM). La investigación busca responder a la pregunta: ¿Cuál fue el impacto de la pandemia de COVID-19 en la PTF y el crecimiento económico en cada uno de los 10 departamentos y sectores industriales analizados?

Para esta estimación, se utilizará la metodología LP, que descompone la PTF en componentes observables y no observables, permitiendo una mejor comprensión de la eficiencia productiva y la contribución de diversos factores al crecimiento económico en la industria manufacturera. El estudio abarca datos de la EAM entre 2019 y 2021, cubriendo el periodo antes, durante y después de la pandemia para evaluar la PTF y comprender la contribución relativa de los factores observables y no observables al crecimiento de la producción.

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Función de producción Neoclásica.

La productividad mide cómo se emplean múltiples factores de producción combinados para generar múltiples unidades de producción. Usualmente, la productividad es definida como la ratio entre la medición del volumen de producción y la medición del volumen de factores utilizados en el proceso productivo (OECD, 2001; Färe et al., 2008).

La producción de bienes y servicios de una economía –su PIB– depende de (1) su cantidad de factores de producción y de (2) su capacidad para transformar los factores en productos, representada por la función de producción (Mankiw G, 2014).

Un elemento fundamental para explicar la función de producción es el trabajo. Se reconoce que en toda economía es indispensable contar con fuerza laboral, ya que resulta imposible producir sin la presencia de personas que realicen las tareas necesarias. Aunque en la realidad existen diversas categorías de empleos y trabajadores, en aras de simplificar el modelo, la totalidad de los trabajadores se representa con el símbolo L. El segundo componente esencial será el capital, el cual representa la cantidad de maquinaria o activos físicos empleados en el proceso productivo. Este factor se designará con la letra K.

Finalmente, el producto se obtiene por la combinación entre el capital y el trabajo, y se representará con la letra Y. Esto nos conduce a la siguiente función de productividad:

$$Y = F(K, L) \quad (1)$$

A pesar de que esta función de producción pretende ser una representación simplificada de la economía de un país, no aborda cuestiones fundamentales como por qué países con niveles similares de capital y trabajo experimentan crecimientos diferentes. Tampoco explica cómo una economía puede crecer a largo plazo si siempre se mantiene una cantidad similar

de capital y de trabajadores. Además, en caso de existir un crecimiento económico a largo plazo, ¿cuál es el factor que impulsa dicho crecimiento?

De ahí surge la idea de una función de producción que incorpore como factor fundamental la tecnología, el progreso tecnológico. Esto permitirá explicar el crecimiento económico de los países en el largo plazo y las diferencias que existen entre países cuyos PIB no crecen de manera semejante.

En respuesta a esto, se introduce en la función de producción el parámetro A, conocido como la Productividad Total de los Factores. Esta variable será de vital importancia para comprender por qué los países experimentan crecimiento económico a largo plazo y para explicar las notables disparidades en productividad entre naciones con niveles similares de mano de obra y activos físicos. En este contexto, resulta esencial examinar aspectos como la tecnología o el conocimiento, combinados con el capital y el número de trabajadores, dando consigo la siguiente función de producción neoclásica:

$$Y = AF(K, L) \quad (2)$$

Por funciones de producción neoclásicas entendemos aquellas funciones matemáticas que representan combinaciones de los factores capital, trabajo y tecnología y que satisfacen las siguientes propiedades (Sala - i - Martin, X 2002)

(i) Rendimientos constantes a escala: En términos matemáticos, esto implica que, si duplicamos la cantidad de trabajo y capital, la cantidad de producto se duplica también. Si multiplicamos K y L por una constante cualquiera, entonces la producción también se multiplica por la misma constante. A esta propiedad se le conoce como homogeneidad de grado uno.

(ii) las productividades marginales de todos los factores serán positivas pero decrecientes: Esto significa que la variación en la cantidad producida de un bien, motivada

por el empleo de una unidad adicional (capital, trabajo) es positiva, sin embargo, cada vez es menor.

Una función de producción bastante sencilla que satisface las propiedades neoclásicas es la función Cobb-Douglas, donde  $0 < \alpha < 1$  (Sala - i - Martin, X 2002).

$$Y = F(K, L) = AK^\alpha L^{1-\alpha} \quad (3)$$

donde  $\alpha$  es una constante comprendida entre cero y uno que mide la participación del capital en la renta. Es decir, determina la proporción de la renta que obtiene el capital y la que obtiene el trabajo (Mankiw G, 2014). Esta función Cobb-Douglas es bastante utilizada ya que facilita la representación matemática, lo cual permite utilizarla en varias aplicaciones y con ello obtener mejores resultados.

La estimación de la función de producción juega un papel crucial en los modelos económicos, ya que posibilita la identificación de diversos factores que contribuyen al crecimiento económico de un país, así como a analizar que tanto se complementan o se sustituyen los factores entre sí. Además, nos proporciona herramientas para examinar y anticipar comportamientos económicos, considerando el cambio tecnológico, el progreso en capital humano (conocimiento), políticas gubernamentales, la calidad de las instituciones o fenómenos naturales que puedan afectar a un país o economía.

## 1.2 Productividad total de los factores.

La Productividad Total de los Factores (PTF) como la parte del crecimiento económico que no está vinculado al aumento de los factores de producción (Solow 1957). Se define como una medida que evalúa la eficacia con la que una economía emplea los distintos factores de producción disponibles, como el capital, el trabajo y la tecnología, para alcanzar un nivel específico de producción.

Empíricamente, la PTF puede ser calculada como el residuo resultante entre el cambio proporcional en el producto observado menos el cambio proporcional en el uso de los factores de producción, residuo denominado como “residuo de Solow” (Solow 1957).

El incremento constante de la Productividad Total de los Factores (PTF) está estrechamente vinculado a los avances tecnológicos, la innovación, las patentes, entre otros aspectos. Aunque se reconoce que tanto el capital físico, como el humano contribuyen a mejorar el nivel de vida de los habitantes de un país y las operaciones diarias en una empresa, el crecimiento económico sostenido está principalmente determinado por la PTF.

En el largo plazo los países crecen principalmente por aumentos en la productividad total de los factores generados por cambios en las técnicas de producción y por el uso más eficiente de los recursos productivos. Estudios empíricos muestran cómo la PTF es considerada el principal determinante del aumento del PIB per cápita en la mayoría de los países, de la desaceleración del crecimiento de un país como China y de una parte importante de la convergencia en el ingreso per cápita entre algunos países desarrollados y emergentes. (Echeverría, Giraldo y Jaramillo, 2019). Sin embargo, se conoce que para que un país experimente un crecimiento económico sostenido a largo plazo, no basta únicamente con los avances tecnológicos. Es crucial contar con una serie de elementos adicionales que influyen en el ingreso per cápita de una nación. Entre ellos se encuentran las instituciones, las cuales deben fomentar el desarrollo de la sociedad, otro de los temas relevantes son las tasas de corrupción bajas, ya que estas permiten una distribución equitativa de los recursos en áreas vitales como la educación y la salud. Se conoce que una sociedad bien educada promueve en gran medida la creación de empresas e innovación, mientras que una fuerza laboral saludable favorece la eficacia y la producción, este último aspecto será de suma importancia en el análisis de nuestro trabajo teniendo como contexto la pandemia del COVID 19.

Sin embargo, al estudiar PTF se encuentran varios retos, ya que no es posible medir dicho indicador de manera precisa, pues no es posible medir cualitativamente que tanto tiene un país en avances tecnológicos, así mismo ocurre en temas como insumos, procesos

productivos, entre otros, ya que cada sector económico, empresa o país, maneja los recursos de manera diferente, teniendo en cuenta las limitaciones o ventajas que se tengan.

Las dificultades vinculadas a la estimación de la Productividad Total de los Factores (PTF) han generado un notable interés y esfuerzo por parte de los investigadores económicos, naciendo así el propósito de elaborar metodologías que permitan estimaciones más precisas que integren el capital, el trabajo y la tecnología, con el fin de medir de manera certera la productividad multifactorial de una firma o país.

Por este motivo, el fin de este trabajo es estimar la productividad total de los factores (PTF) basándonos en la función neoclásica, teniendo como referencia los datos de la encuesta anual manufacturera en Colombia.

Mediante transformaciones matemáticas a partir de la función número (3), se puede obtener una función de producción más completa. Para que esta función sea relevante en el estudio de la productividad, se incorpora la contribución del trabajo y del capital al producto final, y se utiliza el subíndice  $i$  para representar a las empresas y el subíndice  $t$  representará el tiempo. Sin embargo, se sabe que el capital y el trabajo son dos factores que pueden observarse empíricamente; por el contrario, el factor tecnología no tiene esta ventaja, se puede linealizar la función de producción, con el fin de resolver dicho inconveniente, dando como resultado en la siguiente ecuación:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_k \ln K_{it} + \beta_l \ln L_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Dando como resultado:

$$\ln(A_{it}) = \beta_0 + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$\varepsilon_{it} = \omega_{it} + u_{it} \quad (6)$$

Los términos  $\beta_0$  y  $\varepsilon_{it}$  resultan bastante importantes en el análisis de la función de producción por su interpretación teórica. Por una parte,  $\beta_0$  mide la eficiencia media entre las firmas y a través del tiempo, mientras que  $\varepsilon_{it}$  es una medida de la desviación de cada unidad productiva respecto a la media a través del tiempo. Este término se compone de dos términos más,  $\omega_{it}$  que corresponde a la productividad de cada unidad productiva y  $u_{it}$  que corresponde a la

desviación de cada unidad con respecto a la media debido a errores de medición o circunstancias externas (Van Beveren, 2007).

### 1.3 Revisión bibliográfica

En este contexto, es importante señalar que, aunque en la literatura económica hay diversos estudios dirigidos a la estimación de la PTF en Colombia, este proyecto contribuye a las investigaciones anteriores pues analiza el impacto de la pandemia en la economía colombiana medida a través de la PTF. Cabe resaltar que han sido varios los métodos utilizados por los autores, ya que como se mencionó anteriormente, una de las principales complicaciones al abordar cualquier investigación vinculada a esta variable radica en la dificultad de medirla de manera precisa, especialmente a nivel global. A continuación, se presenta un breve resumen de los escritos e ideas que para el autor de este documento representan la mayor contribución en términos económicos.

En el contexto colombiano, los primeros estudios en esta área fueron llevados a cabo por Clavijo (1990), Echavarría (1990) y García (1988), quienes realizaron estimaciones de la Productividad Total de los Factores utilizando datos agregados (PTF) a un nivel global, sin embargo, dichos estudios con datos agregados no han sido replicados, por la dificultad con dicha metodología a la hora de la estimación, por ende las investigaciones han optado por tomar diferentes enfoques, un ejemplo de ello fue el trabajo de Medina, Meléndez y Seim (2002) donde estiman la productividad de la industria manufacturera, con base en los datos de la EAM entre los años 1997 - 1999 utilizando la demanda de insumos como componente no observable y realizando estimaciones con mínimos cuadrados ordinarios, así mismo se destaca el texto de Cassoni, A. y Caudill, S. (2003) en donde se examinan las fuentes de crecimiento de la PTF en el sector manufacturero colombiano durante el período 1975-1999. Se centra en identificar los factores que contribuyeron al aumento de la eficiencia productiva.

Bonilla-Mejía y Galvis-Aponte (2002) concentran sus esfuerzos en la estimación de la PTF en el sector agrícola colombiano, evaluando cómo los cambios en la eficiencia contribuyen al crecimiento de la productividad en este sector clave. Por su parte Echavarría, Arbeláez y Rosales (2006) realizan una estimación semi-paramétrica para los años 1981-2002, concluyendo que la PTF experimentó un crecimiento a partir de la década de 1990 gracias a estrategias económicas adoptadas por el gobierno. Otro de los trabajos que se centró en el tema manufacturero fue el realizado por Cañas y Rodríguez (2007). El trabajo aborda la eficiencia técnica y la PTF en la industria manufacturera colombiana y analiza las variaciones en la productividad y cómo se relacionan con la eficiencia en el uso de los factores de producción.

A lo largo de estas investigaciones, el estudio realizado por Iregui, Ana y Melo, Ligia (2011), ha resaltado por su metodología, utilizando datos de panel para analizar la PTF en la industria manufacturera colombiana, con el fin de examinar las tendencias a lo largo del tiempo y evaluar los determinantes de la productividad total de los factores.

Por otro lado, Eslava (2004) aborda una metodología distinta, centrando su investigación en variables instrumentales. En este estudio se concluye una variación positiva de la PTF después de 1994, entendiendo que dicha variación se debe al impacto del comercio. Asimismo, Eslava y Haltiwanger (2016) concluyeron en su trabajo que la productividad crece cuando se enfocan en fortalecer el capital humano, el cual traerá consigo, innovación y avances tecnológicos, entendiendo que se vive en una sociedad globalizada que día a día cambia.

Ayala García (2013) examina la variabilidad de la PTF en la industria manufacturera colombiana a lo largo del ciclo económico y analiza cómo la eficiencia productiva responde a las fluctuaciones económicas. Por su parte Balat y Casas (2018) concluyen que la productividad de las empresas manufactureras no está relacionada con el tamaño de la ciudad, sin embargo, existe una relación entre el sector principal en términos económicos de la ciudad y la productividad de estas, así mismo rescata, que variables como capital humano,

innovación, corrupción, entre otras, impactan directamente en la productividad de las empresas.

Existen también estudios realizados en el exterior, en ellos se analiza la PTF de Colombia. Una investigación realizada por Rodríguez, C. y Vargas, C. (2016), se centra en América Latina e incluye análisis específicos para Colombia. Explora cómo factores internacionales y locales influyen en la productividad, incluida la PTF. Así mismo Crespi y Stein (2017) realizaron un estudio que proporciona una perspectiva regional de los determinantes de la productividad total de los factores en latino América.

La literatura económica sobre la Productividad Total de los Factores (PTF) en Colombia ha recorrido un largo camino, desde estudios agregados a análisis a nivel de industria y empresa. Aunque la medición precisa de la PTF sigue siendo un reto, los avances metodológicos y la disponibilidad de datos más desagregados han permitido obtener estimaciones más precisas. Este estudio contribuye al análisis del impacto de la pandemia en la PTF de Colombia y sintetiza los hallazgos de investigaciones anteriores. Se requieren más investigaciones para comprender mejor este impacto y para identificar políticas públicas que impulsen la productividad en el país.

## **METODOLOGÍA**

El cálculo de la productividad como residuo de la función de producción es una práctica común en los modelos econométricos. Entre los métodos empleados para este fin, destaca el de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), el cual goza de un amplio uso, sin embargo, aunque inicialmente se podría utilizar el método de MCO para estimar los parámetros de la función de producción, su enfoque no resulta adecuado debido a la simultaneidad entre las variables implicadas.

En estos enfoques, se asume que los insumos y factores de producción son exógenos y no presentan correlación con la productividad. No obstante, la literatura económica ha evidenciado desde hace tiempo que los factores de producción son endógenos y tienden a estar correlacionados con la productividad, lo que genera sesgos en las estimaciones. Además, se han identificado otros posibles sesgos asociados con la aplicación de MCO, como el sesgo de selección al no considerar la entrada y salida de firmas en la muestra (las cuales son endógenas), la omisión de precios al deflactar las series con índices agregados de precios sectoriales, y los errores de estimación al utilizar una función de producción tradicional con un solo producto para firmas multiproducto (Echeverría, Giraldo y Jaramillo, 2019).

Es importante destacar que, en el marco de este trabajo, la dinámica de entrada y salida de firmas cobra especial relevancia, considerando su estrecha vinculación con la crisis económica derivada de la pandemia. Esta coyuntura representa un argumento fundamental para desestimar la aplicación de métodos como Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) o Efectos Fijos (EF) en la estimación en cuestión.

Diversos métodos han sido desarrollados para abordar los problemas de estimación mencionados. Entre los más notables se encuentran los estudios clásicos de Olley y Pakes (1996) y Levinsohn y Petrin (2003), comúnmente referidos como LP, así como los trabajos más recientes de Wooldridge (2009) y Akerberg et al. (2015). Olley y Pakes (1996), tienen uno de los primeros enfoques basados en técnicas semi paramétricas, en donde se plantea la demanda de inversión como una variable indirecta (proxy) para la productividad, con el

objetivo de controlar la correlación existente entre esta y los factores de producción. Aunque el método de Levinsohn y Petrin (2003) también se basa en técnicas semi paramétricas, este se diferencia en que cuestionan la validez universal de la variable proxy de inversión, proponiendo en su lugar el uso de insumos intermedios como una alternativa más sólida y confiable.

Los demás autores, tomando como base los trabajos de Olley y Pakes (1996) y Levinsohn y Petrin (2003), desarrollan metodologías que representan variaciones de sus enfoques. Si bien todos ellos proponen métodos semiparamétricos, introducen innovaciones como el método generalizado de los momentos (GMM) o nuevos métodos de cálculo del factor trabajo para corregir los sesgos presentes en la estimación.

La elección del modelo de Levinsohn y Petrin (2003) para las estimaciones en este estudio se sustenta en dos pilares fundamentales: la idoneidad del modelo para las características de la muestra que se pretende analizar y el sólido respaldo que ha recibido en la literatura especializada.

La información para este estudio se recopiló a través de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) durante el período 2018-2021. Este rango de años permite analizar tanto el contexto previo a la pandemia como su impacto inicial. La Encuesta Anual Manufacturera (EAM) se destaca por su exhaustividad, ya que abarca todos los establecimientos industriales y los agrupa en sectores similares industriales. La robustez de los resultados estadísticos se ve reforzada por dos factores: la amplitud del muestreo y la segmentación por departamentos.

Tal como se mencionó previamente, la función Cobb-Douglas desempeña un papel crucial en el modelo LP. Mediante una transformación logarítmica, esta función posibilita la estimación de la PTF. Utilizando dicha función, podemos determinar la productividad total de los factores en la industria manufacturera del país

Teniendo en cuenta la ecuación (3) y con el fin de calcular la PTF, se emplearon las siguientes variables:

- Producción: Se utilizó el valor agregado como medida indirecta de la producción total
- Capital: El valor de los activos fijos se empleó como indicador del capital físico disponible
- Mano de obra: Se consideraron los salarios como representación de los costos y gastos asociados al personal ocupado
- Consumo intermedio: Se incluyó el consumo intermedio como variable de control para ajustar por posibles distorsiones en la productividad

Por último, se sabe con el modelo LP, la estimación de la productividad total de los factores (PTF) requiere del empleo de métodos semiparamétricos. No obstante, la comparación directa de la PTF de un departamento específico con la nacional puede presentar dificultades debido a las disparidades existentes en sus estructuras productivas. Para superar este obstáculo, se propone la alternativa de normalización respecto a la PTF nacional. La normalización respecto a la PTF nacional ofrece una interpretación simple y directa de la productividad relativa de cada departamento, facilitando la identificación de aquellos con un desempeño superior o inferior al promedio nacional.

## RESULTADOS

Para evitar sesgos en las estimaciones de la PTF, se decidió limitar el análisis a los departamentos que tienen un número significativo de establecimientos en la EAM. La inclusión de departamentos con un número reducido de observaciones podría afectar la calidad y confiabilidad de los resultados.

Tabla 1: Número de establecimientos industriales por departamento en Colombia

Departamento	2018	2019	2020	2021	Promedio	Promedio
Bogotá	2652	2524	2411	2317	2476	33%
Antioquia	1719	1642	1579	1529	1617.25	21.5%
Valle	1013	974	938	915	960	12.8%
Cundinamarca	655	656	636	638	646.25	8.6%
Santander	352	342	323	314	332.75	4.4%
Atlántico	330	314	301	295	310	4.1%
Risaralda	170	169	164	158	165.25	2.2%
Caldas	138	137	134	132	135.25	1.8%
Bolívar	130	122	128	125	126.25	1.7%
Norte de Santander	117	115	106	105	110.75	1.5%
Tolima	104	100	99	95	99.5	1.3%
Resto	531	536	524	515	526.5	7.0%
	7911	7631	7343	7138	7506	

Fuente: cálculos propios con base en EAM-DANE

La distribución de la actividad manufacturera en Colombia presenta una alta concentración en un número reducido de departamentos, como se observa en la Tabla 1. Bogotá, Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca concentran el 75.9% de los establecimientos industriales entre 2018 y 2021, con porcentajes individuales de 33%, 21.5%, 12.8% y 8.6%, respectivamente. Un segundo grupo de departamentos, conformado por Santander, Atlántico, Risaralda, Caldas, Bolívar, Norte de Santander y Tolima, alberga entre 95 y 352 establecimientos, lo que representa entre el 1% y el 8.6% del total nacional. Finalmente, en el resto de los departamentos (Cauca, Boyacá, Meta, Quindío, Huila, Magdalena, Nariño,

Cesar, Córdoba, Sucre, Vichada y Casanare) se encuentran menos de 100 establecimientos cada uno.

Tabla 2 Participación de los departamentos en la producción manufacturera

Departamento	2018	2019	2020	2021	Promedio participación
Bogotá	33.5%	33.1%	32.8%	32.5%	32.97%
Antioquia	21.7%	21.5%	21.5%	21.4%	21.54%
Valle	12.8%	12.8%	12.8%	12.8%	12.79%
Cundinamarca	8.3%	8.6%	8.7%	8.9%	8.62%
Santander	4.4%	4.5%	4.4%	4.4%	4.43%
Atlantico	4.2%	4.1%	4.1%	4.1%	4.13%
Risaralda	2.1%	2.2%	2.2%	2.2%	2.20%
Caldas	1.7%	1.8%	1.8%	1.8%	1.80%
Bolivar	1.6%	1.6%	1.7%	1.8%	1.68%
Norte de santander	1.5%	1.5%	1.4%	1.5%	1.48%
Tolima	1.3	1.3	1.3	1.3	1.33%
Resto	6.7%	7.0%	7.1%	7.2%	7.01%

Fuente: cálculos propios con base en EAM-DANE

En la tabla 2 queda registrada la desigualdad productiva que presenta el mapa de la industria manufacturera en Colombia. Bogotá, Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca se erigen como cuatro grandes polos productivos en la industria manufacturera colombiana concentrando más del 76,0% de la producción total. Estos departamentos, que representan la columna vertebral de la industria manufacturera nacional, concentran más de las dos terceras partes de la producción total, caracterizándose por su dinamismo económico y su capacidad para generar valor agregado en el sector. A pesar de no ser los principales polos productivos, Santander, Atlántico, Risaralda, Caldas, Bolívar, Norte de Santander y Tolima representan un jugador importante en la industria manufacturera colombiana, aportando el 17% de la producción total. Los doce departamentos restantes, en conjunto, representan solo el 7%.

**Tabla 3. Número de establecimientos por divisiones industriales**

Agrupaciones industriales	Descripción	2018	2019	2020	2021	Promedio	Participación
101	Procesamiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos	191	187	183	182	186	3.50%
104	Elaboración de productos lácteos	161	155	150	151	154	2.90%
108	Elaboración de otros productos alimenticios	666	639	628	596	632	11.80%
139	Fabricación de otros productos textiles	163	158	149	148	155	2.90%
141	Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel	797	745	701	680	731	13.60%
152	Fabricación de calzado	233	210	179	163	196	3.70%
181	Actividades de impresión y actividades de servicios relacionados con la impresión	403	386	368	346	376	7.00%
202	Fabricación de otros productos químicos	403	405	393	386	397	7.40%
210	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico	194	187	183	184	187	3.50%
222	Fabricación de productos de plástico	577	564	557	544	561	
239	Fabricación de productos minerales no metálicos n.c.p.	430	406	382	365	396	7.40%
251	Fabricación de productos metálicos para uso estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor	232	214	198	188	208	3.90%
259	Fabricación de otros productos elaborados de metal y actividades de servicios relacionadas con el trabajo de metales	359	340	332	328	340	6.30%
281	Fabricación de maquinaria y equipo de uso general	201	201	193	175	193	3.60%
282	Fabricación de maquinaria y equipo de uso especial	160	156	154	148	155	2.90%
311	Fabricación de muebles	309	290	263	250	278	5.20%
329	Otras industrias manufactureras n.c.p.	223	219	216	226	221	4.10%
	Total establecimientos	5702	5462	5229	5060	5363	

Fuente: cálculos propios con base en EAM-DANE

En el ámbito de las divisiones industriales, se llevó a cabo un análisis de diecisiete de ellas, tal y como se detalla en la Tabla 3. Cabe destacar que no se tuvieron en cuenta las industrias relacionadas con el sector petrolero y sus derivados. Esta decisión se fundamenta en la estrecha vinculación de este sector con la incertidumbre internacional, lo cual afecta directamente los precios, lo que podría generar distorsiones en los resultados del análisis. Se observa una reducción de 642 establecimientos entre los años 2018 y 2021. Si bien esta disminución podría inicialmente asociarse a la pandemia de COVID-19 que tuvo lugar a mediados del 2020, un análisis más profundo teniendo como referencia los datos de la tabla 3 revelan que la tendencia a la baja en el número de establecimientos ya se venía presentando desde años anteriores, con una reducción promedio de aproximadamente 150 establecimientos por año. Es importante destacar que no se identifica un año específico en el que se haya producido una disminución drástica. La división más representativa es la número (141) que corresponde a Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel,

con una participación de 13.6% en total, seguida de la división (108) que corresponde a Elaboración de otros productos alimenticios, con un 11.80% en total. En tercer lugar, se encuentra la división (222) que corresponde a Fabricación de productos de plástico y tiene una participación total de 10.5%. Cabe resaltar que estas son las únicas divisiones que tienen una participación mayor al 10% durante los años 2018 y 2021.

**Tabla 4 Participación de las divisiones industriales en la producción manufacturera**

Agrupaciones industriales	Descripción	2018	2019	2020	2021	Participación
101	Procesamiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos	2.41%	2.45%	2.49%	2.55%	2.48%
104	Elaboración de productos lácteos	2.04%	2.03%	2.04%	2.12%	2.06%
108	Elaboración de otros productos alimenticios	8.42%	8.37%	8.55%	8.35%	8.42%
139	Fabricación de otros productos textiles	2.06%	2.07%	2.03%	2.07%	2.06%
141	Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel	10.07%	9.76%	9.55%	9.53%	9.73%
152	Fabricación de calzado	2.95%	2.75%	2.44%	2.28%	2.60%
181	Actividades de impresión y actividades de servicios relacionados con la impresión	5.09%	5.06%	5.01%	4.85%	5%
202	Fabricación de otros productos químicos	5.09%	5.31%	5.35%	5.41%	5.29%
210	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico	2.45%	2.45%	2.49%	2.58%	2.49%
222	Fabricación de productos de plástico	7.29%	7.39%	7.59%	7.62%	7.47%
239	Fabricación de productos minerales no metálicos n.c.p.	5.44%	5.32%	5.20%	5.11%	5.27%
251	Fabricación de productos metálicos para uso estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor	2.93%	2.80%	2.70%	2.63%	2.77%
259	Fabricación de otros productos elaborados de metal y actividades de servicios relacionadas con el trabajo de metales	4.54%	4.46%	4.52%	4.60%	4.53%
281	Fabricación de maquinaria y equipo de uso general	2.54%	2.63%	2.63%	2.45%	2.56%
282	Fabricación de maquinaria y equipo de uso especial	2.02%	2.04%	2.10%	2.07%	2.06%
311	Fabricación de muebles	3.91%	3.80%	3.58%	3.50%	3.70%
329	Otras industrias manufactureras n.c.p.	2.82%	2.87%	2.94%	3.17%	2.95%

Fuente: cálculos propios con base en EAM-DANE

Finalmente, la Tabla 4 destaca la preeminencia de cuatro divisiones industriales: confección de prendas de vestir, elaboración de productos alimenticios, fabricación de productos de plástico y fabricación de otros productos químicos, las cuales representan una proporción considerable de la producción total, evidenciando una alta concentración de la estructura productiva nacional.

La metodología empleada para la estimación de la PTF en cada departamento se basó en la estimación previa de los parámetros de la función de producción. Los valores estimados de estos parámetros, su precisión (errores estándar) y su significancia estadística (valores p) se presentan en la Tabla 5. La suma de los estimadores proporciona información sobre si los rendimientos a escala en cada departamento son constantes ( $RTS=1$ ), crecientes ( $RTS>1$ ) o decrecientes ( $RTS<1$ ) y el estadístico de Wald cuya hipótesis nula es la existencia de rendimientos constantes a escala.

**Tabla 5. Participación de los factores de producción en el producto manufacturero total nacional y por departamentos, 2018-2021**

Departamento	lnb		lnw		lnk		RTS	Wald test	Observations
Nacional	0.3210***	(0.0135)	0.2789***	(0.0114)	0.2232***	(0.0312)	0,8231	0,0000	24.800
Antioquia	0.3596***	(0.0360)	0.2771***	(0.0333)	0.1518**	(0.0676)	0,7885	0,0064	5.812
Atlantico	0.1323***	(0.0494)	0.4268***	(0.0519)	0.2498***	(0.0785)	0,8089	0,5290	1.170
Bogota	0.2903***	(0.0223)	0.3197***	(0.0195)	0.1260***	(0.0387)	0,736	0,0000	8.896
Caldas	0.4838***	(0.0481)	0.1231***	(0.0413)	0.2414	(0.1869)	0,8483	0,1342	479
Bolivar	0.1500**	(0.0635)	0.2694***	(0.0601)	0.5869***	(0.0846)	1,0063	0,9463	457
Cundinamarca	0.2481***	(0.0161)	0.1637***	(0.0192)	0.4328***	(0.0404)	0,8446	0,0069	2.317
Valle del cauca	0.3752***	(0.0113)	0.2512***	(0.0384)	0.2661***	(0.0574)	0,8925	0,0893	3.444
Norte de santander	0.3259***	(0.1001)	-0.0093	(0.1305)	0.3849***	(0.1134)	0,7018	0,0447	422
Risaralda	0.3255***	(0.0615)	0.2788***	(0.0519)	0.2742***	(0.0715)	0,8785	0,2886	614
Santander	0.3555***	(0.0859)	0.3502***	(0.0455)	0.3210***	(0.0849)	1,0267	0,6722	1.189

En términos generales, los coeficientes estimados en la tabla 5 presentan significancia estadística en todos los departamentos, con la excepción del (lnw) trabajo obrero en Norte de Santander. Tanto a nivel nacional, como en la mayoría de los casos a nivel departamental, se presentan rendimientos decrecientes a escala, siendo la excepción los casos de Atlántico, Caldas, Bolívar, Risaralda y Santander donde el estadístico Walt Test nos indica que no se rechaza la hipótesis nula asociada.

La mayoría de los coeficientes en la Tabla 6 son estadísticamente significativos, lo que indica que existe una relación robusta entre las variables independientes y la variable dependiente. Esto sugiere que los factores analizados tienen un impacto considerable en el resultado

observado. A pesar de la significancia general de los coeficientes, el análisis del estadístico test de Wald revela la existencia de rendimientos decrecientes en algunas divisiones industriales. Las divisiones 11, 13, 15, 17, 18, 24, 28, 30 y 32 presentan una excepción a la tendencia general, mostrando una relación lineal o incluso rendimientos crecientes entre las variables.

División	lnb	Columna1	lnw	Columna2	lnk	Columna3	RTS	Wald test	Observations
10	0.3888*** (0.0299)	0.2384*** (0.0297)	0.1208 (0.0873)	0.748	0.0097	4.219			
11	-0.0067 (0.1524)	0.2166 (0.1365)	0.6127*** (0.2054)	0.823	0.3014	240			
13	0.4294*** (0.0774)	0.2030*** (0.0542)	0.4210*** (0.0744)	1.053	0.4905	898			
14	0.4736*** (0.0310)	0.2785*** (0.0327)	0.0563* (0.0330)	0.808	0.0015	2.480			
15	0.6387*** (0.0766)	0.1897*** (0.0562)	0.0185 (0.0735)	0.847	0.1716	889			
16	0.0447 (0.1061)	0.1978** (0.0903)	0.4355*** (0.0840)	0.678	0.0018	514			
17	0.3441** (0.1508)	0.1208 (0.1023)	0.3571*** (0.1381)	0.822	0.3218	462			
18	0.4297*** (0.0609)	0.3083*** (0.0491)	0.1836** (0.0900)	0.922	0.4943	1.312			
19	0.3833*** (0.0724)	0.0092 (0.0502)	-0.0878 (0.2264)	0.306	0.0002	286			
20	0.1226*** (0.0416)	0.3457*** (0.0362)	0.2190** (0.0867)	0.687	0.0002	1.899			
21	0.1905** (0.0759)	0.1341** (0.0531)	0.1617 (0.1313)	0.486	0.0018	550			
22	0.3020*** (0.0461)	0.3044*** (0.0495)	0.2140*** (0.0791)	0.82	0.0187	2.324			
23	0.3994*** (0.0538)	0.1576*** (0.0387)	0.2742*** (0.0733)	0.831	0.0957	1.242			
24	0.2438*** (0.0853)	0.3356*** (0.0638)	0.2447* (0.1400)	0.824	0.2339	481			
25	0.4041*** (0.0638)	0.2740*** (0.0369)	0.1310* (0.0781)	0.809	0.0279	1.942			
27	0.2386*** (0.0860)	0.2166*** (0.0645)	0.3842*** (0.1097)	0.839	0.1109	612			
28	0.2375*** (0.0685)	0.2695*** (0.0480)	0.3193*** (0.0639)	0.826	0.0057	1.203			
29	0.3624*** (0.0688)	0.3282*** (0.0661)	0.3051** (0.1278)	0.996	0.972	520			
30	0.5591*** (0.1914)	0.1298 (0.1203)	0.5124*** (0.1763)	1.201	0.3398	118			
31	0.3431*** (0.0531)	0.2847*** (0.0558)	0.0517 (0.1232)	0.68	0.0194	1.101			
32	0.3176*** (0.0430)	0.3280*** (0.0403)	0.2632*** (0.0476)	0.909	0.1505	1.508			
<b>Nacional</b>	<b>0.3210*** (0.0135)</b>	<b>0.2789*** (0.0114)</b>	<b>0.2232*** (0.0312)</b>	<b>0.823</b>	<b>0.0000</b>	<b>24.800</b>			

Los resultados muestran la evolución de la producción bruta del sector manufacturero durante el período 2018-2021, destacando las divisiones industriales que experimentaron cambios significativos.

El año 2018 presentó un crecimiento del 6,7% en el valor nominal de la producción bruta manufacturera. Entre las divisiones con mayor incremento se encuentran:

- Productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo (11,2%)
- Productos metalúrgicos básicos (11,2%)

En 2019, la producción bruta manufacturera mantuvo su tendencia positiva con un crecimiento del 4,9% respecto al año anterior. Las divisiones que experimentaron los mayores aumentos fueron:

- Otros tipos de equipo de transporte (12,3%)
- Papel, cartón y productos de papel y cartón (8,8%)
- Prendas de vestir (7,2%)
- Sustancias y productos químicos (6,8%)
- Aparatos y equipo eléctrico (6,8%)

El año 2020 marcó un cambio drástico en la tendencia, con una caída del -7,9% en la producción bruta manufacturera en comparación con 2019. Las divisiones más afectadas fueron:

- Curtido y fabricación de artículos de cuero (-32,0%)
- Vehículos automotores, remolques y semirremolques (-31,4%)
- Prendas de vestir (-22,9%)
- Bebidas (-14,2%)

En 2021, la producción bruta manufacturera experimentó una notable recuperación, con un aumento del 29,3% respecto al año 2020. Todas las divisiones industriales registraron crecimientos positivos, destacándose:

- Productos alimenticios (19,6%)
- Sustancias y productos químicos (32,9%)
- Productos metalúrgicos básicos (52,7%)

En el contexto de la transición experimentada por los departamentos durante el período 2018-2021, es fundamental analizar el impacto de la pandemia en la producción a nivel nacional. A

continuación, se identifican los departamentos que se vieron más afectados por esta coyuntura:

- **Antioquia:** Con una fuerte presencia de industrias como la textil, automotriz y de alimentos, Antioquia sufrió una caída significativa en su producción manufacturera.
- **Valle del Cauca:** Similar a Antioquia, el Valle del Cauca alberga un importante sector manufacturero, especialmente en agroindustria y alimentos, que se vio seriamente afectado por la pandemia.
- **Bogotá:** Siendo la capital del país y un centro económico importante, Bogotá también experimentó una contracción en su actividad manufacturera, principalmente en sectores como la fabricación de metalmecánica y productos químicos.

Algunos datos importantes para mencionar son que la producción real de la industria manufacturera se redujo en un **-11,6%** entre enero y agosto de 2020, en comparación con el mismo período de 2019, en ese mismo año el personal ocupado en el sector experimentó una caída del **-5,5%**. Los sectores más afectados a nivel general fueron:

- **Textil:** -26,6%
- **Vehículos automotores, carrocerías y remolques:** -25,3%
- **Edición de libros e imprenta:** -24,7%
- **Bebidas:** -23,1%
- **Cuero y productos de cuero, excepto calzado:** -20,2%

Por último, los departamentos con una mayor concentración de industrias severamente afectadas por la pandemia, como la textil, la automotriz y la manufactura relacionada con el turismo, experimentaron descensos más pronunciados en su actividad económica. La dependencia de estos sectores, altamente vulnerables a las medidas de aislamiento social y la disminución de la demanda, amplificó el impacto negativo de la crisis en estos

departamentos. Así mismo los departamentos con economías más diversificadas y una presencia más fuerte de sectores menos afectados, como el procesamiento de alimentos y la fabricación de bienes esenciales, tendieron a mostrar una mayor resiliencia ante la pandemia. La diversificación productiva y la presencia de sectores esenciales permitieron a estos departamentos mitigar el impacto de la crisis y mantener un nivel de actividad económica relativamente estable.

## CONCLUSIONES

La investigación en torno a la productividad total factorial es de vital importancia para el desarrollo económico de las naciones. Al comprender los factores que determinan la productividad y su impacto en la economía, se pueden formular políticas públicas más efectivas que impulsen el crecimiento económico sostenible y mejoren el bienestar de la población.

Este estudio aprovecha los datos de la Encuesta Anual Manufacturera para examinar la evolución de la productividad total de factores (PTF) en la industria manufacturera colombiana durante el período 2018-2021, con un enfoque a nivel departamental y por divisiones industriales. El objetivo principal es analizar las consecuencias de la pandemia de COVID-19 en la productividad a nivel departamental y sectorial, y comprender su impacto en el crecimiento económico general del país. Para dicho objetivo se emplea una metodología econométrica para estimar la PTF en cada departamento y división industrial durante el período analizado. Se utiliza el modelo de regresión de Solow modificado, que incorpora variables adicionales para controlar por factores específicos de cada departamento y sector.

Lamentablemente, la pandemia del COVID-19 afectó a la industria manufacturera en todos los departamentos de Colombia, sin excepción. Las medidas de aislamiento social y las restricciones a la movilidad golpearon duramente a la producción industrial en todo el país. Sin embargo, algunos departamentos se vieron más afectados que otros, debido a la concentración de actividades manufactureras o a la dependencia de sectores específicos que se vieron particularmente impactados por la crisis.

Los departamentos con una mayor concentración de industrias severamente afectadas por la pandemia, como textiles, automotriz y manufactura relacionada con el turismo, experimentaron fuertes caídas a nivel productivo. Los departamentos con economías más diversificadas y una presencia más fuerte de sectores menos afectados, como el

procesamiento de alimentos y la fabricación de bienes esenciales, tendieron a caídas en su producción, sin embargo, no tuvieron las caídas más grandes, ya que sus divisiones industriales fueron las menos afectadas.

Es importante mencionar que la recuperación de la industria manufacturera ha sido desigual en todo el país. Algunos departamentos han logrado un repunte más rápido que otros, gracias a la diversificación de su sector industrial, la implementación de medidas de bioseguridad y el apoyo gubernamental.

Los datos presentados en este análisis confirman el impacto significativo que tuvo la pandemia de COVID-19 en la industria manufacturera colombiana. La reducción de la producción real, la caída del personal ocupado y la afectación desproporcionada de algunos sectores son indicadores claros de la magnitud de la crisis.

A partir del análisis realizado, se sugieren las siguientes recomendaciones para la recuperación de la industria manufacturera: Implementación de medidas de apoyo financiero y técnico: Brindar asistencia a las empresas del sector para fortalecer su capacidad de producción, adaptación y resiliencia ante futuras crisis. Promoción de la diversificación productiva: Fomentar la diversificación de la matriz productiva del sector, reduciendo la dependencia de sectores altamente vulnerables a crisis como la pandemia. Fortalecimiento de las cadenas de suministro: Mejorar la eficiencia y resiliencia de las cadenas de suministro para asegurar el acceso a insumos y la distribución de productos terminados. Inversión en investigación y desarrollo: Apoyar el desarrollo de nuevas tecnologías y productos innovadores para aumentar la competitividad del sector en el mercado global.

La implementación de estas medidas contribuirá a la recuperación económica de la industria manufacturera y sentará las bases para un desarrollo sostenible y resiliente en el futuro.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ayala Garcia, Jhorland (2013). Productivity in the Colombian Manufacturing Industry: A Business Cycle Approach.
- Akerberg, D.; Caves, K.; Frazer, G. (2015). "Identification Properties of Recent Production Function Estimators", *Econometrica*, vol. 83, núm. 6, pp. 2411-2451.
- Balat, J., & Casas, C. (2018). Firm Productivity and cities: The Case of Colombia. Borradores de Economía Banco de la República
- Baptista, B., (2016). "Los instrumentos de política de ciencia, tecnología e innovación en América Latina", *El Estado de la Ciencia - Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericanos / Interamericanos*, Edición 2016. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT).
- Barro, Robert and Sala-i-martin, Xavier (1995). *Economic Growth*. McGraw-Hill international editions.
- Bonilla-Mejía, Leonardo y Galvis-Aponte, Luis Armando (2002). Total Factor Productivity Growth in Agriculture: The Case of Colombian Agriculture.
- Cañas, Alberto y Rodríguez, Adolfo (2007). Total Factor Productivity and Technical Efficiency in the Colombian Manufacturing Industry.
- Cassoni, Adriana y Caudill, Steven B. (2003). Sources of Total Factor Productivity Growth: Colombian Manufacturing 1975-1999.
- CEPAL. La economía del conocimiento. Indicadores varios sobre economía del conocimiento. (2008).
- Clavijo, Sergio. (1991). Interrelaciones entre el crecimiento, la productividad y el sector externo: algunas estimaciones y simulaciones para Colombia 1950-1989. *Desarrollo y Sociedad*, 31- 60.
- Crespi. Gustavo y Stein, Ernesto (2017). Total Factor Productivity: Evidence for Latin America.

- Echavarría, J. (1990). Cambio técnico, inversión y reestructuración industrial en Colombia. . Coyuntura Económica, 103-126.
- Echavarría, J., Arbeláez, M., & Rosales, M. (2006). La Productividad y sus Determinantes: El caso de la Industria Colombiana. . Borradores de Economía 374.
- Enríquez, I. (2016). “Las teorías del crecimiento económico: notas críticas para incursionar en un debate inconcluso”, LAJED N.º 25, mayo 2016, 73- 125.
- Eslava, M., Haltiwanger, A., Kugler, A., & Kugler, M. (2004). The Effects of structural reforms on productivity and profitability enhancing reallocation: evidence from Colombia. Journal of Development Economics, 333-371.
- Eslava, M, y Meléndez, M. (2009). ¿Cómo los grupos de interés influyen sobre las políticas de productividad? Bogotá: Alfaomega.
- Galindo, M., Ribeiro, D., y Méndez, M. (2012). “Innovación y crecimiento económico: Factores que estimulan la innovación”, Cuadernos de Gestión Vol. 12. Especial Innovación (Año 2012), 51-58.
- Färe, R., S. Grosskopf, and D. Margaritis. 2008. “Efficiency and Productivity: Malmquist and More”. In H. O. Fried, C. A. Knox Lovell, and S. S. Schmidt (Eds.). 2008. “The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth”, Oxford University Press, NY.
- Iregui, A., Melo, Ligia, y Ramírez, M. (2006). Productividad regional y sectorial en Colombia: un análisis utilizando datos panel. Ensayos Sobre Política Económica, 18-65.
- Iregui, Ana y Melo, Ligia Melo (2011). Total Factor Productivity in the Colombian Manufacturing Industry: A Panel Data Analysis.
- Levinsohn, J., and Petrin, A. (2003). Estimating production functions using inputs to control for unobservables. Review of economic studies 70, 317-341
- Mankiw, N. G. 2014. Macroeconomía cuarta edición. Cengage Learning.

- Medina, P., Melendez, M., & Seim, K. (2002). Productivity Dynamics of the Colombian Manufacturing Sector. CEDE Universidad de los Andes
- Ocampo, J. A. (Compilador). Historia Económica de Colombia. T.M Editores. Fedesarrollo. Cuarta Edición (1994); quinta reimpresión (1999).
- Olley, S., & Pakes, A. (1996). The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry. . *Econometrica* Vol. 64, No. 6, 1263-1297
- Rodríguez, Cesar y Vargas, Carlos (2016). Productivity Growth in Latin American Manufacturing: The Importance of the International Environment and Local Conditions.
- Sala-i-Martin, X. (2002). Apuntes de crecimiento económico (2ª ed.). Antoni Bosch Editor.
- Solow, R. (1957). Technical change and the aggregate production function. *Review of economics and statistics*, 312-320.
- Van Beveren, I. (2007). Total factor productivity estimation: A practical review. LICOS Discussion Papers.
- Wooldridge, J. (2009). "On Estimating firm-level Production Function using Proxy Variables to Control for Unobservables", *Economics Letters*, vol. 104, núm. 3, pp. 112-114
- Zuleta, L. (1996). Reestructuración y competitividad de la cadena textil-confecciones en Colombia. Bogotá: ", El crecimiento de la productividad en Colombia: resultados del estudio nacional sobre determinantes del crecimiento de la productividad, Colciencias y FONADE