



Documentos de trabajo

Economía y Finanzas

N° 20-10

2020

**Una estimación de la Productividad Total
Factorial en Colombia a nivel de departamentos
y divisiones industriales**

Mateo Rivera, Alejandro Torres.

Una estimación de la Productividad Total Factorial en Colombia a nivel de departamentos y divisiones industriales

Mateo Andrés Rivera-Arbeláez[♦]

Alejandro Torres-García^{*}

Marzo 11 de 2020

Resumen

Este trabajo realiza una estimación de la Productividad Total Factorial para 11 departamentos y 20 divisiones industriales en Colombia durante el período 2012-2016, utilizando información de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE y usando el método semi-paramétrico propuesto por Levinsohn y Petrin (2003) para este fin. Los resultados muestran que los departamentos de Bolívar, Bogotá, Cundinamarca y Antioquia presentaron niveles de productividad superiores a la media nacional, mientras Valle del Cauca, Cauca y Tolima, fueron los de más bajo desempeño. En cuanto a sectores industriales, se destacan los altos niveles de productividad en la producción de farmacéuticos y sustancias químicas medicinales; aparatos y equipo eléctrico y fabricación de sustancias y productos químicos. Por el contrario, sectores tradicionales como fabricación de productos textiles, elaboración de alimentos, productos metalúrgicos básicos y elaboración de bebidas, presentaron bajos niveles de productividad, comparado con la media nacional. Estos resultados ponen de relieve la importancia de desarrollar políticas públicas focalizadas en aquellos sectores promisorios y regiones más relegadas, como manera de impulsar el desarrollo industrial y cerrar las brechas de ingresos y calidad de vida entre regiones.

Palabras claves: *productividad total factorial, función de producción, industria manufacturera.*

Los conceptos expresados en este documento de trabajo son responsabilidad exclusiva de los autores y en nada comprometen a la Universidad EAFIT ni al Centro de Investigaciones Económicas y Financieras (CIEF). Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido citando siempre la fuente.

[♦] Magíster en Economía Aplicada. Universidad EAFIT. Correo electrónico: mariveraa@eafit.edu.co

^{*} Grupo de investigación en economía y empresa. Autor de correspondencia. Profesor Departamento de Economía. Escuela de Economía y Finanzas. Universidad EAFIT. Correo electrónico: atorres7@eafit.edu.co. Dirección: Cra 49, 7 sur 50. Bloque 26, of 218.

An estimate of Total Factor Productivity in Colombia at the level of departments and industrial divisions

March, 11th of 2020

Abstract

In this paper, we estimate the Total Factor Productivity (TFP) for 11 departments and 20 industrial divisions in Colombia during the period 2012-2016. To this end, we employ a semiparametric method proposed by Levinsohn and Petrin (2003), using official information of the Encuesta Anual Manufacturera –EAM (Annual Manufacturing Survey), which considers microdata information of most Colombian manufacturing firms. The departments of Bolivar, Bogotá, Cundinamarca and Antioquia exhibits the higher productivity growth during the period, in contrast with Valle del Cauca, Cauca and Tolima, which shows the lowest performance. In terms of industrial divisions, it stands out the Manufacture of pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products; Manufacture of chemicals and chemical products and Manufacture of electrical equipment; while traditional sectors as Manufacture of food products, beverages and textiles reports the lower productivity growth levels. This results remarks the importance to implement policies that helps to improve the industrial performance of some strategic sectors as a way to close the income gap between regions.

Keywords: *total factor productivity, manufacturing sector, production function, semiparametric estimation.*

JEL classification: D24, C14, L6.

1. Introducción

La Productividad Total Factorial (PTF) puede entenderse como una medida de la eficiencia con la cual una economía combina los distintos factores de producción a su disposición (capital y trabajo) para obtener un determinado nivel de producto, y su dinámica condiciona en gran medida la capacidad de crecimiento de un país, remarcando de esta manera la importancia de comprender sus dinámicas y determinantes.

Sin embargo, una de las grandes dificultades al momento de abordar cualquier estudio relacionado con esta variable es la posibilidad de medirla de manera adecuada, especialmente a nivel agregado. En efecto, debido a la gran heterogeneidad en materia de los insumos utilizados en cada empresa o sector productivo de una economía, sus técnicas, procesos y tecnologías, y los productos obtenidos, no es posible realizar una medición simple y exacta de esta variable, de tal forma que se han desarrollado diferentes técnicas econométricas para su medición, todas ellas tomando como marco de referencia general la estimación de una función de producción neoclásica, donde la PTF se calcula como aquella parte del crecimiento de la producción que no puede explicarse por el crecimiento de los demás factores productivos (el llamado Residuo de Solow).

En el caso colombiano, los estudios pioneros en este sentido son los de Clavijo (1990, 1991, 2003) y Echavarría, (1990) quienes realizan estimaciones de la PTF a nivel agregado. Sin embargo, estudios más recientes buscan superar el problema de la heterogeneidad a partir del cálculo de la PTF a partir de unidades de análisis más homogéneas, por ejemplo, sectores económicos. En este sentido, se destacan los trabajos de Chica (1996), Cárdenas (1996), Corchuelo (1996) y Zuleta (1996). Más recientemente, se han aprovechado de manera intensiva los datos obtenidos en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) construida por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia (DANE), para realizar mediciones a nivel de empresas y/o subsectores industriales. Ejemplos de estos son los trabajos de Medina, Meléndez y Seim (2002), Echavarría, Arbeláez y Rosales (2006), Eslava *et al.* (2004), Eslava (2013); y Eslava y Haltiwanger (2014, 2016).

Ahora bien, aunque es válido pensar que la PTF varía entre regiones o departamentos debido no sólo a la estructura productiva de cada uno de ellos, sino además por las diferentes

condiciones que definen el territorio, la dimensión espacial es aún marginal en estos estudios, siendo la excepción los trabajos de Iregui *et al*, (2006), Eslava y Meléndez (2009) y Balat y Casas, (2018). Por esta razón, el objetivo de este trabajo es continuar avanzando en este tipo de análisis, calculando la PTF para Colombia para 11 departamentos y 20 divisiones industriales haciendo uso de los datos de la EAM y procesándolos con la metodología de estimación propuesta por Levinsohn y Petrin (2003). Con el fin de evitar pérdida de información y minimizar su manipulación, se usará información entre 2012-2016, ya que esta se encuentra disponible en la misma versión de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU-4), de tal forma que no se hace necesario su empalme o reclasificación para combinarla con datos de años anteriores.

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten establecer tres conclusiones. En primer lugar, la gran mayoría de departamentos y divisiones presentan rendimientos decrecientes a escala con las excepciones de Caldas, Norte de Santander, y Tolima, y las divisiones de elaboración de bebidas, transformación y fabricación de productos de caucho, impresión y producción de copias, productos metalúrgicos básicos, vehículos automotores y remolques, y otros tipos de vehículos de transporte.

En segundo lugar, tanto a nivel de divisiones industriales como en los departamentos, predomina el aporte a la producción del factor trabajo sobre el capital. Finalmente, se aprecia que durante el período de análisis se aprecian tasas de crecimiento positivas de la PTF, tanto a nivel departamental como por divisiones industriales, sin embargo, se observa una alta heterogeneidad entre los grupos de análisis, lo que valida la importancia de realizar mediciones desagregadas como propone este trabajo. Se evidencia que los departamentos de Bolívar, Bogotá D.C¹, Antioquia y Cundinamarca presentan los mayores niveles de productividad en el período respecto a la media nacional, mientras a nivel de divisiones industriales se destacan los casos de productos farmacéuticos y sustancias medicinales, aparatos y equipos eléctricos y fabricación de sustancias y productos químicos.

El documento está dividido en seis secciones adicionales a este inciso. En la segunda parte se presenta una definición del concepto de productividad y su estimación. A continuación, se

¹ En la Encuesta Anual Manufacturera se realiza una diferenciación a nivel departamental, incluyendo en esta el caso de Bogotá, que además es considerado de manera independiente a Cundinamarca. Por esta razón, se hará referencia en el texto a Bogotá D.C. como un “departamento”, reconociendo que jurídicamente esto no es equivalente.

realiza una revisión de las estimaciones de la PTF en Colombia. En la cuarta sección se aborda la metodología usada en este trabajo para su medición y los datos usados. En la quinta sección se discuten los resultados obtenidos a nivel de divisiones industriales y por departamentos. Finalmente se concluye.

2. El concepto de productividad y su medición

La productividad es la relación entre la producción real y la cantidad de factores utilizados en el proceso productivo. Puede considerarse entonces como un indicador de la eficiencia en el uso de los recursos productivos (McConnell & Brue, 1997, p.458). De una manera simplificada esta puede representarse como:

$$Productividad = \frac{Producción}{Cantidad\ utilizada\ de\ factores} \quad (1)$$

Suponiendo que la producción sólo usa trabajo como insumo, la expresión anterior permite calcular la productividad media del trabajo, factor determinante en gran medida de la evolución, por ejemplo, de los salarios reales (McConnell y Brue, 1997). Sin embargo, cuando se consideran más de un factor de producción, el cálculo se hace más complejo y debe calcularse en su lugar la PTF, que recoge las mejoras conjuntas de productividad de todos los factores productivos.

Los orígenes de la PTF se remontan al trabajo de Solow (1957), donde se expresa la producción en función del capital y el trabajo, incluyendo además un multiplicador que Solow llamó cambio técnico, el cual depende del tiempo. Solow (1957), utiliza como referencia una función de producción neoclásica, que permite expresar la producción en función del capital y del trabajo. De igual manera se puede incluir el cambio técnico, así:

$$Y = A(t)f(K, L) \quad (2)$$

Donde Y es la producción; A es el factor de cambio técnico; K es el capital físico utilizado en la producción y L es la cantidad de trabajo. Usualmente la forma funcional asumida en la función de producción es del tipo Cobb-Douglas, debido a su simplicidad matemática y el cumplimiento de las propiedades neoclásicas:

$$Y_{it} = A_{it}K_{it}^{\beta_k}L_{it}^{\beta_l} \quad (3)$$

En esta expresión se incluye el subíndice i a fin de considerar la posibilidad de tener diferentes funciones dependiendo del número de unidades productivas analizadas. Por su parte, los exponentes β_k y β_l corresponden a las elasticidades parciales de la producción respecto al capital y al trabajo o, de manera equivalente, la participación de cada factor de producción en el producto total.

Ahora bien, tanto las cantidades producidas como las usadas de cada factor de producción pueden ser observadas empíricamente, contrario a lo que ocurre con A_{it} , siendo esta la principal dificultad al momento de calcular el valor de la PTF. Para superar este inconveniente, la función de producción se puede linealizar, obteniéndose la siguiente expresión:

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

De tal manera que:

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

Los términos β_0 y ε_{it} resultan bastante importantes en el análisis de la función de producción por su interpretación teórica. Por una parte, β_0 mide la eficiencia media entre las firmas y a través del tiempo, mientras que ε_{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, ω_{it} que corresponde a la productividad de cada unidad productiva y u_{it} corresponde a la desviación de cada unidad con respecto a la media debido a errores de medición o circunstancias externas (Van Beveren, 2007).

El cálculo de la productividad se puede obtener entonces de manera empírica a través de la expresión:

$$\hat{\omega}_{it} = \ln Y_{it} - \hat{\beta}_k \ln K_{it} - \hat{\beta}_l \ln L_{it} \quad (6)$$

La correcta estimación de los valores de β_k y β_l es clave para obtener una buena medición de la PTF, sin embargo, la dificultad radica en la existencia de un problema de simultaneidad entre las variables utilizadas. Para superar este inconveniente se han desarrollado diferentes métodos, entre los que se destacan los propuestos por Olley y Pakes (1996), Levinsohn y Petrin (2003) y Akerberg, Caves y Frazer (2015).

En este trabajo se usará para la estimación el método de Levinsohn y Petrin (2003), ya que presenta una serie de ventajas respecto a los anteriores. En el caso de Olley y Pakes (2003), se propone la corrección del problema de simultaneidad utilizando como variable intermedia la inversión, sin embargo, en los casos en que se reporta una gran cantidad de valores nulos de esta variable en la muestra (como ocurre en el caso de la EAM para Colombia), estos deben ser eliminados, reduciendo significativamente la muestra. En su lugar, la metodología de Levinson y Petrin propone el uso del consumo intermedio, variable generalmente disponible, lo que permite usar una muestra más amplia para la estimación.

En el caso de la metodología de Akerberg y Frazer (2015), la principal limitación está asociada a las dificultades en su implementación por ser un método relativamente reciente, además que su aplicación empírica ha sido muy limitada, dificultando la posibilidad de comparabilidad con estudios anteriores.

3. Estimaciones de la productividad en Colombia

Una primera generación de estudios en Colombia realizó estimaciones de la PTF a partir de datos agregados (Clavijo, 1990; 1991; 2003; Echavarría, 1990). Sin embargo, estudios más recientes se han concentrado en calcular la PTF usando la EAM, debido a la amplia disponibilidad de empresas y sus características. Se destaca en este sentido el de Medina, Meléndez y Seim (2002), que estima la productividad de la industria manufacturera entre los años 1997 y 1999 utilizando la demanda de insumos intermedios como *proxy* del componente no observable de la productividad, aunque sus resultados son limitados ya que usan estimaciones por Mínimos Cuadrados Ordinarios.

Echavarría, Arbeláez y Rosales (2006), calcula la productividad de la industria en Colombia mediante el uso de una estimación semiparamétrica con base en la metodología de Levinsohn y Petrin (2004), para el periodo 1981-2002. Sus resultados muestran que en la década de 1980 la productividad multifactorial fue relativamente estable, mientras fue creciente a partir de la década de 1990, lo que asocia a los cambios y reformas adoptadas en este periodo en el país.

Por su parte, Iregui *et al* (2006) realiza una estimación de la PTF y las elasticidades de los factores de la industria manufacturera en Colombia entre 1975-2000 para 18 sectores

industriales, mediante el método de datos de panel y cointegración en panel. Los resultados muestran una alta elasticidad para el trabajo (0,85) y baja para el capital (0,15). A nivel sectorial, encuentran que los sectores más productivos son el de bebidas, fabricación de sustancias químicas industriales y fabricación de papel y productos de papel.

Los estudios realizados por Eslava y otros autores son bastante influyentes en esta literatura. Específicamente, Eslava *et al.* (2004) realiza una estimación de la PTF utilizando variables instrumentales para los años 1982-1998. Encuentra una variación positiva de la PTF de entre el 0,25% y el 4,6% para los años posteriores a la apertura comercial de 1994, lo cuales se mantienen en los años posteriores. Este incremento en la productividad se puede explicar en gran medida a la migración hacia actividades más productivas como resultado de las reformas ocasionadas por el mercado.

Por su parte, Eslava (2013), utilizando datos a nivel de la firma, mide el impacto de la política pública sobre la productividad. Afirma que una mayor homogeneidad de los aranceles como resultado de la apertura comercial, generó mayores niveles de productividad en la industria manufacturera dado un nuevo escenario marcado por una alta competencia. Sin embargo, Eslava y Meléndez (2009) afirman que hay evidencia de que para el caso de Colombia las políticas focalizadas no han beneficiado a los sectores más eficientes en términos de productividad, sino que, por el contrario, se les ha dado prioridad a los departamentos con mayor capacidad electoral y poder en función de su representación a nivel gremial.

Eslava y Haltiwanger (2014), identifican que tanto para el caso de Colombia como para Estados Unidos las empresas con menos años son las que tienen una mayor capacidad de crecimiento, dado que tienden a invertir más lo cual se verá reflejado en mayores niveles de productividad. Eslava y Haltiwanger (2016), afirma que el crecimiento de la productividad está explicado en mayor medida por los esfuerzos a nivel interno de las organizaciones en función de una mayor participación en el mercado, lo cual incentiva a las firmas a mejorar sus procesos productivos mediante la inversión en aspectos relacionados con ciencia, tecnología e innovación. Lo anterior se logra mediante el establecimiento de alianzas con el sector académico con el fin de fortalecer el talento humano, para de esta manera promover estrategias de desarrollo sostenibles en el largo plazo y adaptarse a los contextos globales de las diferentes industrias.

Finalmente, Balat y Casas (2018) analiza la relación entre las diferentes características de las ciudades respecto a la productividad de las firmas manufactureras. En esta línea, concluye que el tamaño de la ciudad no impacta el nivel de la productividad de las firmas manufactureras. No obstante, sí encuentran evidencia en cuanto a economías de ubicación, es decir, la especialización de una ciudad en una actividad determinada sí tiene un efecto positivo sobre la productividad, mientras que la heterogeneidad en la industria tiende a reducir la productividad. Otras variables como el desempeño fiscal, la calidad de la educación y la criminalidad tienen igualmente un efecto significativo en la productividad de las firmas manufactureras.

4. Estimación de la productividad a nivel departamental y sectorial

Como se mencionó anteriormente, el cálculo de la PTF puede obtenerse a partir de la ecuación (5), luego de estimar los parámetros asociados a la función de producción linealizada expresada en (4). En principio, aunque la estimación de los parámetros de la función de producción podría realizarse a través de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), este método resulta inconveniente debido a los problemas de simultaneidad en las variables utilizadas, derivados de la eventual correlación entre los niveles utilizados de factores de producción y los choques de productividad. Por ejemplo, en el caso en el que se presenten choques de productividad positivos, las empresas tendrán incentivos para aumentar el uso de los factores productivos, de tal manera que los estimadores calculados a través de MCO estarán sesgados, al igual que los cálculos de la productividad.

Aunque se han planteado diferentes soluciones a este problema, los métodos actualmente más aceptados consideran el uso de técnicas semiparamétricas, como los propuestos por Olley y Pakes (1996), y Levinsohn y Petrin (2003). El primero propone el uso de la inversión como una variable *proxy* para controlar la correlación entre la utilización de factores productivos y los choques no observados de productividad. Levinsohn y Petrin (2003), por su parte, propone una alternativa a este método, argumentando que la variable *proxy* de inversión es válida solamente para los establecimientos con valores diferentes a cero en esta variable, lo que puede reducir significativamente el tamaño de la muestra a usar, proponiendo en su lugar la utilización de los

bienes de consumo intermedio. Tomando en cuenta las características de la muestra a usar y su amplio uso en la literatura, en este trabajo seguiremos el segundo método.

Como fuente estadística se utilizaron los microdatos de la EAM entre los años 2012 y 2016. Es importante aclarar que, si bien existen datos para años anteriores, se presentan una serie de inconvenientes metodológicos relacionados, en una primera instancia, con la CIU utilizada, ya que a partir del año 2012 la EAM se encuentra en CIU-4, mientras en los años anteriores se encuentran en CIU-3 y CIU-2, lo cual dificulta de la homologación entre los diferentes establecimientos. En segunda instancia, los deflatores requeridos no se encuentran disponibles para años anteriores al 2005 al nivel de desagregación requerido². Pese a los inconvenientes mencionados la EAM es una fuente de información bastante completa, en el sentido que contiene datos de tipo censal, dentro de los cuales se incluyen todos los establecimientos industriales diferentes de micro establecimientos y el período de tiempo y número de individuos estudiados es lo suficientemente amplio para obtener estimadores confiables.

Las variables utilizadas para el cálculo de la PTF fueron: el valor agregado (como *proxy* de la producción); el valor de los activos fijos (*proxy* del capital) y los salarios (costos y gastos generados por el personal ocupado), haciendo distinción entre los trabajadores administrativos y directivos (*white collar*) y obreros (*blue collar*). Finalmente, se usa el consumo intermedio para controlar por posibles choques de productividad, tal como lo propone la metodología elegida.

Dada la heterogeneidad asociada a las diferentes actividades manufactureras y departamentos analizados, el análisis de los resultados de la PTF requiere realizar una normalización de los valores obtenidos. Así, se proponen dos alternativas de normalización: en el primer caso, se normalizan las productividades de cada unidad de observación (departamentos y divisiones industriales) respecto a la PTF nacional, así:

² Para deflactar las series utilizadas, se tuvo en cuenta que en Colombia no se encuentran disponibles deflatores desagregados por departamentos a nivel de las diferentes industrias. De acuerdo con lo anterior, se utilizó el índice de producción real de la industria manufacturera del Banco de la Republica. Este tiene en cuenta las diferencias entre las industrias, lo que sirve como un *proxy* de las diferencias a nivel departamental, ya que permite diferenciar las divisiones industriales a tres dígitos. Por consiguiente, se utilizaron los índices correspondientes para cada división para convertir a precios constantes con año base 2012 los activos fijos y valor agregado. En lo referente al deflactor del consumo intermedio, se utilizó la matriz insumo-producto del DANE. Para el caso de los salarios se usó el índice de precios al consumidor.

$$Ve_{it} = \frac{PTF_{it}}{\overline{PTF}_{Tt}}$$

Donde:

Ve_{it} es el puntaje estandarizado de la productividad total factorial del departamento o división i en el año t .

PTF_{it} es la Productividad Total Factorial del departamento o división i en el año t .

\overline{PTF}_{Tt} es la Productividad Total Factorial nacional en el año t .

De tal forma que el índice obtenido puede interpretarse como el número de veces que un departamento supera la productividad nacional. Ahora bien, puede resultar inconveniente comparar la productividad de un departamento específico respecto a la nacional debido a que su estructura productiva puede diferir respecto a la del país. Por esta razón, en un segundo caso se calculó la productividad departamental y la nacional considerando exclusivamente aquellas divisiones industriales existentes en el departamento analizado. La PTF nacional obtenida por esta vía se denominó la “productividad sintética” y se usó para obtener una segunda alternativa de normalización.

Aunque la EAM posee información para 23 de los 32 departamentos del país, se realizarán estimaciones de la PTF sólo para aquellos departamentos con más de 100 establecimientos, criterio que cumplen 11 de ellos según aparece reportado en la Tabla 1. Con esta decisión se pretende evitar resultados sesgados a favor de aquellos departamentos con un número de observaciones limitado³.

En efecto, se evidencia la alta concentración de la actividad manufacturera en un número limitado de departamentos (Tabla 1), destacándose los casos de Bogotá (36% de los establecimientos industriales en promedio entre 2012-16), Antioquia (21%), Valle del Cauca (13%), Cundinamarca (7%) y Santander (4.3%). En un segundo orden se encuentran los departamentos de Atlántico, Risaralda, Caldas, Bolívar, Norte de Santander y Tolima, donde el

³ Un criterio más técnico y que se consideró inicialmente para realizar esta selección fue incluir aquellos departamentos con un número de establecimientos superior a la media (397 establecimientos). Sin embargo, esto lo cumplen sólo 5 de ellos: Antioquia, Bogotá, Cundinamarca, Santander y Valle del Cauca, lo que limita considerablemente la muestra y la intención del ejercicio.

total de establecimientos está en un rango entre 109 y 352 establecimientos industriales, representando entre el 1% y 4% del total. Finalmente, se encuentran aquellos departamentos (Resto) en los cuales hay menos de 100 establecimientos, entre los que se encuentran Cauca, Boyacá, Meta, Quindío, Huila, Magdalena, Nariño, Cesar, Córdoba, Sucre, Vichada y Casanare.

Tabla 1: Número de establecimientos industriales por departamento en Colombia

Departamento	2012	2013	2014	2015	2016	Promedio período	Participación promedio
Bogotá	3547	3423	3301	3188	2904	3273	36,20%
Antioquia	1955	1966	1944	1886	1809	1912	21,15%
Valle del Cauca	1224	1228	1195	1169	1067	1177	13,02%
Cundinamarca	580	641	636	632	631	624	6,90%
Santander	400	404	389	375	368	387	4,28%
Atlántico	370	384	375	359	343	366	4,05%
Risaralda	206	200	191	188	175	192	2,12%
Caldas	157	161	156	156	143	155	1,71%
Bolívar	137	134	142	137	129	136	1,50%
Norte de Santander	136	135	126	130	119	129	1,43%
Tolima	112	114	115	118	102	112	1,24%
Resto	582	578	584	582	561	577	6,39%
	9406	9368	9154	8920	8351	9040	

Fuente: cálculos propios con base en EAM-DANE

Al observar la distribución de la producción manufacturera, los datos ratifican la alta concentración espacial de esta actividad (Tabla 2), de tal forma que Bogotá, Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca aportan aproximadamente un 71% de la producción total en promedio.

En un segundo orden se encuentran Santander, Atlántico, Risaralda, Caldas, Bolívar, Norte de Santander y Tolima los cuales tienen una participación de un 18,5% en el total de la producción manufacturera. Los 12 departamentos restantes de manera conjunta representan aproximadamente un 10% de la producción total.

Tabla 2 Participación de los departamentos en la producción manufacturera

Departamento	2012	2013	2014	2015	2016	Participación promedio
Bogotá	22,79%	21,19%	19,70%	19,03%	20,28%	20,60%
Antioquia	19,46%	19,76%	20,65%	19,70%	20,40%	19,99%
Valle del Cauca	16,16%	15,79%	15,84%	16,41%	16,62%	16,16%
Cundinamarca	13,76%	14,57%	14,84%	15,18%	13,99%	14,47%
Santander	2,55%	2,55%	2,65%	2,63%	2,18%	2,51%
Atlántico	6,59%	7,14%	7,21%	7,70%	6,74%	7,08%
Risaralda	1,66%	1,82%	1,75%	1,77%	1,53%	1,70%
Caldas	1,73%	1,89%	1,72%	1,88%	1,99%	1,84%
Bolívar	3,21%	3,03%	3,10%	3,02%	4,56%	3,38%
Norte de Santander	0,59%	0,42%	0,42%	0,51%	0,35%	0,46%
Tolima	1,47%	1,56%	1,60%	1,58%	1,35%	1,51%
Resto	10,04%	10,27%	10,53%	10,60%	10,02%	10,29%

Fuente cálculos propios con base en EAM-DANE

A nivel de divisiones industriales, se analizaron 20 de ellas (Tabla 3), excluyendo las relacionadas con la industria petrolera y sus derivados, debido a que su dinámica se encuentra

altamente distorsionada por el comportamiento internacional de los precios del crudo. Se evidencia una disminución de 869 establecimientos entre los años 2012 y 2016, equivalentes al 9,4% del total de la muestra. La división más representativa en cuanto a número de establecimientos es la de elaboración de productos alimenticios (División 10), con una participación del 17,91% en el total, seguida de las actividades relacionadas con la industria de confecciones de prendas de vestir (División 14), con un 11,02% de los establecimientos industriales. En un tercer lugar se encuentra la fabricación de productos de caucho y de plástico (División 22), con un 8,12% de los establecimientos industriales.

Tabla 3. Número de establecimientos industriales por divisiones industriales en Colombia CIU (Rev-4)

División	Descripción	2012	2013	2014	2015	2016	Promedio período	Participación promedio
10	Elaboración de productos alimenticios	1631	1663	1640	1612	1537	1637	17,91%
11	Elaboración de bebidas	92	98	95	93	124	95	1,03%
13	Productos textiles	301	304	287	278	283	293	3,20%
14	Confección de prendas de vestir	1039	1030	998	962	894	1007	11,02%
15	Fabricación de calzado y cuero	342	345	322	306	363	329	3,60%
16	Transformación madera y fabricación productos de corcho	188	179	198	190	179	189	2,07%
17	Papel, cartón y productos de papel y cartón	147	148	136	131	143	141	1,54%
18	Impresión y de producción de copias	489	534	537	514	437	519	5,67%
20	Fabricación de sustancias y productos químicos	544	587	569	557	561	564	6,17%
21	Farmacéuticos y sustancias químicas medicinales	207	213	209	206	200	209	2,28%
22	Fabricación de productos de caucho y de plástico	749	761	742	717	689	742	8,12%
23	Otros productos minerales no metálicos	491	489	512	471	498	491	5,37%
24	Productos metalúrgicos básicos	166	169	168	173	172	169	1,85%
25	Productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	721	720	705	676	630	706	7,72%
27	Aparatos y equipo eléctrico	175	182	172	171	183	175	1,91%
28	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.	512	532	506	492	413	511	5,59%
29	Vehículos automotores, remolques y semirremolques	184	197	189	172	176	186	2,03%
30	Otros tipos de equipo de transporte	36	32	35	31	30	34	0,37%
31	Muebles, colchones y somieres	475	480	424	397	366	444	4,86%
32	Otras industrias manufactureras	713	693	673	733	455	703	7,69%
Total establecimientos		9202	9356	9117	8882	8333	9139	

Fuente cálculos propios con base en EAM-DANE

Finalmente, en cuanto a la participación de las divisiones industriales sobre el total de la producción, los datos muestran (Tabla 4) que la estructura productiva nacional se encuentra altamente concentrada en las divisiones de elaboración de productos alimenticios, otras industrias y fabricación de sustancias y productos químicos, con un 48,9% de la producción promedio anual. En un segundo plano se encuentran las divisiones otros productos minerales no metálicos, farmacéuticos y sustancias químicas medicinales, elaboración de bebidas, confección de prendas de vestir y fabricación de productos de caucho y plástico, con una participación aproximada de un 28%.

Tabla 4 Participación de las divisiones industriales en la producción manufacturera

División	Descripción	2012	2013	2014	2015	2016	Participación promedio
10	Elaboración de productos alimenticios	23,22%	21,64%	20,84%	21,13%	22,98%	21,96%
32	Otras industrias manufactureras	14,97%	18,19%	19,11%	19,31%	5,03%	15,32%
20	Fabricación de sustancias y productos químicos	11,29%	10,65%	10,69%	10,87%	14,29%	11,56%
23	Otros productos minerales no metálicos	9,30%	6,92%	6,87%	6,52%	6,68%	7,26%
21	Farmacéuticos y sustancias químicas medicinales	4,72%	6,13%	6,08%	7,02%	7,22%	6,23%
11	Elaboración de bebidas	5,56%	4,84%	3,42%	3,16%	7,30%	4,86%
14	Confección de prendas de vestir	3,98%	4,47%	5,16%	4,85%	5,69%	4,83%
22	Fabricación de productos de caucho y de plástico	4,80%	4,58%	4,62%	4,57%	5,52%	4,82%
17	Papel, cartón y productos de papel y cartón	3,01%	3,45%	3,49%	3,66%	4,20%	3,56%
24	Productos metalúrgicos básicos	2,59%	3,01%	3,19%	3,06%	3,32%	3,03%
25	Productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	2,89%	2,90%	2,91%	2,80%	2,53%	2,81%
13	Productos textiles	2,21%	2,49%	2,41%	2,36%	2,71%	2,44%
29	Vehículos automotores, remolques y semirremolques	2,69%	1,85%	1,94%	2,11%	2,99%	2,32%
18	Impresión y de producción de copias	1,77%	2,23%	2,60%	2,29%	2,12%	2,20%
28	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.	1,61%	1,61%	1,71%	1,65%	1,71%	1,66%
27	Aparatos y equipo eléctrico	1,44%	1,35%	1,29%	1,28%	2,02%	1,47%
31	Muebles, colchones y somieres	1,53%	1,54%	1,40%	1,34%	1,38%	1,44%
15	Fabricación de calzado y cuero	0,95%	0,94%	0,93%	0,87%	1,06%	0,95%
16	Transformación madera y fabricación productos de corcho	0,58%	0,75%	0,97%	0,90%	0,98%	0,84%
30	Otros tipos de equipo de transporte	0,90%	0,45%	0,36%	0,27%	0,27%	0,45%

Fuente cálculos propios con base en EAM-DANE

5. Resultados

5.1. Productividad nacional y departamental

Para calcular la PTF se estimaron inicialmente los parámetros asociados a la función de producción de cada departamento, presentados en la Tabla 5. Específicamente, allí se reporta: el valor del coeficiente estimado para cada factor productivo, su error estándar y p-valor⁴. Además, la suma de los estimadores calculados, con el fin de verificar la existencia de rendimientos constantes (RTS=1), crecientes (RTS>1) o decrecientes (RTS<1) a escala, y el estadístico de Wald asociado, 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, 2012-2016

Departamentos	White collar	Blue collar	Activos fijos	RTS	Observaciones	Wald Test
Nacional	0,307*** 0,003	0,277*** 0,013	0,299*** 0,016	0,883	41523	0,0000
Antioquia	0,305*** 0,010	0,318*** 0,036	0,237*** 0,021	0,860	8824	0,0000
Atlántico	0,370*** 0,027	0,210*** 0,075	0,306*** 0,091	0,886	1748	0,0000
Bogotá	0,347*** 0,012	0,263*** 0,022	0,225*** 0,011	0,835	14711	0,0000
Bolívar	0,411*** 0,092	0,0262 0,069	0,369*** 0,088	0,806	648	0,0004
Caldas	0,336*** 0,048	0,297*** 0,048	0,332*** 0,060	0,965	675	0,3239
Cundinamarca	0,276*** 0,032	0,166*** 0,029	0,395*** 0,056	0,837	2973	0,0072
Norte de Santander	0,217* 0,070	0,408*** 0,123	0,258*** 0,079	0,884	605	0,3670
Risaralda	0,166*** 0,061	0,289*** 0,050	0,436*** 0,041	0,891	914	0,0003
Santander	0,229*** 0,024	0,345*** 0,026	0,340*** 0,035	0,914	1770	0,0077
Tolima	0,136 0,117	0,337*** 0,076	0,530*** 0,085	1,003	494	0,9859
Valle del Cauca	0,302*** 0,017	0,307*** 0,017	0,325*** 0,026	0,934	5407	0,0000

⁴ Si bien se reportan los *t*-estadísticos y *p*-valores de los coeficientes estimados para dar mayor claridad al lector al momento de analizar los resultados, es importante mencionar que, dado el carácter censal de los datos de la EAM, estos criterios no son necesarios y la no significancia estadística no tiene mayores implicaciones en cuanto a la relevancia del valor estimado.

Fuente cálculos propios con base en EAM-DANE. Los errores estándar se presentan en la parte inferior del coeficiente estimado. Se reportan los p-valores al 1% (***), 5% (**) y 10% (*). Se reporta igualmente el p-valor para el estadístico de Wald, donde la hipótesis nula es la existencia de rendimientos constantes a escala.

En general, los coeficientes estimados son estadísticamente significativos en todos los casos, exceptuando el trabajo obrero (*blue collar*) en Bolívar, y administrativo (*white Collar*) en Tolima. 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 Caldas, Norte de Santander y Tolima, donde no se rechaza la hipótesis nula asociada.

A partir de estos resultados es posible calcular los valores de la PTF a nivel departamental y nacional. Para analizarlos, se calcularon las tasas de crecimiento promedio (Grafico 1) para el período, y los valores normalizados tomando en cuenta la PTF nacional (Tabla 6) y la productividad nacional equivalente utilizando los mismos sectores industriales (sintético nacional) existentes en cada departamento (Tabla 7).

Tabla 6. Índice de Productividad Total Factorial departamental y valor normalizado por productividad nacional (ponderado por establecimientos)

Departamentos	Índice PTF					Índice Normalizado por Total Nacional					Promedio Valores Normalizados
	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	
Antioquia	25,29	27,81	29,94	32,18	32,55	1,28	1,4	1,4	1,45	1,39	1,38
Atlántico	17,91	18,53	20,97	22,41	21,05	0,91	0,93	0,98	1,01	0,9	0,95
Bogotá	32,98	34,68	36,15	37,62	41,29	1,67	1,74	1,7	1,7	1,76	1,71
Bolívar	49,14	48,11	52,08	47,11	62,25	2,49	2,42	2,44	2,12	2,65	2,43
Caldas	6,28	5,59	6,11	6,01	7,08	0,32	0,28	0,29	0,27	0,3	0,29
Cundinamarca	32,99	31,74	33,18	38,27	34,82	1,67	1,59	1,56	1,73	1,48	1,61
Norte de Santander	15,75	14,95	15,65	17,75	18,78	0,8	0,75	0,73	0,8	0,8	0,78
Risaralda	14,01	14,65	13,82	14,6	14,09	0,71	0,74	0,65	0,66	0,6	0,67
Santander	11,43	11,02	11,72	12,51	12,26	0,58	0,55	0,55	0,56	0,52	0,55
Tolima	2,57	2,62	3,17	4,34	3,12	0,13	0,13	0,15	0,2	0,13	0,15
Valle del Cauca	8,74	9,25	11,61	11,09	11	0,44	0,46	0,54	0,5	0,47	0,48

Fuente cálculos propios con base en EAM-DANE

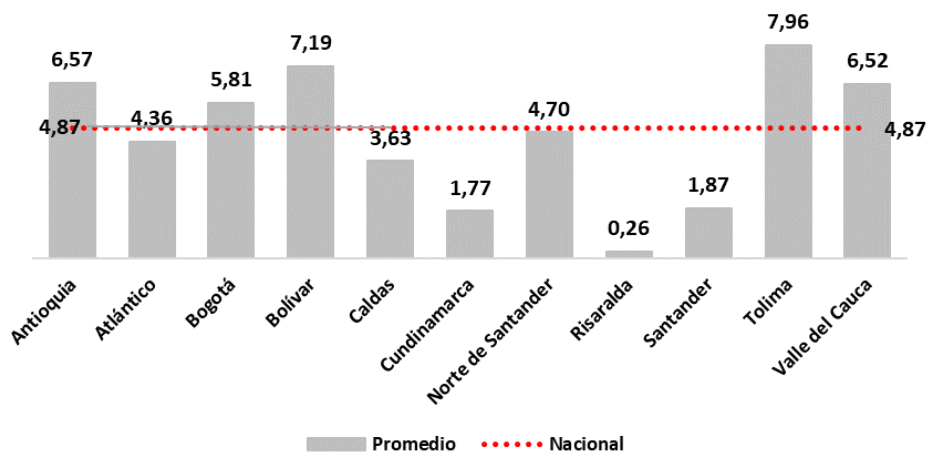
Tabla 7. Índice de Productividad Total Factorial departamental y valor normalizado por productividad nacional en los mismos sectores (sintético)

Departamentos		Índice PTF					Índice Normalizado usando sintético Nacional					Promedio Valores
		2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	
Antioquia	Departamento	24,5	25,95	27,76	29,2	30,9						
	Industria Nacional	16,83	17,53	18,79	20,04	20,22	1,46	1,48	1,48	1,46	1,53	1,48
Atlántico	Departamento	16,78	17,64	18,64	19,41	20,34						
	Industria Nacional	18,7	19,55	21,02	22,49	22,7	0,9	0,9	0,89	0,86	0,9	0,89
Bogotá	Departamento	34,33	36,37	38,72	40,9	43,28						
	Industria Nacional	14,74	15,34	16,49	17,52	17,68	2,33	2,37	2,35	2,33	2,45	2,37
Bolívar	Departamento	45,35	46,05	48,04	49,73	52,15						
	Industria Nacional	15,53	16,12	17,18	18,3	18,46	2,92	2,86	2,8	2,72	2,83	2,82
Caldas	Departamento	6,06	6,42	6,83	7,03	7,33						
	Industria Nacional	14,07	14,59	15,68	16,62	16,77	0,43	0,44	0,44	0,42	0,44	0,43
Cundinamarca	Departamento	29,08	29,19	30,65	31,75	33,41						
	Industria Nacional	17,31	18,15	19,52	20,88	21,05	1,68	1,61	1,57	1,52	1,59	1,59
Norte de Santander	Departamento	17,95	18,85	20,41	21,27	22,58						
	Industria Nacional	14,91	15,67	16,97	18,07	18,22	1,2	1,2	1,2	1,18	1,24	1,21
Risaralda	Departamento	14,34	14,13	15	15,43	16,19						
	Industria Nacional	20,04	20,92	22,55	24,12	24,37	0,72	0,68	0,67	0,64	0,66	0,67
Santander	Departamento	11,29	11,68	12,51	12,93	13,6						
	Industria Nacional	19,58	20,45	22,01	23,55	23,78	0,58	0,57	0,57	0,55	0,57	0,57
Tolima	Departamento	3,57	3,34	3,56	3,6	3,7						
	Industria Nacional	18,86	19,78	21,3	22,81	23,02	0,19	0,17	0,17	0,16	0,16	0,17
Valle del Cauca	Departamento	8,89	9,35	9,96	10,3	10,78						
	Industria Nacional	19,6	20,46	21,96	23,51	23,74	0,45	0,46	0,45	0,44	0,45	0,45

Fuente cálculos propios con base en EAM-DANE

En términos de sus tasas de crecimiento, se destacan los departamentos de Tolima, Bolívar, Valle de Cauca y Antioquia, quienes presentan valores promedio superiores al 6%, muy por encima de la media nacional (4.87%), tal como se observa en el Gráfico 1. Por el contrario, Risaralda, Cundinamarca y Santander, exhiben el peor desempeño en este ítem, con tasas de crecimiento inferiores al 2% promedio anual.

Gráfico 1. Tasa de Crecimiento de la Productividad Total Factorial de la Industria Manufacturera nacional y de los Departamentos elegidos, 2013-2016



Fuente cálculos propios con base en EAM-DANE

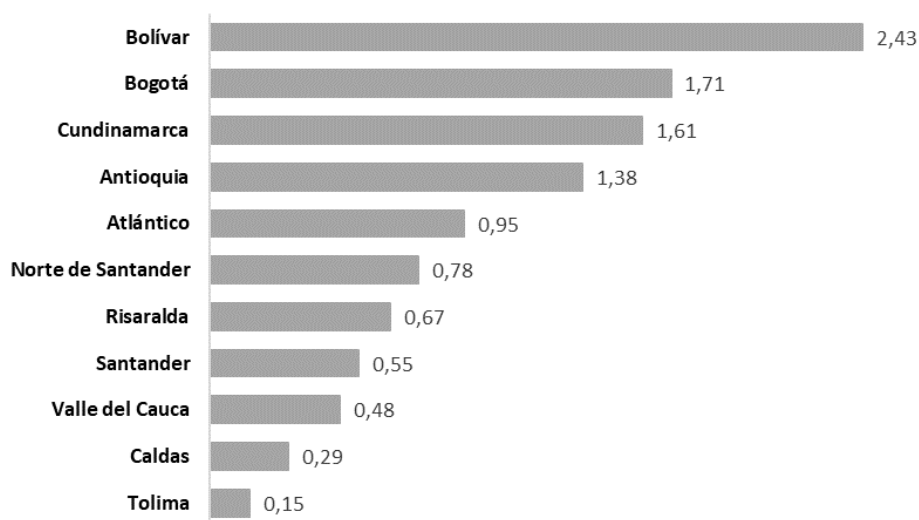
Ahora bien, al comparar la PTF promedio por departamentos en relación con la nacional (Tabla 6 y Gráfico 2), se destaca de manera sorprendente el departamento de Bolívar que, a pesar de tener una participación baja en la industria manufacturera nacional (136 establecimientos en promedio, equivalente al 1.5% del total nacional), exhibe una PTF promedio 2,43 veces superior a la nacional, lo que sugiere una alta productividad de las industrias allí asentadas, tal como se verificó igualmente al observar su tasa de crecimiento promedio. Las divisiones industriales más representativas de este departamento son elaboración de productos alimenticios; fabricación de sustancias y productos químicos; fabricación de productos de caucho y de plástico; y otros productos de minerales no metálicos.

Después de Bolívar, le siguen a continuación, en su orden, Bogotá, Cundinamarca y Antioquia, quienes presentan un comportamiento superior a la media nacional, con índices de productividad respecto a la PTF nacional de 1,71, 1,61 y 1,38, respectivamente. El orden de importancia de estos departamentos se mantiene inalterado al considerar su relación con la productividad nacional calculada a partir de los índices sintéticos (Tabla 7 y Gráfico 3), aunque con pequeñas diferencias en términos de los guarismos asociados. Es importante recordar que estos tres departamentos concentran cerca del 64% de los establecimientos y el 55% de la producción nacional.

Por el contrario, contrastan por su bajo desempeño los departamentos de Valle del Cauca, Caldas y Tolima, con una PTF muy por debajo de la media nacional, independiente del índice

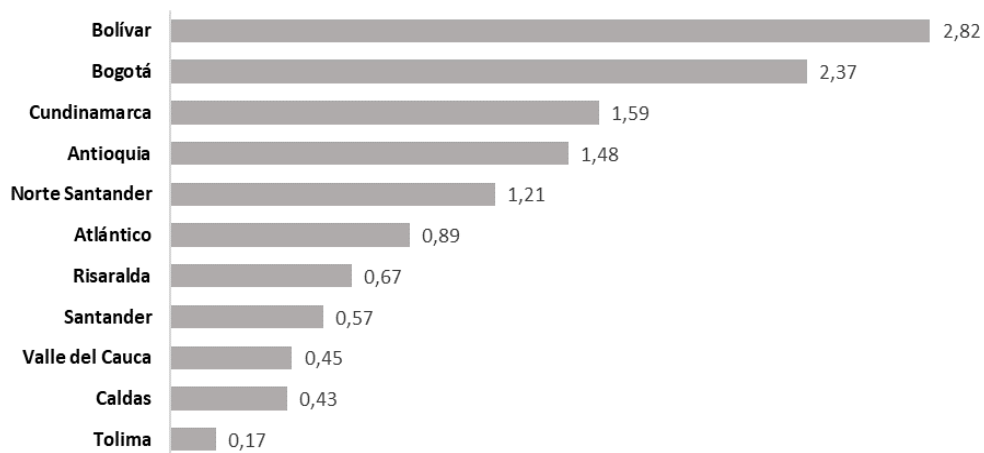
usado. Sorprende especialmente el caso del Valle del Cauca debido a su alta participación en la industria nacional en términos de establecimientos (13%) y producción (16%).

Gráfico 2. Productividad relativa por departamentos seleccionados usando total nacional. Promedio 2012-2016



Fuente cálculos propios con base en EAM-DANE

Gráfico 3. Productividad relativa por departamentos seleccionados respecto a la productividad nacional usando sectores seleccionados (sintéticos). 2012-2016



Fuente cálculos propios con base en EAM-DANE

5.2. Productividad por divisiones industriales

La Tabla 7 resume los resultados de las estimaciones a nivel de divisiones industriales. Puede observarse que en la mayoría de casos los coeficientes estimados son significativos al 10%, exceptuando algunos casos puntales (divisiones 17, 20 y 27). Igualmente, los resultados muestran de manera general la existencia de rendimientos decrecientes a nivel de divisiones industriales, a excepción de elaboración de bebidas, transformación y fabricación de productos de caucho, impresión y producción de copias, productos metalúrgicos básicos, vehículos automotores y remolques, y otros tipos de vehículos de transporte.

Tabla 7. Participación de los factores de producción en el producto total manufacturero por divisiones industriales, 2012-2016

	División	White collar	Blue collar	Activos fijos	RTS	Observaciones	Wald Test
10	Elaboración de productos alimenticios	0,268*** 0,017	0,333*** 0,027	0,256*** 0,023	0,857	7596	0,0000
11	Elaboración de bebidas	0,182* 0,045	0,287* 0,096	0,546** 0,091	1,015	493	0,7957
13	Productos textiles	0,202** 0,043	0,424*** 0,047	0,183*** 0,051	0,809	1350	0,0000
14	Confección de prendas de vestir	0,255*** 0,036	0,411*** 0,041	0,127*** 0,030	0,793	4112	0,0000
15	Fabricación de calzado y cuero	0,226*** 0,054	0,455*** 0,088	0,186*** 0,048	0,867	1488	0,0000
16	Transformación madera y fabricación productos de corcho	0,268*** 0,038	0,205*** 0,068	0,456*** 0,066	0,929	857	0,4168
17	Papel, cartón y productos de papel y cartón	0,136 0,117	0,204** 0,070	0,464** 0,046	0,804	672	0,0179
18	Impresión y de producción de copias	0,361*** 0,024	0,319*** 0,031	0,236*** 0,050	0,916	2301	0,1117
20	Fabricación de sustancias y productos químicos	0,348*** 0,038	0,0403 0,035	0,359*** 0,029	0,747	2634	0,0000
21	Farmacéuticos y sustancias químicas medicinales	0,337*** 0,048	0,0783*** 0,088	0,214** 0,101	0,629	857	0,0000
22	Fabricación de productos de caucho y de plástico	0,284*** 0,059	0,310*** 0,052	0,261*** 0,004	0,855	3513	0,0001
23	Otros productos minerales no metálicos	0,240*** 0,028	0,230*** 0,035	0,444*** 0,022	0,914	2376	0,0016
24	Productos metalúrgicos básicos	0,334*** 0,048	0,309*** 0,060	0,336*** 0,047	0,979	807	0,5424
25	Productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	0,304*** 0,018	0,346*** 0,026	0,219*** 0,033	0,869	3192	0,0022
27	Aparatos y equipo eléctrico	0,153*** 0,049	0,229 0,072	0,309*** 0,047	0,691	812	0,0000
28	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.	0,377*** 0,037	0,280*** 0,040	0,208*** 0,036	0,865	2281	0,0369
29	Vehículos automotores, remolques y semirremolques	0,269*** 0,047	0,281*** 0,019	0,370** 0,095	0,92	869	0,4730
30	Otros tipos de equipo de transporte	-0,286*** 0,101	0,664** 0,255	0,595* 0,135	0,973	158	0,7371
31	Muebles, colchones y somieres	0,258*** 0,038	0,346*** 0,028	0,191*** 0,027	0,795	1978	0,0723
32	Otras industrias manufactureras	0,216*** 0,026	0,278*** 0,025	0,422*** 0,021	0,916	2962	0,0427
	Nacional	0,307*** 0,003	0,277*** 0,013	0,299*** 0,016	0,883	41523	0,0000

Fuente cálculos propios con base en EAM-DANE. Los errores estándar se presentan en la parte inferior del coeficiente estimado. Se reportan los p-valores al 1% (***), 5% (**) y 10% (*). Se reporta igualmente el p-valor para el estadístico de Wald, donde la hipótesis nula es la existencia de rendimientos constantes a escala.

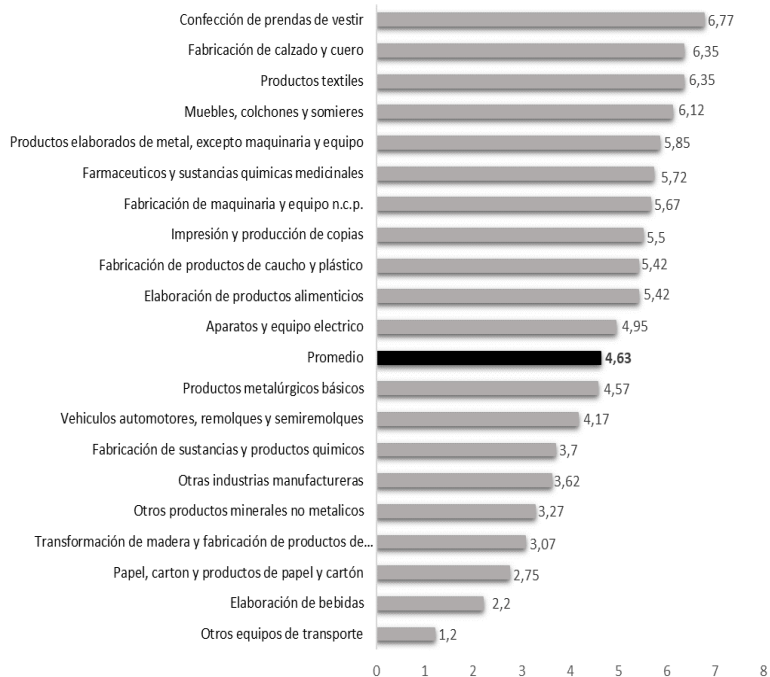
La Tabla 8 muestra a continuación los valores de la PTF estimados y los índices normalizados considerando la productividad nacional. En términos de tasas de crecimiento (Gráfico 4), los resultados indican que 11 sectores exhibieron tasas de crecimiento promedio anual superiores a la media nacional, destacándose en los primeros lugares confección y prendas de vestir, con una tasa de crecimiento del 6.77%, Fabricación de calzado y cuero (6.35%), productos textiles (6,35%) y muebles, colchones y somieres (6,12%). Por el contrario, de los 9 sectores con un crecimiento inferior a la media, otros equipos de transporte, elaboración de bebidas, y papel, cartón y elaboración de productos de cartón, son los de menor desempeño, con tasas de crecimiento del 1,2%, 2,2% y 2,7%, respectivamente.

Tabla 8. Índice de Productividad Total Factorial divisiones industriales y valor normalizado por productividad nacional (ponderado por establecimientos)

División	Índice PTF					Índice normalizado				
	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
10 Elaboración de productos alimenticios	26,59	27,88	29,23	31,21	32,90	0,41	0,42	0,42	0,42	0,41
11 Elaboración de bebidas	2,79	2,85	2,93	3,05	3,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
13 Productos textiles	55,69	58,32	61,64	66,52	71,33	0,85	0,88	0,89	0,89	0,89
14 Confección de prendas de vestir	73,94	77,91	82,31	89,41	96,26	1,13	1,17	1,18	1,19	1,20
15 Fabricación de calzado y cuero	25,96	27,55	29,12	31,25	33,25	0,40	0,42	0,42	0,42	0,42
16 Transformación madera y fabricación productos de corcho	8,59	8,81	9,09	9,48	9,71	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12
17 Papel, cartón y productos de papel y cartón	41,76	41,33	42,86	45,03	47,00	0,64	0,62	0,62	0,60	0,59
18 Impresión y de producción de copias	12,87	13,74	14,37	15,29	15,96	0,20	0,21	0,21	0,20	0,20
20 Fabricación de sustancias y productos químicos	100,38	100,68	104,41	110,64	116,36	1,54	1,52	1,50	1,48	1,45
21 Farmacéuticos y sustancias químicas medicinales	560,94	561,82	588,13	639,32	691,25	8,58	8,47	8,47	8,54	8,63
22 Fabricación de productos de caucho y de plástico	27,06	28,34	29,68	31,68	33,36	0,41	0,43	0,43	0,42	0,42
23 Otros productos minerales no metálicos	10,59	10,83	11,21	11,72	12,06	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15
24 Productos metalúrgicos básicos	5,15	5,47	5,70	5,98	6,16	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
25 Productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	23,75	25,15	26,39	28,24	29,77	0,36	0,38	0,38	0,38	0,37
27 Aparatos y equipo eléctrico	214,54	214,11	224,51	241,32	259,25	3,28	3,23	3,23	3,22	3,24
28 Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.	25,72	27,28	28,54	30,56	32,12	0,39	0,41	0,41	0,41	0,40
29 Vehículos automotores, remolques y semirremolques	10,43	10,85	11,30	11,88	12,30	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15
30 Otros tipos de equipo de transporte	5,19	4,96	5,43	5,64	5,51	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07
31 Muebles, colchones y somieres	65,00	67,89	71,44	77,13	82,45	0,99	1,02	1,03	1,03	1,03
32 Otras industrias manufactureras	10,41	10,70	11,12	11,65	12,03	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15

Fuente cálculos propios con base en EAM-DANE

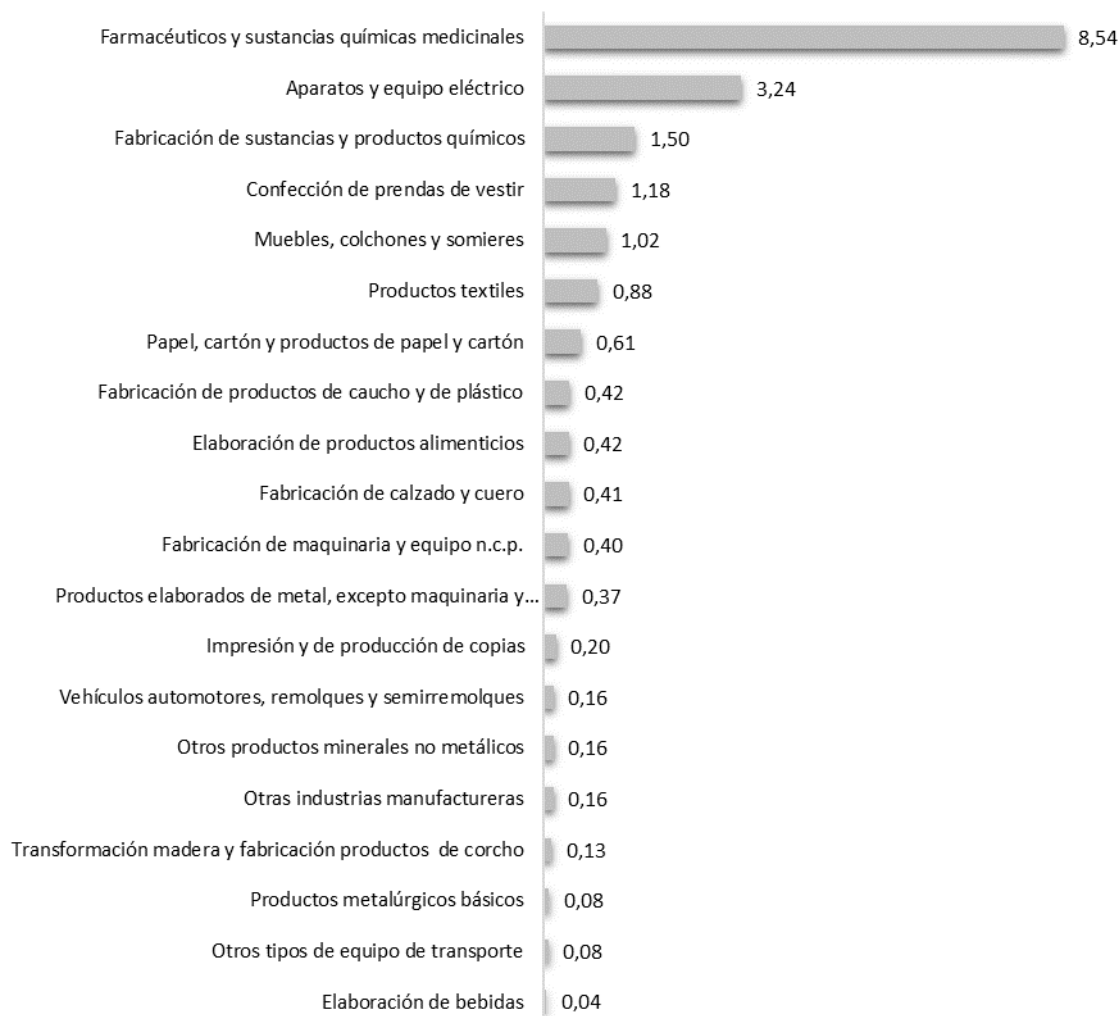
Grafico 4. Crecimiento promedio de la PTF por divisiones industriales, 2012-2016.



Fuente cálculos propios con base en EAM-DANE

Ahora, tomando en cuenta la productividad relativa por divisiones respecto a la nacional, el caso más sobresaliente es el de productos farmacéuticos y sustancias químicas medicinales, cuya productividad es 8,54 veces superior a la productividad promedio de las 20 divisiones del grupo de referencia (Gráfico 5). Nótese que este sector igualmente exhibió una tasa de crecimiento significativamente superior a la media nacional, ubicándose en 5.7%.

Gráfico 5. Productividad total factorial divisiones industriales 2012-2016



Fuente cálculos propios con base en EAM-DANE

Le siguen a continuación la división, 27 fabricación de aparatos y equipo eléctrico, que presenta un desempeño 3,24 veces superior al promedio nacional. De igual manera es de destacar el desempeño de otra serie de divisiones como la 20 (fabricación de sustancias y productos químicos); la división 14 (confección de prendas de vestir); y la división 31 (fabricación de muebles, colchones y somieres), con productividades ligeramente mayores a la media nacional. Finalmente, llama la atención el desempeño de las divisiones de elaboración de bebidas, fabricación de equipos de transporte y productos metalúrgicos básicos, las cuales presentan los menores niveles de productividad estimados.

6. Conclusiones

Dentro del estudio de los factores determinantes del crecimiento económico de largo plazo de las naciones, cada vez se tiene un mayor consenso alrededor del papel fundamental de las mejoras en productividad, ya que estas permiten aumentar la eficiencia de los procesos productivos y ganar competitividad en los mercados externos. Es por ello que existe una literatura creciente que busca, por un lado, desarrollar nuevas mediciones sobre la evolución de la productividad factorial a nivel agregado y desagregado y, por otro lado, comprender los determinantes de su evolución e impactos sobre la economía.

Este trabajo sigue la primera línea de estudio, utilizando los datos de la EAM para obtener mediciones de esta variable para el caso colombiano entre los años 2012-2016. Una de las novedades en nuestro caso, es la medición de esta variable a nivel departamental y por divisiones industriales simultáneamente, como forma de capturar la heterogeneidad en la dinámica de esta variable, y con ello establecer aquellos departamentos y sectores que mejor desempeño tuvieron durante el período de estudio.

Los resultados muestran, en primer lugar, una desaceleración en el crecimiento de la PTF manufacturera a nivel nacional a partir del año 2014, en línea con la ralentización del crecimiento de la producción agregada durante el mismo período. En segundo lugar, se verifica la gran heterogeneidad de esta variable, tanto a nivel departamental como por divisiones industriales. En el primer, caso, se destacan los departamentos de Bolívar, Bogotá, Cundinamarca, Antioquia y Norte de Santander, como aquellos con mayores niveles promedios de PTF al compararlos con el resto de la dinámica nacional. Es de destacar que, exceptuando el caso de Bolívar, estos mismos departamentos se han caracterizado históricamente por concentrar la mayor parte de la actividad manufacturera nacional, tanto en términos de número de establecimientos, como de participación de su producción respecto al total. Sorprende en este sentido el caso del Valle del Cauca que, a pesar de caracterizarse por poseer una estructura manufacturera importante, presenta unos niveles de productividad bastante bajos, ubicándose sólo por encima de Tolima y Caldas en la muestra analizada.

En términos de divisiones industriales, es destacar la dinámica de la producción de productos farmacéuticos y sustancias químicas; aparatos y equipo eléctrico; fabricación de sustancias y productos químicos; confección y prendas de vestir; y muebles, colchones y somieres, los cuales presentan una productividad superior a la media nacional. Por el contrario, sectores tradicionales dentro de la manufactura nacional como productos textiles, productos

alimenticios, metalmecánicos y elaboración de bebidas, reportan bajos niveles de productividad respecto a la media nacional.

Estos resultados son importantes en la medida en que permiten comprender la dinámica de crecimiento regional y sectorial, además de convertirse en insumos potenciales para el diseño y focalización de la política pública en materia industrial. Específicamente, los resultados a nivel departamental ponen de presente la necesidad de continuar avanzando en procesos de industrialización más desconcentrados en términos espaciales. De lo contrario, las brechas en términos de ingreso y calidad de vida probablemente continúen aumentando, favoreciendo los centros industriales históricos y en contra de departamentos menos desarrollados en la materia.

Por otro lado, es importante revisar la posibilidad de impulsar aquellos sectores promisorios, con altos niveles de productividad, con miras a potenciar su crecimiento. Por el contrario, debe evaluarse la conveniencia de continuar soportando sectores que, aunque con gran representación en términos de producción, parece que no lograr obtener mejoras importantes en materia de productividad que les permita ser competitivos en el escenario nacional e internacional.

Bibliografía

Ackerberg, A., Caves, K., & Frazer, G. (2015). Identification Properties of Recent Production Function Estimators. *Econometrica*, 2411–2451.

- Balat, J., & Casas, C. (2018). Firm Productivity and cities: The Case of Colombia. *Borradores de Economía Banco de la República*.
- Cárdenas, A. (1996). *Evolución y futuro del desarrollo de la petroquímica y de los plásticos*. El crecimiento de la productividad en Colombia: Resultados del estudio sobre determinantes del crecimiento de la productividad DNP – COLCIENCIAS - FONADE.
- Chica, R. (1996). Crecimiento de la productividad y cambio técnico en la industria manufacturera colombiana: 1974-1994. *El crecimiento de la productividad en Colombia: resultados del estudio nacional sobre determinantes del crecimiento de la productividad DNP, Colciencias y FONADE*, 223-316.
- Clavijo, S. (1990). Productividad laboral, multifactorial y la tasa de cambio real en Colombia. *Ensayos Sobre Política Económica*, 773-96.
- Clavijo, S. (1991). Interrelaciones entre el crecimiento, la productividad y el sector externo: algunas estimaciones y simulaciones para Colombia 1950-1989. *Desarrollo y Sociedad*, 31-60.
- Clavijo, S. (2003). Crecimiento, productividad y la nueva economía. *Borradores de Economía Banco de la República*, 21-37.
- Corchuelo, A. (1996). *Determinantes de la productividad y competitividad en la cadena productiva de papel e imprentas*. Bogotá: El crecimiento de la productividad en Colombia: resultados del estudio nacional sobre determinantes del crecimiento de la productividad. DNP, Colciencias y FONADE.
- 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.
- Eslava, M., & Meléndez, M. (2009). *¿Cómo los grupos de interés influyen sobre las políticas de productividad?* Bogotá: Alfaomega.
- Eslava, M., & Haltiwanger, J. (2013). *Young Business, entrepreneurship, and dynamics of employment and output in Colombia's manufacturing industry*. CAF Working Papers.
- Eslava, M., & Haltiwanger, J. (2014). *Young Business, entrepreneurship, and dynamics of employment and output in Colombia's manufacturing industry*. . CAF Working Papers.
- Eslava, M., & Haltiwanger, J. (2016). *Who creates jobs: the role of age and size in Colombia vs. the US*. Mimeo, Universidad de los Andes.

- 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., Haltiwanger, A., Kugler, A., & Kugler, M. (2013). Trade Reforms and Market Selection: Evidence from Manufacturing Plants in Colombia. *Review of Economics Dynamics*, 135-158.
- Iregui, A., Melo, L., & Ramírez, M. (2006). Productividad regional y sectorial en Colombia: un análisis utilizando datos panel. *Ensayos Sobre Política Económica*, 18-65.
- Levinsohn, J., & Petrin, A. (2003). Estimating production functions using inputs to control for unobservables. . *Review of economic studies* 70, 317-341.
- McConnel, C., & Brue, S. (1997). *Economía Laboral* . McGraw-Hill.
- Medina, P., Melendez, M., & Seim, K. (2002). *Productivity Dynamics of the Colombian Manufacturing Sector*. CEDE Universidad de los Andes.
- Olley, S., & Pakes, A. (1996). The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry. . *Econometrica Vol. 64, No. 6*, 1263-1297.
- 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*.
- Zuleta, L. (1996). *Reestructuración y competitividad de la cadena textil-confeciones en Colombia*. Bogotá: ”, El crecimiento de la productividad en Colombia: resultados del estudio nacional sobre determinantes del crecimiento de la productividad, Colciencias y FONADE.