

Un análisis de la productividad manufacturera de México entre 1988 y 2013

An analysis of Mexico's manufacturing productivity between 1988 and 2013

Uma análise da produtividade industrial do México entre 1988 e 2013

Angélica María Vázquez Rojas

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

callinalli@yahoo.com.mx

<https://orcid.org/0000-0003-2907-5383>

Diana Xóchitl González Gómez

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

diana_xgg@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3062-9961>

Resumen

Aunque los sectores de servicios y comercio representan la mayor parte de la economía en muchos países avanzados y en desarrollo, en varios casos el sector manufacturero desempeña un papel fundamental en el desarrollo económico principalmente a través de las exportaciones. Por esa razón, la cuestión de la evolución y las fuentes del crecimiento de la productividad en la actividad manufacturera sigue siendo relevante.

En este trabajo se analiza el cambio de eficiencia técnica y la productividad total de los factores de la manufactura mexicana a nivel de subsector (excluidas las industrias petroleras) en el periodo 1988-2013. Al utilizar el empleo y los activos fijos como insumos y la producción bruta total como producto, se aplica el análisis envolvente de datos (DEA, por sus iniciales en inglés), el índice de Malmquist y su descomposición en dos componentes: cambio técnico y cambio de eficiencia. Los datos provienen de los Censos Económicos —del periodo temporal ya mencionado— realizados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (Inegi). Debido a las características productivas de las industrias manufactureras, se espera que cualquier cambio positivo en la productividad en el periodo de estudio se deba al efecto del cambio

tecnológico y, en menor medida, al efecto de la eficiencia técnica. La hipótesis es que el cambio en la eficiencia técnica también puede ser negativo, lo que es perjudicial para el crecimiento de la productividad en la manufactura mexicana.

Palabras clave: eficiencia técnica, índice de Malmquist, manufactura, México, productividad.

Abstract

Even though the service and commerce sectors account for the most part of the economy in many advanced and developing countries, in various instances the manufacturing sector plays a fundamental role in economic development mainly via exports. For that reason, the question of the evolution and sources of productivity growth in manufacturing activity keeps relevant.

In this paper, we analyze the technical efficiency change and total factor productivity in the Mexican manufacturing at the subsector level (excluding oil industries) in the period 1988-2013. By using employment and fixed assets as inputs and total gross production as output, we apply Data Envelopment Analysis, the Malmquist index and their decomposition into its two components "technical change" and "efficiency change". The data come from the 1988 to 2013's economic censuses carried out by the national Institute of Statistics, Geography and Informatics. Due to the productive characteristics in manufacturing industries we expect that any positive changes in productivity in the study period were driven by the "frontier shift" (technological change) effect and, to a lesser extent, by the "catching up" effect (technical efficiency change). We hypothesize that technical efficiency change can also be negative, which is detrimental to productivity growth in Mexican manufacturing.

Keywords: technical efficiency, Malmquist index, manufacturing, Mexico, productivity.

Resumo

Embora os setores de serviços e comércio representem a maior parte da economia em muitos países desenvolvidos e em desenvolvimento, em vários casos o setor manufatureiro desempenha um papel fundamental no desenvolvimento econômico, principalmente por meio das exportações. Por essa razão, a questão da evolução e as fontes de crescimento da produtividade na atividade manufatureira continuam sendo relevantes.

Este artículo analiza la mudanza en la eficiencia técnica y la productividad total de los factores de fabricación mexicanos en el nivel de los subsectores (excluyendo a las industrias de petróleo) en el período 1988-2013. mudanza técnica y mudanza: Usando el empleo e inmovilizado como entradas y producción del producto bruto total, análisis envolvente de datos (DEA inicial Inglés), el índice de Malmquist y su descomposición en dos componentes aplicados de eficiencia. Los datos son provenientes del Censo Económico - del referido período - realizado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Tecnología de la Información (Inegi). Debido a las características de producción de fabricación, se espera que cualquier mudanza positiva en el período de estudio de productividad debido al efecto de la evolución tecnológica y, en menor medida, el efecto de la eficiencia técnica. La hipótesis es que la mudanza en la eficiencia técnica también puede ser negativa, lo que es perjudicial para el crecimiento de la productividad en la manufactura mexicana.

Palabras-clave: eficiencia técnica, índice de Malmquist, manufactura, México, productividad.

Fecha Recepción: Septiembre 2017

Fecha Aceptación: Diciembre 2017

Introducción

En las últimas tres décadas, la industria manufacturera de México ha atravesado por cambios tanto coyunturales y estructurales propiciados por diversos eventos, desde las recesiones nacionales e internacionales, la finalización del modelo de sustitución de importaciones, la implantación del modelo neoliberal, la nueva geografía económica mundial, entre otros, los cuales han sido estudiados bajo diferentes perspectivas: sectorial, regional, temporal, comparativo, nacional e internacional, así como con diferentes metodologías. Diversos autores coinciden que esta industria ha sido la base fundamental del desarrollo económico y eje del comercio mundial, a pesar de la disminución relativa de su participación frente al sector de comercio y servicios (Mendoza, 2010; Sobrino, 2016; Trejo, 2017).

Durante este periodo, la manufactura mexicana ha atravesado por dos etapas: la primera de 1989 al 2000, donde hubo una recuperación y apertura al registrar un crecimiento de 4.5 % y en la segunda, del 2001 al 2013, donde se observó un estancamiento, cayendo en 1.1 % en términos del

valor bruto de la producción (VBP). En el periodo de análisis, la mayor productividad se alcanzó en 1980 (380 000 pesos por ocupado) medida en términos de la productividad laboral, mientras que en los noventa se redujo, y en las décadas más recientes se ha mantenido sin cambio. Esta industria manifestó un cambio estructural dada la diferencia en los porcentajes de lo producido en 1980, 96 % se vendió al consumo interno y 4 % se exportó, mientras que en el 2008 se destinó 66 % al consumo interno y 34 % a la exportación (Sobrino, 2016).

En la primera fase, la actividad manufacturera atravesó por la finalización del modelo de sustitución de importaciones y la puesta en marcha del modelo neoliberal. De acuerdo con Sobrino (2016), esta actividad se asoció fuertemente a los mercados internacionales, consecuencia de la implementación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en el año de 1994. Una gran parte del dinamismo del sector manufacturero quedó determinado por los flujos de la inversión extranjera directa (IED) canalizados hacia ese sector (Mendoza, 2010). El crecimiento manufacturero en el periodo 1996-2005 estuvo estrechamente vinculado a las exportaciones de bienes intermedios y finales del sector manufacturero (y maquilador).

En la segunda etapa, el crecimiento de la actividad manufacturera se vio disminuido: a partir del año 2000 los flujos de la IED iniciaron un descenso, situación que se deterioró aún más como resultado de la recesión internacional (2001 y 2002). Para el año 2004, sin embargo, se observó un repunte, aunque en 2007 y 2008 volvió a caer de manera general la IED total en México (Mendoza, 2010). El impacto de la recesión internacional y en especial en Estados Unidos de América (EUA) ha dejado en evidencia las limitaciones del modelo económico de México, particularmente en lo relacionado a la alta dependencia de los sectores externo y manufacturero respecto de la dinámica de crecimiento de la economía estadounidense.

Mendoza (2010) afirma que el sector manufacturero mexicano fue de los más afectados con la recesión de la economía estadounidense, ya que al tener un alto grado de sincronización del ciclo económico de estos sectores se genera una dependencia del comportamiento de la manufactura en México con respecto a la evolución de la producción manufacturera en EUA. El subsector del equipo de transporte fue el más adversamente afectado por la recesión internacional y en menor medida el subsector de la fabricación de computadoras, equipos de comunicación y electrónicos y producción de muebles, de textiles y de prendas de vestir; a pesar de ello, lograron generar más del 60 % de las exportaciones manufactureras en el 2012 (Chávez y García, 2015).

En el contexto regional, Rendón, Mejía y Salgado (2013) señalan que existen diversos factores que explican las diferencias de crecimiento económico, ya sea la inversión en capital humano y físico, la investigación y desarrollo, la educación, la estabilidad política, la especialización productiva, entre otros. Al respecto, se señala el trabajo de Becerril, Díaz, y Del Moral (2013, p.18), quienes calculan la productividad mediante el índice de Malmquist para las regiones socioeconómicas de México de 1970 a 2008, encontrando una mejora debido a los aumentos en el cambio técnico, originados por el desarrollo de procesos de incorporación tecnológica; excepto en la región dos (Campeche, Hidalgo, Puebla, Veracruz, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz).

Las ciudades y regiones de los estados del norte, centronorte (Ciudad de México, Estado de México, Puebla, Querétaro) y el Bajío (Jalisco, Guanajuato) resultan ser las más beneficiadas por la dinámica económica (Trejo, 2017), y con relación a las ramas por sus peculiaridades productivas, tecnológicas y comerciales experimentan los efectos de apertura y liberalización de manera asimétrica, siendo más favorecidas aquellas industrias dedicadas a la exportación.

En cuanto a la productividad a nivel nacional, en términos promedio en las tres últimas décadas no se han observado cambios significativos en el mejor uso de los factores productivos, de acuerdo con Martínez, Brambila y García (2013). Padilla y Guzmán (2010), por su parte, observan que en dicho periodo la productividad total de factores en la manufactura nacional registró un crecimiento de apenas 0.5 % promedio anual; además, el comportamiento de este sector se encuentra altamente polarizado, así como el crecimiento económico.

Las diferencias entre las regiones, al igual que entre los subsectores, en cuanto al valor agregado por trabajador, pueden ser atribuidas a las diferencias en el capital físico, en el factor trabajo y en la productividad (Hall y Jones, 1999). Una fuente importante de productividad es la eficiencia técnica, que se refiere a la capacidad de una unidad económica de evitar el derroche de recursos en el proceso productivo a través de producir la cantidad que la tecnología y el uso de los insumos permiten (Fried, Lovell y Schmidt, 2008). Por consiguiente, la eficiencia técnica indica el potencial para el crecimiento económico, manteniendo los insumos y la tecnología constantes (Chávez y Fonseca, 2012).

Para medir la eficiencia técnica es necesario comparar el desempeño actual con el desempeño óptimo, representado por una frontera de producción integrada por los puntos eficientes. Las metodologías comúnmente empleadas para obtener las estimaciones de la eficiencia técnica son dos: la primera implica una función de producción paramétrica, estimada a través de regresiones; y la segunda se efectúa a través del método no paramétrico representado por el análisis envolvente de datos (DEA, por sus iniciales en inglés). Dentro de las ventajas que ofrece esta última técnica, se encuentra el énfasis en la flexibilidad, pues permite modelizar la tecnología subyacente. A diferencia de la técnica paramétrica que debe asumir una forma funcional específica para la función de producción, el DEA, en cambio, permite soslayar este supuesto, de tal forma que solo es necesario asumir una serie de propiedades para el conjunto de posibilidades de producción.

En este estudio se ha optado por el DEA como metodología base para analizar la eficiencia productiva y el cambio de la productividad total de factores de 20 subsectores de la manufactura mexicana, en los años de 1988, 1993, 1998, 2003, 2008 y 2013. Sin embargo, la industria manufacturera, por su dinamismo propio, lleva consigo la importancia de estudiar sus comportamientos en términos de eficiencia a lo largo del tiempo, por lo que nos enfrentamos a la situación de cómo capturar el factor tiempo en el DEA. Ante ello, debido a que el modelo DEA convencional por ahora solo permite calcular el índice de eficiencia para distintas unidades en un solo momento del tiempo, se ha optado por recurrir al índice de Malmquist (enfoque no paramétrico) como una metodología principal, ya que permite aproximar el cambio de la productividad total de factores de una unidad determinada en un periodo de tiempo. Además, este índice se desagrega en dos componentes: primero, para analizar el cambio en eficiencia técnica, y segundo, para aproximar el cambio técnico o el efecto de innovación tecnológica materializado en el desplazamiento de la frontera de producción.

La presente investigación está relacionada con otros estudios que han medido la eficiencia técnica para la producción manufacturera en México en diferentes ámbitos. Bannister y Stolp (1995) analizaron la eficiencia técnica en un conjunto de industrias manufactureras para una sección transversal de los estados mexicanos en 1985. Braun y Cullmann (2011) estimaron la eficiencia técnica en el sector manufacturero mexicano aplicando el modelo de efectos aleatorios para un panel de datos a nivel municipal para los años 1989, 1999 y 2004. Chávez y Fonseca (2012) aplicaron una función de frontera estocástica translogarítmica para analizar la evolución de la

eficiencia técnica en la industria manufacturera como fuente de crecimiento económico regional, para el periodo 1988-2008. Becerril *et al.* (2013) analizan la frontera tecnológica y la productividad total de los factores (PFT) de las regiones de México. De estos estudios ninguno aborda la eficiencia técnica a nivel de subsector y su evolución en el tiempo mediante una técnica no paramétrica; todos suelen utilizar la metodología paramétrica, excepto Brown y Domínguez (2004 y 2013), quienes analizan la PFT de la industria manufacturera y sus componentes en dos periodos: de 1984 a 1993 y de 1994 a 2000; y enseguida los periodos 1994-2001 y 2001-2009, a nivel de establecimientos, mediante el índice de Malmquist. Sin embargo, tampoco estimaron de manera explícita las diferencias del nivel de desarrollo tecnológico a nivel de subsector. Por tanto, el presente estudio busca conocer la dinámica interna de la manufactura mexicana con el objetivo de analizar la evolución de la eficiencia técnica y sus diferencias entre los subsectores, así como estudiar el comportamiento de la productividad total de sus factores y sus componentes. Para lo cual, como ya se mencionó, se utiliza el DEA y el índice de Malmquist con un panel de datos para el periodo 1988-2014, donde las unidades de análisis son los subsectores manufactureros.

Método

El análisis envolvente de datos (DEA)

El DEA es un procedimiento no paramétrico y determinístico que utiliza técnicas de programación lineal para evaluar la eficiencia relativa de un conjunto de unidades homogéneas. La formulación matemática de la versión envolvente refleja una buena adecuación a la noción de la eficiencia técnica de Farrell en términos de *output*, en virtud de la cual una unidad se considera eficiente cuando ningún otro se revela capaz de producir más empleando menos *inputs*.

Índice de Malmquist

El índice de Malmquist permite aproximar los cambios que se producen en la PTF de una determinada unidad productiva entre dos periodos, t y $t+1$, calculando la ratio de las distancias de cada periodo relativo a una tecnología común (Coelli, Prasada y Battese 1998). El cálculo del índice permite descomponer la PTF de una unidad productiva en el cambio debido a la mejora de la eficiencia técnica (y esta a su vez en eficiencia pura y eficiencia de escala) y el debido al cambio técnico o progreso tecnológico.

Esta metodología se basa en el cálculo de la distancia que separa a cada *decision making unit* (DMU) o unidad productiva de la tecnología de referencia en cada periodo utilizando para ello la función *distancia*. Estas funciones *distancia* permiten describir la tecnología de producción *multi-input* y *multi-output* sin la necesidad de especificar un objetivo del comportamiento (tanto como minimización de coste o maximización de beneficios) y que puedan definirse funciones de *distancia input* y funciones de *distancia output*. Una función *distancia output* caracteriza a la tecnología de producción observando una expansión máxima proporcional del vector *output*, dado un vector *input* (Coelli *et al.* 1998).

En el presente trabajo se consideran las funciones *distancia* orientadas al *output*, orientación que resulta más adecuada, ya que los objetivos de las unidades productivas se traducen en alcanzar los mayores niveles de producto posibles, dada la dotación de recursos existente, y no en lograr un producto determinado con un nivel mínimo de *inputs*. Debido a que se trata de comparar la evolución de la productividad, el índice de Malmquist requiere funciones de *distancia* con respecto a distintos periodos de tiempo. Por lo que, en un periodo posterior $t+1$, la función *distancia* se define como:

$$D^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = \min\{\phi: (y^{t+1} / \phi) \in P^t(x)\} \quad (1)$$

Esta función mide el máximo cambio proporcional en los *outputs* necesario para que (x^{t+1}, y^{t+1}) sea factible con la tecnología del periodo t . En este caso, el valor de la función *distancia* puede exceder la unidad, debido a que la entidad evaluada no es posible con la tecnología de otro periodo.

A partir de estas funciones *distancia*, el índice de productividad de Malmquist orientado al *output* y referido a la tecnología del periodo t queda definido como:

$$M_o^t(x, y) = \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \quad (2)$$

De manera análoga, se define el índice de Malmquist orientado al *output* y referido a la tecnología del periodo $t+1$, para lo cual se deben utilizar las correspondientes funciones *distancia*, de modo que:

$$M_o^{t+1}(x, y) = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (3)$$

Expresando el índice orientado al *output* y referido a la tecnología de producción en el periodo t (S^t), en términos geométricos se observa que coincide con el cambio del índice de productividad de Malmquist en términos de distancias verticales sobre la tecnología del periodo t :

$$M_o^t(x, y) = \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} = \frac{\frac{od}{of}}{\frac{oa}{ob}} = \frac{\frac{od}{oa}}{\frac{of}{ob}} \quad (4)$$

Y de manera semejante, el índice orientado al *output* y referido a la tecnología S^{t+1} se define en términos geométricos como:

$$M_o^{t+1}(x, y) = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} = \frac{\frac{od}{of}}{\frac{oa}{og}} = \frac{\frac{od}{oa}}{\frac{of}{og}} \quad (5)$$

Donde el valor permite aproximar el cambio de la productividad total de factores en el periodo $t+1$, medido este en términos de distancias verticales sobre la tecnología S^{t+1} .

La medida que proporcionan ambos índices no tiene por qué coincidir al estar condicionada por la tecnología que se utiliza como referencia. Para solucionar este problema, Färe, Grosskopf, Norris y Zhang (1994) proponen aproximar el cambio de la productividad a partir de la media geométrica de ambos índices de Malmquist anteriores. Por lo tanto, el índice se calcula definitivamente como:

$$M_o(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\left(\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (6)$$

Un valor de este índice superior a la unidad es indicativo de crecimiento de la productividad entre los dos periodos (mejoras de la productividad), mientras que si toma valores inferiores a la unidad implica un descenso de la productividad entre los dos periodos (pérdidas).

Dicho índice puede ser desagregado en dos componentes que aproximan el cambio de eficiencia técnica y el cambio técnico. Färe *et al.* (1994) demostraron esta descomposición a través de sencillas operaciones matemáticas, permitiendo una forma equivalente de expresar este índice como:

$$M_o(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} * \left[\left(\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{\frac{1}{2}} = CET * CT \quad (7)$$

De la expresión anterior se deduce que el cambio total del índice de Malmquist puede descomponerse en dos términos. El primer término (*CET*) mide el cambio de la eficiencia técnica¹ o el efecto (*catching up*), esto es, el grado de convergencia a la frontera de posibilidades de producción que experimenta el subsector analizado en el periodo de estudio. Si el valor de este componente es mayor que uno, dicho subsector tiende a aproximarse a la frontera de producción. Si es igual a uno, la distancia respecto a la frontera es la misma. Si es menor que uno se corresponde con pérdidas de eficiencia.

El segundo término (*CT*, la media geométrica de las dos ratios incluidas en los corchetes) aproxima el cambio técnico o el efecto innovación tecnológica concretizado en el desplazamiento de la frontera de producción (*shift frontier*). Dicho cambio cuantifica la distancia media entre las funciones de producción de los dos periodos en los niveles de utilización de *inputs* en x^t y x^{t+1} . Si han existido mejoras tecnológicas este componente registra valores superiores a la unidad, lo que indica la existencia de progreso técnico.

Además, debe tenerse en cuenta que, aunque el producto del cambio en la eficiencia técnica y el cambio técnico debe ser, por definición, igual al índice de Malmquist, estos dos componentes pueden tener comportamientos en direcciones opuestas.

¹ Färe, Grosskopf y Lovell (1994) propusieron una ampliación de esta aproximación de forma que se puede desagregar el cambio en la eficiencia técnica en dos componentes: cambio en la eficiencia técnica pura y cambio en la eficiencia de escala (bajo el supuesto de rendimientos variables a escala).

Coelli *et al.* (1998) enfatizan que las propiedades de los rendimientos a escala de la tecnología son muy importantes en la medición de la PTF. Grifell-Tatjé y Lovell (1995) utilizan un ejemplo simple con un *input* y un solo *output* para ilustrar que, un índice de Malmquist PTF, puede no medir correctamente los cambios de la PTF cuando se asumen rendimientos variables a escala (VRS) para la tecnología. Por lo tanto, es importante que los rendimientos constantes a escala (CRS) se impongan a cualquier tecnología que se utiliza para estimar las funciones de distancia para el cálculo de un índice de Malmquist PTF. De lo contrario, las medidas resultantes pueden no reflejar debidamente las ganancias de la PTF o pérdidas resultantes de los efectos de escala. Por tanto, en este trabajo se asumen rendimientos constantes a escala para medir el cambio de la productividad total de factores mediante el índice de Malmquist bajo una orientación *output*.

Resultados

La información utilizada en el cálculo del índice proviene de los Censos Económicos (1988, 1993, 1998, 2003, 2008, 2013), agrupando los datos en 20 subsectores manufactureros (excluyendo la industria petrolera), de acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte [SCIAN] (2007). El valor agregado bruto manufacturero representa 16.54 % del producto interno bruto (PIB) a precios constantes (base 2008) de las Cuentas Nacionales de 2008, mientras que para el 2003 este valor fue del 17.56 %, notándose una disminución de un punto porcentual. En términos de población ocupada, la actividad manufacturera observó participaciones de 15.89 % y 16.74 % para 2008 y 2005, respectivamente, con datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). El interés de esta investigación ha sido realizar un análisis de largo plazo para observar tendencias entre los diversos años y apreciar en forma sistemática pautas de comportamiento en términos de eficiencia técnica y cambio tecnológico.

El modelo empírico es estimado para el sector manufacturero, excluyendo la industria petrolera, como ya se acotó, utilizando un panel balanceado para 20 subsectores manufactureros, para los años 1988, 1993, 1998, 2003, 2008, 2013. Se utilizó como medida del producto la producción bruta total de cada subsector industrial, el personal ocupado como una medida del factor trabajo, mientras que el factor capital se aproxima con los activos fijos (tanto el producto como el capital se miden en pesos constantes base 2003). Estas variables se obtuvieron de los

diferentes Censos Económicos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (Inegi).

Los subsectores que registran mayor participación en todas las variables en los diferentes años de estudio son la industria alimentaria, la industria química y la fabricación de equipo de transporte. También destacan la fabricación de prendas de vestir, la fabricación de maquinaria y equipo, aunque con porcentajes menores.

Durante el periodo de estudio (1988-2013), en el sector manufacturero mexicano a nivel de subsector se ha observado un comportamiento heterogéneo dado el escaso cambio tecnológico y la casi nula eficiencia técnica. El índice de Malmquist permitió comprobar que la mayoría de los subsectores manufactureros han registrado un cambio debido principalmente al cambio tecnológico y en menor proporción a la eficiencia técnica.

Eficiencia técnica

Los resultados muestran que la eficiencia técnica en los 20 subsectores manufactureros de México aumentó un 3.07 % en términos promedio de 1988 a 1998, mientras que disminuyó en 4.67 % de 1998 a 2008, donde únicamente el subsector de la industria química se mantiene eficiente en el periodo de estudio. Subsectores como el de la industria del transporte y la industria alimentaria reflejan un incremento en el índice de eficiencia que las coloca en la frontera eficiente tan solo en tres años de estudio. Llama la atención la industria de la madera, que de ser ineficiente en los años 1988 y 1993 pasa a ser eficiente en los últimos tres años de estudio. Las industrias metálicas básicas y el subsector de fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos registraron ineficiencia solo en 1988 y en el resto del periodo consiguieron alcanzar la frontera de producción óptima.

Los subsectores de la industria del papel y de otras industrias manufactureras disminuyeron su desempeño logrado en 1988 al colocarse como ineficientes en los demás años. Y los más alejados de la frontera de eficiencia son los subsectores de fabricación de productos a base de minerales no metálicos, de fabricación de insumos textiles y de impresión e industrias conexas durante todo el periodo de estudio.

Desglosando los resultados de forma anual, se observa que en todos los años de estudio un tercio de la manufactura mexicana es eficiente, mientras que el resto muestra cierto grado de

ineficiencia técnica. Esto es un indicio del alejamiento de la mayoría de los subsectores de la frontera de producción óptima. El comportamiento de cada subsector puede observarse en la tabla 3, que forma parte del Anexo. En la tabla 1, por su parte, se desglosan los subsectores eficientes en el periodo de estudio y el promedio de la eficiencia del total.

Tabla 1. Subsectores manufactureros eficientes y eficiencia promedio 1988-2008

1988	1993	1998	2003	2008
Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir	Otras industrias manufactureras	Industria de la madera	Industria de la madera	Industria de la madera
Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir	Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir	Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir
Fabricación de prendas de vestir	Fabricación de prendas de vestir	Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir	Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir	Fabricación de prendas de vestir
Industria del papel	Industrias metálicas básicas	Industrias metálicas básicas	Industrias metálicas básicas	Industrias metálicas básicas
Industria alimentaria	Industria alimentaria	Fabricación de maquinaria y equipo	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos



Fabricación de equipo de transporte	Industria química	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	Fabricación de equipo de transporte	Industria química
Industria química	Fabricación de equipo de transporte	Industria química	Industria alimentaria	
		Fabricación de equipo de transporte	Industria química	
79.18	78.62	82.25	82.32	77.58

Fuente: Elaboración propia

Índice de Malmquist

Los cambios de la productividad en el periodo de estudio están resumidos en la tabla 2. El cambio de productividad total de factores experimentado por los subsectores manufactureros (excluyendo el subsector del petróleo) como un todo registra un promedio de 9.0 % por quinquenio, observando que en los periodos de 1993-1998 y 2003-2008 se tienen los promedios más bajos, 2.2 % y 0.3 %, respectivamente. Desde un examen de los componentes del índice de productividad de Malmquist, este resultado se explica por un cambio tecnológico en términos promedio de 13 puntos porcentuales, y por un cambio en eficiencia técnica de -3.8 en promedio por quinquenio. Así, los incrementos en productividad de los subsectores de la manufactura en México son una consecuencia de un cambio tecnológico más que de un cambio en eficiencia técnica.

Tabla 2. *Malmquist index summary of annual means*

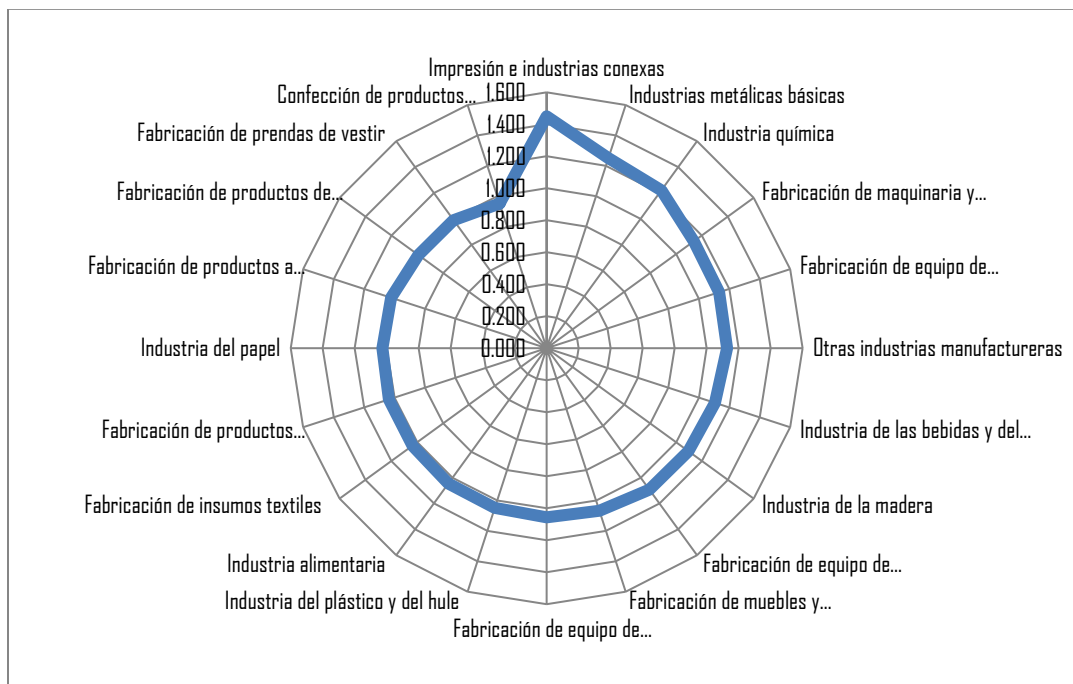
<i>All manufacturing subsectors</i>	<i>Technical efficiency change index</i>	<i>Technology change index</i>	<i>Malmquist productivity change index</i>
1988/1993	1.005	1.185	1.192
1993/1998	0.958	1.067	1.022
1998/2003	0.937	1.071	1.003
2003/2008	0.950	1.214	1.153
2008/2013	1.041	0.920	0.957
<i>All years mean</i>	0.977	1.086	1.062

Fuente: Elaboración propia

Un análisis individualizado de los resultados permite observar comportamientos muy diferenciados entre los subsectores manufactureros. De los 20 subsectores objeto de estudio, 17 reflejan cambios positivos en la productividad total de factores, incluyendo tanto aquellos intensivos en capital como en trabajo. Cabe destacar que estos incrementos en el índice son resultado de un cambio tecnológico positivo fuerte combinado con un cambio en eficiencia técnica positivo en un 44 % de los subsectores y negativo en el 56 % restante de la industria (véanse las tablas 4 y 5, las cuales forman parte del Anexo).

Si atendemos a la evolución de la productividad total de factores (véase figura 1), el subsector que más ha crecido en términos promedio es el de la impresión e industrias conexas, con un índice de Malmquist de 1.45, mientras que el subsector de fabricación de productos a base de minerales no metálicos registra el cambio positivo más bajo con un índice de 1.023, lo cual significa que, en el periodo analizado, estas industrias se han colocado en la frontera de eficiencia debido a la adopción de mejoras tecnológicas en el proceso de la transformación de sus *inputs* en *outputs* y al aprovechamiento eficiente de sus recursos técnicos.

Figura 1. Malmquist productivity



Fuente: Elaboración propia

Discusión

Las estimaciones que arroja esta investigación son congruentes con las de otros autores, en el sentido de que se analiza la importancia de las industrias manufactureras en la economía mexicana y su comportamiento, con una distinción en productividad y eficiencia técnica.

Al respecto, Pérez (2008) realiza un análisis factorial (análisis de correspondencias múltiples) de la Encuesta Nacional de Innovación (ENI) del 2001 para el sector manufacturero mexicano, con el objetivo de encontrar los patrones de innovación de las empresas. Examina la actividad innovadora y el desempeño económico de 531 empresas manufactureras que realizan gasto en innovación con una base de 77 variables, encontrando siete conglomerados o patrones de innovación (empresas líderes, líderes potenciales, seguidoras cercanas, seguidoras, oportunistas, imitadoras y tradicionales). En el primer conglomerado, empresas líderes, se tiene a las empresas con los mayores niveles de gasto en innovación, así como en capital humano y formalidad de las actividades de innovación; aquí predominan la industria de químicos secundarios, farmacéuticos y medicamentos, otras ramas manufactureras (textil, metálico, no metálico) y la producción de

muebles y similares; su propensión a exportar es alto. En términos generales, se trata de empresas de las ramas de alta y media tecnología. El clúster dos cuenta con empresas que tienen un nivel de gasto medio, tanto en capital humano como con respecto a la formalidad de las actividades de innovación, tales como las de la industria automotriz, producción de equipos, aparatos y accesorios eléctricos y vidrio y sus productos, y cuentan con una orientación a las exportaciones de media alta.

El conglomerado tres incluye a las empresas con niveles de gasto medio, así como en capital humano y formalidad de las actividades de innovación, aunque registran la mayor inversión en capacitación. Estas son de la industria de farmacéuticos y medicamentos, químicos secundarios y automotriz, con una propensión a exportar alto. El grupo cuatro se integra por empresas con niveles de gasto medio, así como en capital humano y formalidad de las actividades de innovación, y bajo nivel de inversión en investigación y desarrollo (I&D); pertenecen a esta la industria dedicada a la producción de pan, galletas y similares, maquinaria no asignable a una actividad específica, industria automotriz y producción de bebidas, con una orientación a las exportaciones de media baja.

En el clúster cinco se incluye la industria dedicada a la producción de bebidas y papel, cartón y sus productos, con una orientación baja a las exportaciones. Son empresas con niveles de gasto en innovación medio, y registra un nivel bajo de inversión en capacitación. El clúster seis es un agregado de empresas con niveles de gasto en innovación medio bajo, así como en capital humano y formalidad de las actividades de innovación; se integra por empresas pequeñas dedicadas a la producción de muebles y similares, calzado, coque, asfalto y lubricantes y otros bienes a base de minerales no metálicos. Finalmente, el clúster siete se integra por empresas con niveles de gasto en innovación bajo, así como en capital humano y formalidad de las actividades de innovación, dedicadas a la industria automotriz y químicos básicos.

Dicha autora encontró que en las empresas manufactureras mexicanas existe una alta participación de los procesos de imitación en los patrones de innovación de las empresas manufacturera (41.3 %). De igual forma, que los grupos de empresas (seguidores cercanos) que están cerca de los líderes tecnológicos representan una proporción mayoritaria (42.2 %) de las empresas innovadoras y el conglomerado de empresas que basan su competitividad en su actividad innovadora y por ende impulsan la competitividad sistémica de toda la industria tan solo representa

16.4 %, siendo estas últimas las que deben ser fomentadas para que su efecto puede replicarse a totalidad de la actividad industrial.

En relación a los diferentes tipos de empresas, cabe resaltar la clasificación de Pavitt (1984), quien identifica las características de los sectores de la manufactura con base a sus atributos tecnológicos, a saber: 1) las empresas dominadas por el proveedor (textiles, madera, papel, productos a base de minerales no metálicos, entre otras); 2) las empresas intensivas en la producción (industria automotriz, electrodoméstica, siderurgia, química orgánica e inorgánica, metales no ferrosos, cemento y vidrio), y 3) las empresas basadas en la ciencia (industria química, farmacéutica, telecomunicaciones e informática).

Quiroga y Torrent (2015) evidencian que las nuevas fuentes de productividad, como son las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), el capital humano y las prácticas organizativas, tienen tanta relevancia en el proceso de producción como el mismo capital físico, siempre y cuando sean combinados en forma apropiada dentro de la función de producción. Cabe precisar que en los países de Latinoamérica los procesos de coinnovación son débiles, tienen bajos índices de las TIC y realizan prácticas institucionales no apropiadas; caso contrario al presentado en países miembros de la Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), ya que tienen fortalezas en productividad e innovación.

En el trabajo de Cubel, Esteve, Sanchis y Sanchis (2011) se afirma que la inversión en capital humano es un determinante de la evolución de la productividad total de los factores. Distinguen entre *stock* de innovación doméstica y extranjera, indicando un mayor peso de la innovación extranjera en la PFT cuanto mayor es el grado de apertura comercial en el país, esto se genera cuando las importaciones provienen de los países más innovadores, que son los que incorporan mayor conocimiento en los bienes generados en los países exportadores.

Por último, Rendón, Mejía y Salgado (2013) confirman que los sectores económicos más dinámicos y que tienen un mayor nivel de tecnología son los que registran un mayor crecimiento; por lo que, si estos sectores se ubican en una misma región, se tendrán las diferencias de crecimiento regional. Asimismo, señalan que las manufacturas con alto contenido tecnológico constituyen la industria donde se generan los mayores procesos de aprendizaje, desarrollando con ello incrementos en la productividad y, por ende, en la producción.

Conclusiones

Mediante los resultados empíricos del índice de Malmquist se confirma que los cambios positivos en la productividad manufacturera en México de 1988 a 2013 son resultado de un cambio en la frontera eficiente y en menor proporción del acercamiento hacia la frontera. Así también, se reflejan valores negativos en el cambio de la eficiencia técnica ocasionando una disminución en el crecimiento de la productividad manufacturera mexicana.

Los resultados del presente estudio se encuentran estrechamente ligados a la clasificación elaborada por Pavitt (1984), así como a la evidencia encontrada por Pérez (2008), en el sentido de que los subsectores con mayor productividad están en el rubro de las empresas basadas en la ciencia y en el clúster de líderes en patrones de innovación, quienes impulsan la competitividad sistémica de la industria.

La eficiencia técnica, al ser calculada como un solo componente, permite corroborar que aquellos subsectores con cambios negativos en este rubro son los que basan su crecimiento de productividad en el cambio tecnológico, de acuerdo con el índice de Malmquist; por tanto, si se consigue transformar esa ineficiencia en eficiencia técnica, alrededor de 50 % de la manufactura lograría tasas positivas en términos de productividad total de factores.

Parte de la agenda de investigación es generar un modelo econométrico con datos de panel que permita analizar el indicador de productividad por regiones obtenido en este estudio mediante otras variables económicas.

Referencias

- Bannister, G. and Stolp, C. (1995). Regional concentration and efficiency in Mexican Manufacturing. *European Journal of Operational Research*, 80(3), 672-690. Retrieved from <https://ac.els-cdn.com/0377221794001442/1-s2.0-0377221794001442-main.pdf>.
- Becerril, O., Díaz, M. y Del Moral, L. (2013). Frontera tecnológica y productividad total de los factores de las regiones de México. *Región y Sociedad*, XXV(57), 5-26. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/regsoc/v25n57/v25n57a1.pdf>.
- Braun, F. and Cullmann, A. (2011). Regional differences of production and efficiency of Mexican manufacturing: an application of nested and stochastic frontier panel Models. *The Journal of Developing Areas*, 45, 291-311.
- Brown, F. y Domínguez, L. (2004). "Evolución de la productividad en la industria mexicana: una aplicación con el método de Malmquist". *Investigación Económica*, LXIII(249), 75-100.
- Brown, F. y Domínguez, L. (2013). La productividad, reto de la industria mexicana. *Comercio Exterior*, 63(3), 12-23.
- Chávez, C. y Fonseca, F. (2012). Eficiencia Técnica y estructural de la Industria Manufacturera en México: un Enfoque Regional. *Banco de México, Documento de Investigación*, 2012-03, 1-27.
- Chávez, C. y García, K. (2015). Identificación de Clústeres Regionales en la Industria Manufacturera Mexicana. *Documentos de investigación, Banco de México*, 2015-19.
- Coelli, J., Prasada, D. and Battese, G. (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Boston, United States: Kluwer Academic Publishers.
- Cubel, A., Esteve, V., Sanchis, J. y Sanchis, M. (2011). Innovación y crecimiento de la productividad en España durante la segunda mitad del siglo XX. *Working Papers in Applied Economics*, 1(18), 1-21. Recuperado de <https://www.uv.es/~estevv/REI2011.pdf>.
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M. and Zhang, Z. (1994). Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries. *American Economic Review*, 64, 66-83.
- Fried, H., Lovell, K. and Schmidt, S. (2008). *The measurement of productive efficiency and productivity growth*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Grifell-Tatjé, E. and Lovell, K. (1995). A note on the Malmquist productivity index. *Economic Letters*, 47, 169-175.

- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática [Inegi]. (2004). *Regiones Socioeconómicas de México*. México: Inegi. Recuperado de <http://sc.inegi.gob.mx/niveles/index.jsp>
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática [Inegi]. *Censos Económicos (1989, 1994, 1999, 2004, 2009, 2014)*. México: Inegi.
- Martínez, M., Brambila, J. y García, R. (2013). Índice de Malmquist y Productividad Estatal en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 10(3), 359-369.
- Mendoza, C. (2010). El comportamiento de la industria manufacturera de México ante la recesión económica de EUA. *Revista de economía*, XXVII (75).
- Padilla, H. y Guzmán, P. (2010). Productividad total de los factores y crecimiento manufacturero en México: un análisis regional, 1993-2007. *Análisis Económico*, 25(59), 155-178.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technological change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13(6), 343-373. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0048733384900180>.
- Pérez, H. (2008). Innovación en la industria manufacturera mexicana. *Investigación económica*, LXVII(263), 131-162.
- Quiroga, D. y Torrent, J. (2015). Las nuevas fuentes de productividad en América Latina y la OCDE. *Internet Interdisciplinary Institute (IN3). Working Paper Series (WP-14-009)*, 5-25. Recuperado de <http://in3-working-paper-series.uoc.edu/in3/ca/index.php/in3-working-paper-series/article/download/2494/2494-9714-1-PB.pdf>.
- Rendón, L., Mejía, P. y Salgado, M. (2013). Especialización y crecimiento manufacturero en dos regiones del Estado de México: un análisis comparativo. *Economía: Teoría y práctica* 38, 111-148. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281128985004>.
- Sobrino, J. (2016). Localización industrial y concentración geográfica en México. *Estudios demográficos y urbanos*, 31(91), 9-56.
- Trejo, A (2017). *Localización manufacturera, apertura comercial y disparidades regionales en México: organización económico-espacial bajo un nuevo modelo de desarrollo* (1.ª ed.). Ciudad de México, México: El Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales.

Anexo

Tabla 3. Resultados de eficiencia técnica por Subsector manufacturero en 1988-2008

1988		1993		1998		2003		2008	
Unit	Score	Unit	Score	Unit	Score	Unit	Score	Unit	Score
Sub4	100	Sub21	100	Sub7	100	Sub7	100	Sub7	100
Sub6	100	Sub17	100	Sub4	100	Sub4	100	Sub6	100
Sub5	100	Sub5	100	Sub6	100	Sub6	100	Sub5	100
Sub8	100	Sub14	100	Sub14	100	Sub14	100	Sub14	100
Sub1	100	Sub1	100	Sub16	100	Sub17	100	Sub17	100
Sub19	100	Sub11	100	Sub17	100	Sub19	100	Sub11	100
Sub11	100	Sub19	100	Sub11	100	Sub1	100	Sub20	97.81
Sub14	95.03	Sub2	88.07	Sub19	100	Sub11	100	Sub19	96.29
Sub17	89.31	Sub4	84.71	Sub1	94.83	Sub18	99.44	Sub4	90.79
Sub12	80.03	Sub6	83.61	Sub2	91.16	Sub16	94.06	Sub1	88.44
Sub16	79.92	Sub20	83.55	Sub18	81.07	Sub20	89.56	Sub16	84.7
Sub20	78.66	Sub16	81.61	Sub5	80.03	Sub5	84.42	Sub21	79.72
Sub15	75.81	Sub18	72.73	Sub12	74.24	Sub2	83.58	Sub18	69.9
Sub2	72.88	Sub8	65.7	Sub21	74.06	Sub8	78.32	Sub8	63.08
Sub21	72.86	Sub9	63.47	Sub8	71.4	Sub12	66.46	Sub15	57.79
Sub18	66.92	Sub12	57.43	Sub20	68.88	Sub9	59.78	Sub2	53.38
Sub3	58.5	Sub15	55.37	Sub15	63.39	Sub21	58.36	Sub12	51.96
Sub7	53.59	Sub7	55.21	Sub9	52.87	Sub15	56.67	Sub3	51.79
Sub13	47.18	Sub3	43.08	Sub3	50.54	Sub13	41.68	Sub9	42.99
Sub9	12.88	Sub13	37.86	Sub13	42.54	Sub3	34.02	Sub13	22.97
Average	79.18		78.62		82.25		82.32		77.58
Sub1	Industria alimentaria								
Sub2	Industria de las bebidas y del tabaco								
Sub3	Fabricación de insumos textiles								
Sub4	Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir								
Sub5	Fabricación de prendas de vestir								

Sub6	Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir
Sub7	Industria de la madera
Sub8	Industria del papel
Sub9	Impresión e industrias conexas
Sub11	Industria química
Sub12	Industria del plástico y del hule
Sub13	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos
Sub14	Industrias metálicas básicas
Sub15	Fabricación de productos metálicos
Sub16	Fabricación de maquinaria y equipo
Sub17	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos
Sub18	Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos
Sub19	Fabricación de equipo de transporte
Sub20	Fabricación de muebles y productos relacionados
Sub21	Otras industrias manufactureras

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. *Geometric mean changes in technical efficiency, technology and Malmquist productivity by Manufacturing Subsector 1988-2008*

No.	Manufacturing Subsector	Technical efficiency change index	Technology change index	Malmquist productivity change index
9	Impresión e industrias conexas	1.322	1.097	1.450
14	Industrias metálicas básicas	1.038	1.204	1.249
11	Industria química	1.000	1.220	1.220
16	Fabricación de maquinaria y equipo	0.993	1.147	1.138
18	Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos	1.092	1.130	1.134
21	Otras industrias manufactureras	1.034	1.091	1.128
2	Industria de las bebidas y del tabaco	0.913	1.211	1.106
7	Industria de la madera	1.003	1.093	1.096
17	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	1.025	1.066	1.092
20	Fabricación de muebles y productos relacionados	1.010	1.059	1.069

19	Fabricación de equipo de transporte	0.904	1.169	1.057
12	Industria del plástico y del hule	0.902	1.164	1.049
1	Industria alimentaria	0.924	1.131	1.045
3	Fabricación de insumos textiles	0.864	1.200	1.037
15	Fabricación de productos metálicos	0.934	1.111	1.037
8	Industria del papel	0.837	1.227	1.027
13	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	0.833	1.228	1.023
6	Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir	0.937	1.058	0.991
5	Fabricación de prendas de vestir	0.983	1.007	0.990
4	Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir	0.886	1.074	0.952
	<i>Mean</i>	0.962	1.132	1.090

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Geometric mean changes in technical efficiency, technology and Malmquist productivity by Manufacturing Subsector 1988-2013

	Manufacturing Subsector	Technical efficiency change index	Technology change index	Malmquist productivity change index
9	Impresión e industrias conexas	1.294	1.070	1.385
18	Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos	1.060	1.095	1.161
14	Industrias metálicas básicas	1.030	1.115	1.148
11	Industria química	1.000	1.115	1.115
16	Fabricación de maquinaria y equipo	1.006	1.108	1.115
19	Fabricación de equipo de transporte	1.000	1.115	1.115
2	Industria de las bebidas y del tabaco	0.951	1.113	1.058
3	Fabricación de insumos textiles	0.917	1.149	1.054
1	Industria alimentaria	0.955	1.096	1.047
7	Industria de la madera	0.979	1.067	1.044
13	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	0.925	1.127	1.043
6	Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir	1.002	1.039	1.041
21	Otras industrias manufactureras	0.978	1.065	1.041



20	Fabricación de muebles y productos relacionados	0.993	1.040	1.033
12	Industria del plástico y del hule	0.911	1.122	1.021
15	Fabricación de productos metálicos	0.940	1.081	1.016
8	Industria del papel	0.894	1.123	1.004
17	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	0.953	1.046	0.997
5	Fabricación de prendas de vestir	0.980	0.999	0.980
4	Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir	0.850	1.052	0.894
	<i>Mean</i>	0.977	1.086	1.062

Fuente: Elaboración propia

Rol de Contribución	Autor (es)
Conceptualización	Angélica María Vázquez Rojas
Metodología	Angélica María Vázquez Rojas
Software	No aplica
Validación	Angélica María Vázquez Rojas
Análisis Formal	Angélica María Vázquez Rojas
Investigación	Angélica María Vázquez Rojas, Diana Xóchitl González Gómez
Recursos	Angélica María Vázquez Rojas
Curación de datos	No aplica
Escritura - Preparación del borrador original	Angélica María Vázquez Rojas
Escritura - Revisión y edición	Angélica María Vázquez Rojas, Diana Xóchitl González Gómez
Visualización	Angélica María Vázquez Rojas, Diana Xóchitl González Gómez
Supervisión	Angélica María Vázquez Rojas
Administración de Proyectos	Angélica María Vázquez Rojas
Adquisición de fondos	No aplica