



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

**PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES
EN MÉXICO: UNA ESTIMACIÓN CON EL
MÉTODO DE MALMQUIST, 2004-2009**

TESINA

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN ECONOMÍA**

PRESENTA:

RAÚL ESQUEDA MARTÍNEZ

DIRECTORA DE TESIS: DRA. FLOR BROWN GROSSMAN



Ciudad universitaria, México D.F. Febrero, 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres y a mis abuelos

Agradecimientos

A mis padres por ayudarme y guiarme en este camino acompañándome por mis etapas en mi educación, desde preescolar hasta la universidad, y en mi vida, sin ustedes no podría estar dónde estoy ahora, son ustedes los que me impulsaron por este camino con sus enseñanzas y, también, sus regaños, no podría estar aquí sin ustedes.

Mis hermanos por estar simplemente a mi lado y aunque no somos de las mismas aficiones, estamos los tres juntos, a veces enojándonos o sin hablarnos, pero yo sé que en cualquier momento estarán ahí conmigo.

La Universidad, la Facultad de Economía y sus profesores, que me formaron como economista, humano y crítico, gracias por las enseñanzas que me dieron durante este viaje de más de 5 años y brindarme las herramientas para ser un buen profesionalista.

A las Doctoras Flor Brown Grossman y Lilia Domínguez Villalobos por dejar ser parte de su proyecto de investigación, en el que llevo ya más de dos años, y ser mis guías en este trabajo, gracias por todo el apoyo y la paciencia.

Al Proyecto PAPIIT IN306911-3 “Los desafíos de la nueva política industrial en México” por la beca que tuve el honor de recibir para concluir mi tesina en el marco de sus líneas de investigación.

Mis amigos y amigas de “La Florida”, del Tec de Monterrey, de la Facultad, de la Universidad, de la UAM-X y todas mis amistades, que estuvieron conmigo y me brindaron su apoyo durante este camino, gracias por ser parte de mi vida.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	7
CAPITULO 1 MARCO TEÓRICO ÍNDICE MALMQUIST, ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	9
Introducción	9
1.1 Medición de la productividad.....	9
1.2 Metodología: Índice de Malmquist con orientación al producto.....	12
Conclusiones del capítulo.....	18
CAPÍTULO 2: ESTUDIOS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA.....	19
Introducción	19
2.1 Estimación de la PTF en la industria manufacturera de 1970 a 1999.	19
2.2 Estudios de la PTF en la Industria Manufacturera de 2000 a 2009.	24
Conclusiones del capítulo.....	29
CAPITULO 3: RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DE LA PTF.....	30
Introducción	30
3.1 Descripción de las variables de la estimación.....	30
3.2 Resultados de la Estimación 2004 – 2009.....	33
3.3 Trayectoria de la PTF.....	38
Conclusiones del capítulo.....	42
CONCLUSIONES	44
BIBLIOGRAFÍA	47

ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Figura 1 Método de Malmquist.....	13
Cuadro 1 Estudios de la PTF en la industria manufacturera de 1970 a 1999.....	23
Cuadro 2 Estudios de la PTF en la Industria Manufacturera de 2000 a 2009.....	27
Cuadro 3 Comparación de Estudios (autor y periodo).	28
Cuadro 4 Crecimiento del producto y de los insumos del sector manufacturero 2004-2009 (Tasa Anual de Crecimiento Promedio (%))	33
Cuadro 5 Resultados de la Estimación 2004 - 2009.....	34
Cuadro 6 Índices en la escala y eficiencia pura 2004 – 2009	36
Cuadro 7 PTF: Comportamiento de la eficiencia productiva y el cambio técnico 2004 – 2009.....	37
Cuadro 8 La PTF en dos periodos.....	38
Cuadro 9 La eficiencia en dos periodos.....	39
Cuadro 10 El cambio técnico en dos periodos.....	40
Cuadro 11 Comparación eficiencia productiva y cambio técnico en dos periodos.....	41
Cuadro 12 Número de industrias según eficiencia productiva y cambio técnico en dos periodos.....	42

INTRODUCCIÓN

La medición de la productividad es necesaria para el desarrollo de cualquier actividad económica, esto se traduce en las condiciones de vida de un país y en general en numerosos fenómenos económicos y sociales ya que, el incremento en la productividad provoca una "reacción en cadena" lo que implica una mejor calidad de los productos, precios más competitivos, estabilidad de los empleos, supervivencia de la empresa en los mercados y por lo tanto mayores beneficios y un mejor bienestar de la sociedad. (Pedraza, 1999)

Su medición es de gran importancia para un país, ya que una mayor productividad del sector empresarial generará un mayor valor agregado en sus productos que les permitirá tener una mayor competitividad (Franco, 2010).

En México se han realizado trabajos sobre la medición de la productividad, con distintos métodos. Algunos con estimaciones paramétricas, utilizando funciones de producción tipo Cobb-Douglas (Fragoso (2002) y De León (2008)) y otras no paramétricas con cálculos de índices de Malmquist y Tornqvist – Theil (Díaz-Bautista y Sáenz (2002) y Reyes y Bazdresch (2005)).

El objetivo de este trabajo es analizar la trayectoria de la productividad de la industria manufacturera en el periodo de 1988 a 2009. Para ello se estiman los índices de Malmquist de 2004 a 2009 con información de los Censos de 2004 y 2009. Para el periodo de 1988 a 1998 utilizamos el trabajo de Cid (2004), que tiene la misma técnica de estimación.

El presente trabajo expone, en el capítulo 1, de una descripción del índice del Malmquist, su método de cálculo, ventajas y limitaciones. Se continúa en el segundo capítulo con una revisión de las distintas metodologías para la medición de la Productividad Total de los Factores (PTF) utilizadas para la industria manufacturera mexicana, se presentan, dentro de este capítulo, los estudios del comportamiento de la PTF en México en dos periodos de 1970 a 1999 y de 2000 a 2009 con la intención de analizar sus diferencias en los métodos y sus resultados.

La parte más importante de este trabajo está en el tercer capítulo en el que se analizan los resultados de la estimación hecha para la PTF de la industria manufacturera mexicana utilizando la metodología de los índices de Malmquist con orientación del producto, con la información de los censos económicos del 2004 y 2009 del INEGI.

Los resultados obtenidos para el periodo 2004 – 2009 muestran cambios importantes en comparación con los de Cid (2004); mientras que en el primer periodo de 1988 a 1998 la PTF registra un crecimiento medio anual de 0.68%, para nuestro periodo de estudio de 2004 a 2009 se obtuvo una tasa de crecimiento medio anual negativa de -0.04%.

Encontrando distintas trayectorias para las ramas; por ejemplo, las industrias metálicas básicas y productos eléctricos, maquinaria y equipo tuvieron una trayectoria positiva durante los dos periodos, otro ejemplo son las químicas y otras industrias manufactureras que presentaron un crecimiento positivo en el primer periodo y uno negativo en el segundo; y por último las industrias de alimentos, bebidas y tabaco tuvieron un crecimiento negativo en ambos periodos.

Lo cual muestra la heterogeneidad de la industria y la disparidad en que los beneficios de la apertura se repartieron entre las ramas, junto con la falta de inversión en avances tecnológicos e investigación.

CAPITULO 1 ÍNDICE MALMQUIST, ASPECTOS METODOLÓGICOS

Introducción

La medición de la productividad tiene el objetivo de analizar la relación entre la producción de bienes y las cantidades de los insumos utilizados ya sea a nivel de empresas o industrias.

Algunas mediciones de la productividad son parciales, como la productividad del trabajo o del capital, que sólo toman en consideración la relación de estos factores en la producción. Por el contrario, las mediciones de la productividad total de los factores (PTF) incorporan a todos los factores productivos.

El propósito de este estudio, es cuantificar la PTF utilizando la información de los censos económicos del INEGI para los años 2004 y 2009, solamente la industria manufacturera a nivel de clases industriales.

Asimismo, se pretende realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos con estudios previos realizados con la misma metodología, con la intención de analizar el comportamiento de la PTF. El capítulo consta de dos secciones: en la primera se analizan algunos rasgos de las distintas mediciones de la productividad y en la segunda, se presentan las características generales del índice de Malmquist.

1.1 Medición de la productividad.

La productividad como señala Hernández Laos (2005) es *un concepto que por necesidad asocia el producto obtenido con los medios o recursos utilizados para lograrlo.*

Existen distintas medidas de productividad las cuales relacionan uno o varios factores con la producción ya sea de una empresa o industria. Así, la productividad parcial *se obtiene al dividir la producción total de la organización por un simple insumo* (Smith, 1993). Comúnmente se utilizan variables como energía, trabajo, materiales y capital. Estas medidas pueden ser utilizadas para *determinar cómo cada factor contribuye a la productividad general* (Smith, 1993).

En la literatura podemos encontrar dos medidas de productividad, la productividad parcial y la productividad total. La primera se obtiene al dividir la producción entre *un factor de producción*, (Miranda y Toirac, 2010). Entre estas medidas destacan la productividad del trabajo, del capital y la del uso de los materiales.

Ejemplos de medidas de productividad parcial son las siguientes:

$$\frac{\textit{Producción}}{\textit{Trabajo}}; \frac{\textit{Producción}}{\textit{Capital}}; \frac{\textit{Producción}}{\textit{Materiales}}; \frac{\textit{Producción}}{\textit{Energía}}$$

Sin embargo, estas medidas de productividad tienen sus propias ventajas y dificultades. Dentro de las ventajas, está el fácil cálculo de los índices y su comprensión, y además pueden ser una buena herramienta de diagnóstico para señalar áreas de mejoramiento de la productividad.

Lara (1951) menciona que; *la dificultad básica estriba en la imposibilidad de medir las contribuciones productivas de cada factor* y también se pueden presentar inconvenientes si sólo se consideran un subconjunto de los insumos utilizados, por lo que *las medidas parciales frecuentemente fracasan para tomar en consideración la naturaleza no homogénea de los insumos y productos* (Islas et.al., 2000).

La PTF es una relación entre la producción total y la suma de todos los insumos de esta producción, esta medida *refleja el funcionamiento de la combinación conjunta de todos los insumos para obtener la producción* (Volpentesta, 2002), podemos ilustrar esta relación de la siguiente manera:

$$\frac{\textit{Produccion total}}{\textit{Insumos totales}}$$

Una ventaja de esta medición es que se puede *construir un índice único promedio de los insumos y productos* (Islas, et.at., 2000), siempre y cuando toda la producción y los insumos sean cuantificables, además que permite llevar comparaciones entre las actividades industriales.

Sin embargo esta medida de productividad puede presentar dificultades que se refieren a la información de los datos de los insumos y el producto que se utilizan y en particular a la

dificultad de obtener los datos para cálculos cuando el objetivo de estudio es una empresa.

En la literatura, se encuentran distintos métodos para el cálculo de la PTF. Estas mediciones se pueden clasificar en dos grupos: las no paramétricas y las paramétricas, a continuación se explicaran las ventajas y dificultades de ambos métodos así como los principales supuestos de cada uno.

La ventaja de las estimaciones no paramétricas radica en que no requieren ningún supuesto sobre la forma de la función a estimar, ni acerca de la forma de la distribución de los residuos (Ferro et al 2011). Ejemplos de estas estimaciones se encuentran en los estudios de Brown y Domínguez (2004) y Reyes y Bazdresch (2005) que utilizan la metodología propuesta por Malmquist.

Por su parte, las ventajas de las estimaciones paramétricas residen en que, estos métodos permiten separar los efectos de distintas variables, y sus desventajas están en la necesidad de suponer un comportamiento a partir de las fronteras paramétricas, basado en los supuestos de: condiciones de competencia perfecta, cambio tecnológico neutral; funciones de producción homogéneas de primer grado y los concernientes a las funciones de producción agregada; en los supuestos acerca de las distribuciones estadísticas de los residuos y las dificultades para una correcta especificación del modelo a estimar. Ejemplos de estas estimaciones son los trabajos de Padilla y Guzman (2010), Fragozo (2002) y De León (2008).

Además de los problemas arriba señalados, debe mencionarse las dificultades inherentes a la elección y construcción de las variables, tanto para los insumos como para el producto; en las estimaciones paramétricas y en las no paramétricas.

Por ejemplo, *para el capital se tienen problemas en los supuestos teóricos de la agregación del capital, la medición de los servicios y las tasas de depreciación (Gómez, 2004).*

La variable producto *puede medirse tomando en consideración solo la producción de los bienes y servicios finales, es decir, empleando el concepto de Valor Agregado, o*

incluyendo también a los productos intermedios; en otras palabras, el producto puede medirse utilizando el Valor Bruto de la Producción (Brown, 1998), el problema estriba en la elección de la variable para la medición del producto.

1.2 Índice de Malmquist con orientación al producto.

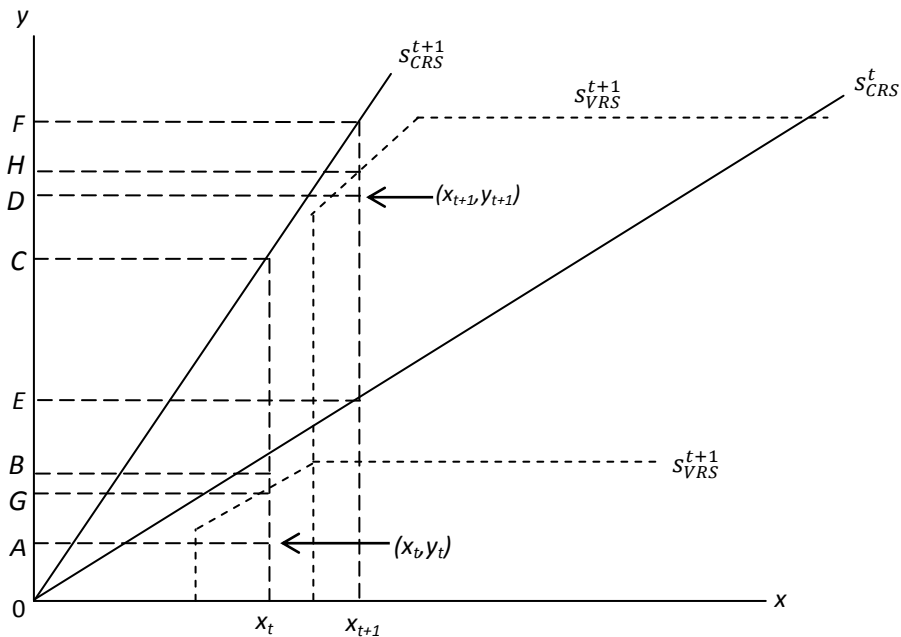
Como ya se ha señalado, existen mediciones de la productividad paramétricas y no paramétricas, para este estudio se utiliza una medición no paramétrica basada en la metodología que propone Malmquist (1953). Como mencionan Brown y Domínguez (2004): *a diferencia de las medidas tradicionales de la productividad factorial que suponen de manera implícita que la producción observada se encuentra sobre la frontera y por tanto la productividad coincide con el cambio técnico. La ventaja del índice de Malmquist sobre otros es que puede descomponerse en: cambios en la eficiencia técnica (en el sentido de Farrell, es decir, acercarse a la frontera) y cambios técnicos que resultan de la adopción de nuevas tecnologías. Adicionalmente, el índice no requiere el supuesto de rendimientos constantes a escala.*

El índice de productividad de Malmquist se basa en la información de cantidades de productos e insumos, *por lo que no se necesita información de precios en el modelo (Aldaz y Millán, 1996).*

Como menciona Färe et al (1994) estos índices se *pueden también descomponer en cambios en la eficiencia de escala y cambios de eficiencia pura, este a su vez mide los cambios en la eficiencia técnica bajo el supuesto de una tecnología con retornos variables a escala.*

La construcción del índice está basada en el concepto de las funciones distancia del producto para cada periodo de estudio, donde la tecnología es (S), el conjunto de insumos es $[x_t = (x_1, \dots, x_N)]$ y productos es $[y_t = (y_1, \dots, y_N)]$, la función distancia del producto en el periodo t es $D_o^t(x_t, y_t)$ que mide la máxima expansión de la producción que es posible alcanzar con un vector dado de insumos respecto a una función frontera. Para ilustrar el método seguimos el ejemplo de Fulginiti y Perrin (1997) que corresponde al caso de un producto (y) y un insumo (x) como se muestra en la Figura 1.

Figura 1 Método de Malmquist



Fuente: Fulginiti y Perrin (1997)

En la gráfica las fronteras de producción están trazadas con rendimientos constantes a escala (CRS) y variables a escala (VRS) para el periodo t y $t+1$. Los puntos A y D en el eje del producto (y) son puntos observados en los respectivos periodos. La función distancia $D_0^t(x_t, y_t)$ es la relación entre el producto alcanzado en el periodo t (OA) y el máximo posible dada la tecnología del periodo t (OB), es decir OA/OB , esta distancia es menor que uno, por lo tanto el punto A no es eficiente.

La función distancia $D_0^{t+1}(x_t, y_t)$ es la relación entre el producto alcanzado en el periodo t (OA) y el máximo posible dada la tecnología del periodo $t+1$ (OC), es decir OA/OC .

El índice de Malmquist mide el cambio en la PTF en dos periodos de tiempo para ello se utiliza el cociente de las distancias de cada punto en relación con una tecnología en común en el periodo $t+1$. Por tanto el cambio en la PTF con el índice Malmquist (orientado al producto) en el periodo ($t+1$) es:

$$M_0^{t+1}(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)} \quad (1.1)$$

Para la tecnología como referencia en el periodo base (t):

$$M_0^t(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^t(x_t, y_t)} \quad (1.2)$$

Las ecuaciones 1.1 y 1.2 con la notación $D_0^t(x_t, y_t)$ representan la distancia de la observación del periodo $t+1$ a la tecnología del periodo t , en los términos ya definidos, de tal forma si el valor de M_0 es mayor que uno, indica un crecimiento positivo de la PTF del periodo t al periodo $t+1$, si es menor que uno, indica una disminución.

A lo largo del tiempo se pueden dar mejoras en la PTF, lo que indica que el índice es mayor a uno, si hay un deterioro de la PTF implica un índice menor que uno y así para sus componentes. *Las mejoras a los componentes del índice son evidencia de “catching-up” hacia la frontera y mejoras en el componente de cambio tecnológico son evidencia de innovación* (Reyes y Bazdresch, 2005).

Färe et. al. (1994) señalan que estas dos ecuaciones (1.1, 1.2) son equivalentes si la tecnología es neutral en el sentido de Hicks, es decir, solo si las funciones distancia del producto pueden ser representadas como $D_0^t(x_t, y_t) = A(t)d_0(x_t, y_t)$ para todo el periodo base. Con el fin de evitar esta restricción o escoger arbitrariamente una de las dos tecnologías, el índice de Malmquist se define como la media geométrica de las expresiones anteriores, en el sentido de Fisher (1992) y Caves et. al. (1982):

$$M_0^{t+1}(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \left[\frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^t(x_t, y_t)} \times \frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1.3)$$

Las funciones distancia del índice pueden ser expresadas en un índice de cambio de la eficiencia técnica y el índice de cambio técnico:

$$M_0^t(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^t(x_t, y_t)} \left[\frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{D_0^t(x_t, y_t)}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1.4)$$

La expresión fuera de los corchetes es la medida de cambio en la eficiencia técnica del producto entre los dos periodos, la expresión dentro de los corchetes es el cambio técnico, es decir, la media geométrica del cambio en la tecnología entre los dos periodos.

En la figura 1 la eficiencia técnica es la relación entre la distancia del punto D con la frontera en el periodo $t+1$ y la distancia entre el punto A con la frontera del periodo t , es decir:

$$\frac{OD}{OF} \frac{OB}{OA}$$

Los cambios de la tecnología entre los dos periodos se miden a través de las distancias entre las fronteras de producción entre los periodos t y $t+1$. La primera relación mide la distancia del punto D con la frontera del periodo t y la distancia del mismo punto con la frontera en $t+1$, es decir:

$$\frac{OD}{OE} \div \frac{OD}{OF}$$

La segunda es una relación entre la distancia del punto A con la frontera en t y con la frontera en $t+1$, es decir:

$$\frac{OA}{OB} \div \frac{OA}{OC}$$

Al unir estas dos expresiones se obtiene el cambio técnico:

$$\left[\frac{OD}{OE} \frac{OA}{OB} \right]^{1/2} = \left[\frac{OD}{OF} \frac{OA}{OC} \right]^{1/2}$$

Al integrar los rendimientos constantes a escala (CRS) y variables a escala (VRS) Färe et. al. (1994) descompone el cambio en la eficiencia técnica en dos: la eficiencia de escala y la eficiencia técnica pura:

$$\text{Cambio de la eficiencia pura} = \frac{D_{0v}^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_{0v}^t(x_t, y_t)} \quad (1.5)$$

Cambio en la eficiencia de escala =

$$\left[\frac{D_{0v}^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}) / D_{0c}^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_{0v}^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}) / D_{0c}^{t+1}(x_t, y_t)} \times \frac{D_{0v}^t(x_{t+1}, y_{t+1}) / D_{0c}^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_{0v}^t(x_{t+1}, y_{t+1}) / D_{0c}^t(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1.6)$$

En la ecuación 1.6, implica asumir un cociente de dos funciones distancia con rendimientos constantes de escala (c) y el denominador de ambas funciones con rendimientos variables de escala (v), el primer componente es la media geométrica de dos medidas de cambio de la eficiencia de escala, es decir, de la tecnología en el periodo $t+1$ y el segundo componente es respecto a la tecnología en el periodo t .

La medida de eficiencia pura bajo el supuesto de rendimientos variables a escala (VRS) mide las distancias para los puntos D y A :

$$\frac{OD}{OH} \frac{OG}{OA}$$

Para medir los cambios en la productividad que provienen de las modificaciones a escala se consideran las distancias con respecto al punto A tomando en consideración las dos fronteras y los rendimientos constantes y variables a escala:

$$\frac{OA}{OG} \frac{OA}{OB}$$

De igual manera para el punto D :

$$\frac{OD}{OF} \frac{OD}{OH}$$

Simplificando las expresiones anteriores:

$$\frac{\frac{OA}{OG} \frac{OD}{OF}}{\frac{OA}{OB} \frac{OD}{OH}} = \frac{OB}{OG} \frac{OH}{OF}$$

Esto último quiere decir la distancia entre las fronteras de producción con rendimientos constantes a escala y con rendimientos variables a escala tomando como referencia el eje del producto y .

Para el análisis de la eficiencia, la técnica construye una frontera basada en los datos de los insumos y productos, que es la frontera máxima alcanzable, cada unidad de análisis es comparada con esta frontera, cuanto más cerca este de la frontera, más se aproxima a la eficiencia, si se encuentra sobre la frontera es eficiente.

Mientras más se desplace este límite hacia afuera y hacia arriba de un periodo a otro, mayor cambio tecnológico habrá. Ello debido a que es la innovación el factor que desplaza la frontera. Para el cálculo de cada uno de los componentes del índice se utilizará el Análisis Envoltente de Datos (DEA).

El DEA es una técnica no paramétrica de programación lineal para estimar una frontera. Charnes *et al* (1978), proponen un modelo asumiendo rendimientos constantes a escala en donde x son los insumos, y el producto, n son las clases industriales, donde para obtener la estimación se calcula un vector de producto u definido por y^*1 y un vector v de insumos x^*1 , esto para obtener los puntos de la frontera:

$$\begin{aligned} & \max_{u,v} (u'y_i/v'x_i) \\ \text{st } & \frac{u'y_i}{v'x_i} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n, \\ & u, v \geq 0. \end{aligned} \tag{1.7}$$

Esto implica encontrar valores para u y v en donde se maximice la eficiencia, para ello se busca que el resultado de esta estimación debe de ser menor o igual a uno, sin embargo, este resultado puede tener un número infinito de soluciones, para resolver esto proponen una restricción $v'^{x_i} = 1$, esto queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & \max_{\mu,v} (\mu', y_i), \\ \text{st } & v', x_i = 1, \\ & \mu' y_j - v' x_j \leq 0, j = 1, 2, \dots, n, \\ & \mu, v \geq 0, \end{aligned} \tag{1.8}$$

Esta transformación de u y v a μ y ν nos sirve para poder resolver el problema de programación lineal para “envolver” los datos y resolver de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & \max_{\phi, \lambda} \phi, \\ \text{st } & -\phi y_i + y\lambda \geq 0, \\ & x_i - x\lambda \geq 0, \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned} \tag{1.9}$$

Donde ϕ es un escalar y λ es un vector de constantes definido por $n \times 1$, se utiliza esta metodología para resolver DEA ya que requiere pocas restricciones y como resultado el valor de ϕ será la eficiencia de cada clase industrial, si esta cumple con la condición $\phi \leq 1$ indica que ese punto es técnicamente eficiente.

Conclusiones del capítulo

En esta investigación se utilizará el método de Malmquist debido a sus ventajas como son: la descomposición de la productividad en: eficiencia técnica, cambio técnico, eficiencia en escala y eficiencia pura; a diferencia de otros métodos paramétricos y no paramétricos que no ofrecen esta posibilidad.

El índice de Malmquist, nos ofrece ventajas con respecto a las estimaciones paramétricas como son: el hecho de no ser necesario suponer una forma funcional de la función de producción; no requiere el supuesto de rendimientos constantes a escala; tampoco es necesario información de los precios de los insumos ni del producto, ya que la estimación es posible con la información de cantidades en las que están medidas las variables.

Sin embargo, la principal desventaja estriba en la información de las variables a utilizar en la estimación, ya que es difícil obtenerla a nivel de empresa o unidad económica. Otra dificultad se refiere a las elecciones de las variables que se utilizan para la estimación y las metodologías con las que están calculadas, otra, como menciona Lanteri (2002), es que si existen shocks desfavorables para la economía, la metodología del índice tomara esto como una ineficiencia.

CAPÍTULO 2: ESTUDIOS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

Introducción

El objetivo de este capítulo es analizar los resultados de investigaciones recientes en el tema de la productividad en México, en particular, el interés se centra en su metodología y resultados.

Para ello se separaron los estudios del comportamiento de la PTF en México en dos periodos el primero de 1970 a 1999 y el segundo de 2000 a 2009 en atención a los métodos utilizados y los distintos resultados de las distintas investigaciones. Para el primer periodo se analizan los trabajos de Díaz-Bautista y Sáenz (2002), Fragoso (2002), Reyes y Bazdresch (2005) y De León (2008) y para el segundo los estudios de Brown y Domínguez (2013) y Bernal y Salgado (2007)

2.1 Estimación de la PTF en la industria manufacturera de 1970 a 1999.

De acuerdo con Díaz-Bautista y Sáenz (2002) la PTF de 1985 a 1995 creció a una tasa de 2.83% en el total por regiones. Por su parte Fragoso calcula las siguientes tasas de crecimiento 0.3 % en el periodo de 1970 a 1979, -3.5% de 1980 a 1983, 4.1% de 1984 a 1989 5.0% de 1990 a 1994 y 0.8% en el periodo de 1995 a 1998. Reyes y Bazdresch (2005) observan que el 46.3% del total de la planta productiva del país tuvo avances significativos en el crecimiento de la PTF. Estas tasas difieren de las calculadas por De León (2008) que estima una tasa de crecimiento de la PTF negativa de -2.1% de 1970 a 1985, de 6.72%, para el periodo de 1985 a 1993, de -0.89% para el periodo de 1993 a 2004 y para todo el periodo que va de 1970 a 2004 una tasa de 0.7%. Como se observa en el Cuadro 1 estas diferencias se deben a los diferentes métodos para calcular la PTF y sus distintas bases de información como explicamos más adelante.

Al observar el Cuadro 1 destaca el hecho de que no existe consenso en cuanto al método para la estimación de la PTF. Dos autores utilizan métodos paramétricos, estiman con funciones de producción (Fragoso (2002) y De León (2008)) y dos no paramétricos

(Reyes y Bazdresch (2005) y Díaz-Bautista y Sáenz (2002)) estiman índices de Malmquist y de Tornqvist – Theil.

Como se observa en el Cuadro 1 estos métodos son utilizados tanto para periodos cortos como largos. Así, Fragoso (2002) y De León (2008) analizan un periodo largo, el primero de 1970 a 1998 y el segundo de 1970 a 2004. Mientras que Díaz-Bautista y Sáenz (2002) y Reyes y Bazdresch (2005) estudian un periodo más corto, de 1985 a 1995 el primero y de 1994 a 1999 el segundo.

Debido a eso los resultados tampoco son comparables debido a que las fuentes de información no son las mismas. Reyes y Bazdresch (2005) y De León (2008) utilizan los Censos Económicos, Díaz-Bautista y Sáenz (2002) los Censos Industriales y Fragoso (2002) la Encuesta Industrial Anual (EIA).

Las variables que se utilizaron en cada caso son distintas, aún en los estudios que utilizaron la misma fuente de información. Así por ejemplo Díaz-Bautista y Sáenz (2002) para el cálculo del índice de Tornqvist-Theil utilizaron el costo total de trabajo – que lo calcula con el promedio de los salarios anuales multiplicado por el promedio anual de trabajadores para cada región – los acervos de capital integrado por los insumos de capital – la renta de maquinaria y equipo, el uso de electricidad, las rentas de edificios, los intereses, etc. y maquinaria – y el producto se refiere al valor bruto que se registra en los censos.

Fragoso (2002) para estimar la función de producción utiliza para sus primeros cinco periodos como variable dependiente el valor agregado y como independientes la variación conjunta en el uso del capital y el trabajo medido en horas-hombre, para una estimación y mientras que en la otra estimación incluye además de lo anterior la apertura comercial, la inversión extranjera directa, el gasto en investigación y la capacitación laboral.

Reyes y Bazdresch (2005) para estimar el índice de Malmquist utilizan la producción bruta total, el personal ocupado total y los activos fijos netos. En cambio, De León (2008) para estimar la función de producción utiliza el total de activos fijos, valor agregado censal bruto y empleo promedio anual.

Los resultados de la PTF obtenidos por los estudios recientes de la productividad son distintos (Cuadro 1). Así Díaz-Bautista y Sáenz (2002) dividen al país en cinco regiones: grandes ciudades, norte, central, oeste y resto del país y el total del país. Los autores muestran que en el periodo de 1985 a 1995 la región de grandes ciudades tiene una PTF (2.14%) más alta que el total del país (0.73%). Además las regiones norte y oeste tienen un crecimiento de la PTF de 4.66% y 5.80% respectivamente, dos veces más altas que el resto del país. Con estos resultados se concluye que en efecto existe una divergencia en el crecimiento de la PTF entre las regiones del norte y del sur de México.

De León (2008) hace una regionalización similar a la del autor anterior, divide al país en cinco regiones: centro, grandes ciudades, norte frontera, occidente y resto y el total del país, para el primer periodo de 1970 – 1985 muestra que se dio una contracción en el crecimiento de la PTF en todas las regiones (-2.1%). Por el contrario, de 1985 a 1993 se registró un crecimiento de la PTF en todas las regiones (6.72%). De acuerdo con este autor este crecimiento se explica por la apertura comercial, el uso intensivo de capital, la baja incorporación del trabajo y una mejora de los factores productivos, las regiones que registraron el mayor crecimiento de la PTF fueron la región de las grandes ciudades y la norte frontera.

De 1993 a 2004 el mismo autor encuentra que se dio un estancamiento de la PTF y una tasa negativa para las regiones de las grandes ciudades (-4.21%), contrastando con las regiones norte frontera y occidente con tasas positivas de PTF de 2.06% y 3.7% respectivamente, en su última estimación de 1970 a 2004 la región de grandes ciudades es la única que tiene una tasa positiva de crecimiento en la PTF de 0.88%.

Fragoso (2002) estimó cinco funciones de producción una para cada una de sus periodos 1970 a 1979, 1980 a 1983, 1984 a 1989, 1990 a 1994 y 1995 a 1998 utilizando la clases industriales de la EIA. En el primer periodo muestra que hasta 1980 se registró un crecimiento de la PTF y en los tres primeros años de la década de 1980 una contracción, para el periodo de 1984 a 1994 creció la PTF por la apertura comercial que tuvo el país y de 1994 a 1998 la PTF presentó una desaceleración. Para la estimación tomando en cuenta la apertura comercial, considera el periodo de 1980 a 1998 con datos en panel y

encuentra que la apertura comercial ha contribuido al crecimiento de la PTF para este periodo.

Reyes y Bazdrech (2005) estiman índices de Malmquist para: subsectores, entidades federativas y regiones del país, de 1994 a 1999. Sus resultados muestran que los índices con mayor crecimiento de la PTF fueron los de productos metálicos, maquinaria y equipo, textiles, prendas de vestir e industrias del cuero, productos alimenticios, bebidas y tabaco, sustancias químicas, derivados del petróleo y carbón, hule y plástico, las entidades federativas que tuvieron un mayor crecimiento de la PTF son Baja California Sur, Campeche, San Luis Potosí, Querétaro, Tlaxcala, Tabasco y Sonora. En cuanto a las regiones: 1) fronteriza, 2) principales ciudades del centro, 3) región sur y 4) no incluidos en otras, destacan por su alto porcentaje de observaciones con mayores cambios de la PTF dos regiones la fronteriza (49.26) y la región sur (48.63). Por último los subsectores que presentaron un mayor porcentaje de observaciones con mayor cambio en la PTF (por ejemplo Industrias Metálicas Básicas con 60.62%) son aquellos que tuvieron una mayor participación en la producción bruta total de la industria.

Cuadro 1 Estudios de la PTF en la industria manufacturera de 1970 a 1999

Autor(es)	Método	Periodo	Información	Variabes	Resultados
Díaz-Bautista y Sáenz (2002)	Índices de Tornqvist - Theil de PTF.	1985 - 1995.	Censos de industriales 1985, 1993 y 1995.	Costo total del trabajo, Acervos de capital, Producto.	Existen regiones que tienen el doble de crecimiento de la PTF, región norte y central, que el resto del país en conjunto.
Fragoso (2002)	Función de Producción Cobb-Douglas.	1970 – 1979, 1980 – 1983, 1984 – 1989, 1990 – 1994, 1995 – 1998. 1980 – 1998.	Encuesta Industrial Anual (EIA).	Valor agregado, Variación Conjunta en el uso del Capital y el Trabajo (horas-hombre). Agrega la IED, gasto en investigación y desarrollo y capacitación laboral.	En el conjunto de estos periodos se observó una desaceleración en el crecimiento de la PTF. La apertura comercial ha contribuido al crecimiento de la PTF en la industria manufacturera.
Reyes y Bazdresch (2005)	Índice de Productividad de Malmquist.	1994 – 1999	Censos Económicos de 1994 y 1999.	Producción Bruta Total, Personal Ocupado Total y Activos Fijos Netos.	Las clases industriales que presentaron una mayor PTF, eficiencia y cambio tecnológico son las que tienen mayor producción bruta total en cada sub sector
De León (2008)	Función de Producción Cobb-Douglas.	1970 – 1985 1985 – 1993 1993 – 2004 1970 – 2004	Censos Económicos de 1970, 1985, 1994 y 2004.	Total de Activos Fijos, Valor Agregado Censal Bruto y Empleo Promedio Anual.	En el primer periodo hay un decrecimiento de la productividad, en el segundo periodo se incrementa la productividad y en el último se pierde dinamismo. Región de grandes ciudades es la única con crecimiento en la PTF.

Fuente: Elaboración propia en base a Díaz-Bautista y Sáenz (2002), Fragoso (2002), Reyes y Bazdresch (2005) y De León (2008)

2.2 Estudios de la PTF en la Industria Manufacturera de 2000 a 2009.

Para analizar el comportamiento de la PTF en la industria manufacturera mexicana durante este periodo analizamos los trabajos de Brown y Domínguez (2013) y Salgado y Bernal (2007). Ambos estudios utilizaron como fuente la Encuesta Industrial Anual (EIA) del INEGI.

Salgado y Bernal (2007) analizan el comportamiento de la PTF de la industria manufacturera mexicana con la estimación de funciones de producción con varias combinaciones de insumos. Estiman una función de producción tipo Cobb-Douglas con el método generalizado de momentos (GMM). De la siguiente manera:

$$Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\alpha i} L_{it}^{\beta i}; \quad i = 1, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T. \quad (2.1)$$

Donde Y es la cantidad de producto, A es un parámetro de productividad, K es el capital y L es el trabajo, α y β es la elasticidad del producto con respecto a su factor correspondiente, i es la clase industrial y t es el tiempo. Añaden una función de producción general para el estudio, agregando la electricidad (E) y el transporte (T):

$$Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\alpha i} L_{it}^{\beta i} E_{it}^{\gamma t} T_{it}^{\lambda t} \quad (2.2)$$

Para obtener la productividad multifactorial (MFP) de la ecuación anterior (2.2), se resuelve A y se calcula para cada año:

$$A_{it} = \frac{Y_{it}}{K_{it}^{\alpha t} L_{it}^{\beta t}}$$

Tomando logaritmos a la ecuación 2.2 queda un residual en el que se puede descomponer en diferencias de productividad para cada clase, las variaciones de la productividad en el tiempo y también en un error idiosincrático:

$$y_{it} = \alpha k_{it} + \beta l_{it} + a_{it} \quad (2.3)$$

Las minúsculas son los logaritmos de la función de producción (2.3), el residual a_{it} lo consideran como la medida de PTF, para el GMM asumen que a_{it} puede ser dividida en:

$$a_{it} = \eta_i + \eta_t + u_{it} \quad (2.4)$$

Donde η_i captura las diferencias de la productividad para cada clase industrial en el tiempo, η_t es el tiempo promedio de las variaciones en la productividad y u_{it} mide las variaciones en la productividad en cada clase industrial, ésta última expresión también mide un ajuste o la existencia de variables omitidas.

La estimación no se basa en establecimientos, empresas o compañías, ya que cada dato corresponde a una clase por lo que se está asumiendo que todos los establecimientos tienen términos similares en los procesos de manufactura, tecnología, etc.

Sus resultados muestran que las ramas que tuvieron un mayor crecimiento de la PTF son computación y productos electrónicos (25.4) y petróleo (22.9), los que tienen menor son equipo de transporte (7.4) y madera y productos de madera (5.6).

Brown y Domínguez (2013) utilizan los índices de Malmquist para analizar la evolución de la productividad de la industria manufacturera mexicana en dos periodos, de 1994 a 2002 y de 2003 a 2009, para la estimación de la productividad toman como variables para el producto el valor agregado y para los insumos los acervos de capital y el total del personal ocupado.

Toman una sub muestra con aquellas empresas que tuvieron actividad económica durante el periodo de estudio, por lo que quedo integrada por un total de 1 656 empresas en el primer periodo y 3 165 en el segundo periodo.

Los resultados muestran que la PTF en el segundo periodo de estudio fue menor (0.98) que en el primer periodo (1.00), mencionan que la crisis de 2008-2009 afectó de manera importante la productividad, en los dos periodos el cambio técnico tiene una mayor influencia sobre el comportamiento de la PTF, los índices mayores de la PTF ocurren cuando coinciden las mejoras del cambio técnico con las de la eficiencia.

Para el primer periodo las industrias que tienen un crecimiento de la PTF fueron madera y productos de madera (1.18), automotriz (1.03), hule y plástico (1.02), minerales no metálicos (1.02), bebidas y tabaco (1.01) y química y productos químicos (1.01), las que tuvieron mayor eficiencia fueron madera y productos de madera (1.17), cuero y calzado

(1.04), productos metálicos (1.02), alimentos (1.01), confección y otros textiles (1.01) y metálicos básicos (1.00), el cambio técnico se presento en todos los ramas industriales o se mantuvo.

Para el segundo periodo las ramas que tuvieron un mayor crecimiento de la PTF fueron automotriz (1.02), equipo de transporte (1.01) y química y productos químicos (1.00), en cuanto a la eficiencia solamente la rama de hule y plástico (1.05) tiene una mejoría, en el cambio técnico las industrias textiles (1.08), equipo de transporte (1.05), química y productos químicos (1.03), equipo eléctrico y electrónico (1.02), minerales no metálicos (1.01) y metálicos básicos (1.01) tuvieron un crecimiento.

Cuadro 2 Estudios de la PTF en la Industria Manufacturera de 2000 a 2009.

Autor(es)	Método	Periodo	Variables	Información	Resultados
Brown y Domínguez (2013)	Índice de Productividad de Malmquist.	1994 – 2002 2003 – 2009	Valor agregado, Acervos de Capital y Personal de Trabajo.	Encuesta Industrial Anual (EIA)	PTF menor en el segundo periodo, mayor cambio técnico que eficiencia en ambos periodos.
Salgado y Bernal (2007)	Método Generalizado de Momentos (GMM).	1996 – 2003	Producto, empleo, inversión, consumo de electricidad, gasto en transporte, adopción de la tecnología, concentración, intensidad del capital humano y exportaciones.	Encuesta Industrial Anual (EIA)	Computación y Productos Electrónicos y Petróleo son los subsectores con mayor crecimiento de PTF, a nivel de industria las ramas de Computación y Productos Electrónicos, Petróleo, Madera y Equipo Eléctrico tienen la mayor tasa media de crecimiento.

Fuente: Elaboración propia en base a Salgado y Bernal (2007) y Brown y Domínguez (2013).

Al comparar los resultados para el periodo de 1994 a 2002 de Brown y Domínguez (2013) con los de Salgado y Bernal (2007) para 1996 a 2003 se observan coincidencias y discrepancias. Entre las coincidencias destaca que las industrias química y bebidas y tabaco se encuentran entre los primeros cinco lugares. Entre las discrepancias destaca que mientras que en el estudio de Brown y Domínguez (2013) la industria automotriz tienen el primer lugar en el de Salgado y Bernal (2007) está en el séptimo y que las industrias de los textiles y minerales no metálicos no coinciden entre los primeros cinco lugares de estos trabajos, las coincidencias son pocas. Por último, se observa en el mismo cuadro que con excepción de la industria automotriz y la química hay grandes diferencias en el lugar que ocupan los sectores de acuerdo con el crecimiento de su PTF en los dos periodos considerados por Brown y Domínguez.

Cuadro 3 Comparación de Estudios (autor y periodo).

Lugar PTF	Brown y Domínguez (1994 - 2002)	Brown y Domínguez (2003-2009)	Salgado y Bernal (1996 - 2003)
1	Madera y prod. madera	Automotriz	Computación y productos electrónicos
2	Automotriz	Equipo de transporte	Petróleo y carbón
3	Hule y plástico	Química y prod. químicos	Química
4	Minerales no metálicos	Bebidas y tabaco	Alimentos, bebidas y tabaco
5	Bebidas y tabaco	Textiles	Maquinaria
6	Química y prod. químicos	Minerales no metálicos	Equipo eléctrico
7	Alimentos	Alimentos	Automotriz
8	Papel, imprentas y editoriales	Confección y otros textiles	Otras industrias
9	Metálicos básicos	Cuero y calzado	Minerales no metálicos
10	Otras industrias	Hule y Plástico	Papel, imprentas y editoriales
11	Textiles	Madera y prod. madera	Metálicos básicos
12	Confección y otros textiles	Equipo eléctrico y electrónico	Textiles, vestido, cuero y calzado
13	Cuero y calzado	Otras industrias	Equipo de transporte
14	Productos metálicos	Papel, imprentas y editoriales	Madera y prod. madera
15	Maquinaria no eléctrica	Maquinaria no eléctrica	–
16	Equipo eléctrico y electrónico	Metálicos básicos	–

Fuente: Elaboración propia en base a Salgado y Bernal (2007) y Brown y Domínguez (2013).

Conclusiones del capítulo.

Como podemos ver en los distintos estudios, no hay consenso para la estimación de la PTF en los métodos, ni en las variables utilizadas. Sin embargo, estos estudios proporcionan una idea de la trayectoria de la productividad.

Tampoco existe coincidencia en las fuentes de información, las cuales tienen distintas estimaciones para las variables que utilizan los autores para realizar sus estimaciones, de ello resulta que tengan discrepancias y algunas coincidencias en sus resultados.

Otro problema son los periodos, si bien en alguno de los estudios coinciden en los años de estudio, tienen distintos métodos y variables para las estimaciones, además los periodos largos como en el caso de De León (2008), pueden ser no significativos, ya que la industria manufacturera en nuestro país ha atravesado por distintos momentos.

Los distintos métodos y períodos utilizados en diferentes estudios dificultan la comparación y la periodización. Pero si se pueden observar las tendencias que hay dentro de la industria manufacturera y cuáles de estas han crecido en el comportamiento de la PTF.

Estas tendencias dentro de la industria manufacturera corresponden al desempeño de la PTF, en las que encontramos que las industrias automotrices, químicas y bebidas y tabaco se encuentran en los primeros lugares de crecimiento de la PTF, en cambio las industrias de cuero y calzado, maquinaria no eléctrica y la industria de la madera presentan tasas de crecimiento negativas de la PTF.

CAPITULO 3: RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DE LA PTF.

Introducción

El objetivo de este capítulo es, presentar los resultados de la estimación hecha para la PTF de la industria manufacturera mexicana, utilizando la metodología de los índices de Malmquist con orientación del producto, utilizando la información de los censos económicos del 2004 y 2009 del INEGI.

En el primer inciso se presentan las variables que se utilizaron para la estimación del producto y los insumos así como su dinámica. En el segundo apartado, se exponen los resultados obtenidos de la PTF, la eficiencia productiva, el cambio técnico, la eficiencia en la escala y la eficiencia pura a nivel de ramas industriales destacando sus diferencia, así como, los principales cambios en la escala y el cambio técnico de las ramas industriales.

En la tercera sección, se realiza una comparación con un trabajo previo realizado con los censos económicos de 1988 a 1998 (Cid, 2004), con el fin de observar el desempeño que ha tenido la industria en un periodo de más largo alcance. Las reflexiones finales se encuentran en el último apartado.

3.1 Descripción de las variables de la estimación.

Para la estimación, se utilizaron datos de 286 clases industriales de los censos económicos de 2004 y 2009 del INEGI. Para el caso del insumo trabajo se utilizó la variable personal ocupado total. Como medida del capital la variable valor de los activos fijos. En el caso del producto para medirlo se utilizó el valor agregado censal bruto. A continuación se presenta la descripción de cada una de las variables.

a) Insumo Trabajo:

Para la estimación de la PTF el insumo trabajo puede presentar dos problemas: *El primero se refiere a la necesidad de encontrar una forma de medir este insumo con la menor posibilidad de sesgo. Ya sea utilizando el número de personas empleadas o a las horas-hombre efectivamente trabajadas; y el segundo tiene que ver con la necesidad de ponderar o no este insumo, tomando en cuenta sus diversas calificaciones* (Escalante, 1996).

Dentro de la información de los censos económicos, no hay una medida de las horas-hombre, se reporta sólo el personal ocupado total y tampoco se reportan las distintas calificaciones de los trabajadores, por lo que no es posible evitar los sesgos arriba mencionados. Por tanto, la PTF puede estar sobre o sub estimada. Otro problema con esta información es que se incluye al personal no remunerado. Es decir, *se incluye tanto al personal contratado directamente por la razón social como al personal ajeno suministrado por otra razón social, que trabajó para la unidad económica, sujeto a su dirección y control, y que cubrió como mínimo una tercera parte de la jornada laboral de la misma* (INEGI, 2009). Por tanto es posible que exista por esta razón, una sobrestimación del personal ocupado y es probable que la PTF esté subestimada.

b) Insumo Capital:

Este insumo tiene mayor dificultad para su medición, debido que el capital no es un factor homogéneo y tiene distintas mediciones. Por ejemplo en el estudio de Brown y Domínguez (2004) y Salgado y Bernal (2007), el acervo del capital que utilizan los autores está calculado con la metodología de inventarios perpetuos que consiste en una actualización periodo a periodo del capital inicial demandado cada año.

Por el contrario, Reyes y Bazdresch (2005) utilizan los activos fijos netos definidos como *el valor de todos aquellos bienes muebles e inmuebles, propiedad de la unidad económica, que coadyuvan a la realización de la producción, comercialización, prestación de servicios, extracción y beneficio de minerales y construcción, entre otras, así como actividades complementarias y auxiliares de las mismas, y cuya vida útil es superior a un año* (INEGI, 2004).

Para esta estimación se utilizó el valor de los activos fijos¹, para los dos censos, que se define como *el valor actualizado de todos aquellos bienes propiedad de la unidad económica —cuya vida útil es superior a un año— que tienen la capacidad de producir o proporcionar las condiciones necesarias para la generación de bienes y servicios. Incluye: los activos fijos propiedad de la unidad económica alquilados a terceros; los que utiliza normalmente la unidad económica, aun cuando sean asignados temporalmente a otras*

¹ Estos valores se deflactaron con el deflactor implícito del PIB en base a 2003

unidades económicas de la misma empresa; los que produce la unidad económica para uso propio y los activos fijos que obtuvo en arrendamiento financiero. Excluye: los activos fijos que utilizan normalmente otras unidades económicas de la misma empresa; los activos fijos en arrendamiento puro; las reparaciones menores de los activos fijos; los gastos por reparación y mantenimiento corriente (INEGI, 2004).

Su valoración parte del valor actual o costo de reposición de los activos fijos, tomando en consideración las condiciones en las que se encontraban al 31 de diciembre del año de referencia, es decir, tomando en cuenta la pérdida de valor por su uso u obsolescencia, así como los cambios por variaciones en los precios y el tipo de cambio. *Al tomar esta variable para la estimación de la PTF se sobreestima el valor del capital ya que incluye la depreciación (Cid, 2004).*

c) Producto:

En el caso del producto existen dos conceptos para las estimaciones de la PTF, el valor agregado y el valor bruto de la producción, el primero solo considera la producción de bienes y servicios finales, con lo que se evita una doble contabilización, el segundo incluye los bienes finales y los productos intermedios. La utilización de uno u otro concepto depende del objetivo de la investigación.

Para esta estimación se utilizó el valor agregado², ya que permite realizar comparaciones sectoriales de cuantificación agregada. Con ello se evita los posibles sesgos que surgen de utilizar el valor bruto de la producción, Brown (1998) menciona que, *al elegir el valor bruto de la producción puede subestimarse el crecimiento de la productividad, aun en el caso que los insumos sean complementarios y la participación del valor bruto de la producción sea constante. Esta subestimación dependerá de: i) la magnitud de la elasticidad de sustitución entre los factores productivos; ii) la participación de insumos intermedios en el valor bruto de la producción y, iii) los cambios en los precios de los insumos intermedios.*

En los censos, se define al valor agregado como *el valor de la producción que se añade durante el proceso de trabajo, por la actividad creadora y de transformación del personal ocupado, el capital y la organización (factores de la producción), ejercida sobre los*

² El valor agregado se deflactó también con el índice implícito del PIB con base 2003

materiales que se consumen en la realización de la actividad económica. Aritméticamente, el Valor Agregado Censal Bruto (VACB) resulta de restar a la Producción Bruta Total el Consumo Intermedio; se le llama bruto porque no se le ha deducido el consumo de capital fijo (INEGI, 2009).

3.2 Resultados de la Estimación 2004 – 2009.

En este apartado, se analizarán las tasas de crecimiento de las variables elegidas para esta estimación y los resultados del índice de Malmquist correspondientes para cada rama de la industria manufacturera. Al final de este apartado se incluye una comparación con el trabajo de Cid (2004).

En el Cuadro 4 se muestran las tasas de crecimiento para el periodo de 2004 a 2009 del valor agregado, los activos fijos y el personal ocupado. Los resultados muestran que el Valor Agregado creció un 0.01%, el Personal Ocupado un 1.90% y los Activos tienen una contracción de -3.02%.

Cuadro 4 Crecimiento del producto y de los insumos del sector manufacturero 2004-2009 (Tasa anual de crecimiento promedio (%))

Industria	Personal Ocupado	Activos Fijos	Valor Agregado
Industria alimenticia	2.88	-2.03	6.03
Bebidas y tabaco	0.26	4.39	-4.23
Insumos textiles	-1.38	-13.85	-6.08
Textiles, no prendas de vestir	4.64	-2.71	-5.42
Prendas de vestir	-0.85	-10.39	-4.35
Cuero y calzado	5.76	0.94	-0.33
Industria de la madera	-0.09	-6.27	-7.54
Industria del papel	-2.30	-6.31	-6.53
Impresión y conexas	1.99	0.23	-2.84
Petróleo	-5.83	-12.07	-0.08
Químicas	3.83	-1.93	3.99
Plástico y hule	1.70	-0.07	-0.79
Minerales no metálicos	3.14	2.73	-4.62
Metálicas básicas	3.81	-9.15	18.88
Productos metálicos	4.61	-0.59	2.84
Maquinaria y equipo	-2.02	-3.29	-4.44
Equipo de computo	0.38	-7.59	-1.21
Eléctricos	6.61	9.59	3.18

Industria	Personal Ocupado	Activos Fijos	Valor Agregado
Transporte	8.38	2.88	6.99
Muebles	3.63	-4.27	-3.29
Otras industrias	2.13	-3.70	-3.13
Industria Manufacturera	1.97	-3.02	-0.62

Fuente: Elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004 y 2009, INEGI

Se puede observar un comportamiento atípico en el caso de la Industria Metálica Básica, en el que el Valor Agregado tiene un crecimiento de 18.88% esto se debe a que *durante el periodo de 2004 a 2009 se hicieron inversiones por un valor de 9,779 millones de dólares* (Secretaría de Economía, 2012). Además, la Cámara Nacional del Acero (CANACERO, 2013) menciona que, *esta inversión fue destinada a la reposición, rehabilitación, actualización, mantenimiento y ampliación de los activos y dentro del sector se dio un periodo de fusiones de empresas*, todo ello resultó en este elevado crecimiento.

Los resultados del Cuadro 5 son los correspondientes a la estimación de la PTF se presentan por sub sector, recordemos que el índice de Malmquist se interpreta de la siguiente manera: si el índice resultante es mayor a la unidad, quiere decir que hubo un crecimiento de la PTF, en el caso contrario se presenta un decremento.

Cuadro 5 Resultados de la Estimación 2004 – 2009

División	PTF	Eficiencia	Cambio Técnico
Industria alimenticia	1.03	0.68	1.71
Bebidas y tabaco	0.74	0.58	1.27
Insumos textiles	1.08	0.88	1.23
Textiles, no prendas de vestir	0.85	1.51	0.57
Prendas de vestir	1.06	0.66	1.61
Cuero y calzado	0.81	0.93	0.87
Industria de la madera	0.87	1.14	0.77
Industria del papel	0.79	0.89	0.89
Impresión y conexas	0.84	1.04	0.80
Petróleo	0.90	0.90	1.53
Químicas	1.14	0.87	1.30
Plástico y hule	0.93	1.32	0.71
Minerales no metálicos	0.68	1.48	0.46
Metálicas básicas	2.82	1.17	2.40
Productos metálicos	1.07	1.26	0.84
Maquinaria y equipo	0.82	1.08	0.75

División	PTF	Eficiencia	Cambio Técnico
Equipo de computo	1.22	1.12	1.09
Eléctricos	0.75	0.75	1.00
Transporte	1.08	0.93	1.15
Muebles	0.79	1.41	0.56
Otras industrias	0.88	0.92	0.96
Industria Manufacturera	0.96	0.97	1.03

Fuente: Elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004 y 2009, INEGI

Como podemos observar durante este periodo la industria manufacturera obtuvo un índice de 0.96, lo que significa que en su conjunto no tuvo un crecimiento de la PTF, destacan con el mayor crecimiento la industria de metálicas básicas (2.82), equipo de computo (1.22) y la industria química (1.14), las que tuvieron el menor crecimiento fueron la industria eléctrica (0.75), bebidas y tabaco (0.74) y minerales no metálicos (0.68).

Al observar los componentes del índice, podemos ver que la industria manufacturera tuvo un índice menor a la unidad en la eficiencia y mayor en el cambio técnico, esto implica que sí se introdujeron nuevas tecnologías en la industria pero son pocas las ramas industriales que se acercan a la frontera o no lo hacen, pero se observa que existen industrias que tienen un cambio mayores a uno en la eficiencia y en el cambio técnico, como lo son las industrias metálicas básicas con (1.17) (2.40) y equipo de cómputo con (1.12) (1.09), respectivamente; las industrias que tienen cambios menores a uno en ambos componentes, como son la industria de cuero y calzado con (0.93) (0.87), las otras industrias con (0.92) (0.96) y la industria del papel con (0.89) (0.89), respectivamente.

Al descomponer el índice de la eficiencia en los índices de eficiencia pura y escala, el índice de eficiencia pura, cuando es mayor a la unidad, significa que las industrias están aprovechando las mejores tecnologías para su producción y sucede lo contrario cuando es menor a la unidad. El índice en la escala cuando es mayor que uno, es un indicador de rendimientos crecientes, caso contrario cuando es menor a uno lo que significa rendimientos decrecientes.

En el Cuadro 6 se observa que el índice de escala de la industria manufacturera (1.22), es mayor que el de eficiencia pura (0.79), lo que significa que la función de producción del sector se desplazó pero no se aprovecharon las tecnologías por parte del conjunto de las industrias debido a que la mayor parte de ellas no se acercaron a la frontera tecnológica.

Destacan con mayor índice de escala y menor de eficiencia la industria del papel (3.02) (0.29), muebles (2.64) (0.53) y bebidas y tabaco (2.24) (0.26), las industrias que tienen un comportamiento opuesto son químicas (0.24) (3.58), maquinaria y equipo (0.59) (1.83) y petróleo (0.62) (1.47).

Cuadro 6 Índices en la escala y eficiencia pura 2004 – 2009

División	Escala	E. pura
Industria alimenticia	1.64	0.42
Bebidas y tabaco	2.24	0.26
Insumos textiles	1.20	0.73
Textiles, no prendas de vestir	1.14	1.33
Prendas de vestir	1.07	0.62
Cuero y calzado	0.98	0.96
Industria de la madera	1.67	0.68
Industria del papel	3.02	0.29
Impresión y conexas	2.10	0.50
Petróleo	0.62	1.47
Químicas	0.24	3.58
Plástico y hule	1.51	0.88
Minerales no metálicos	2.07	0.72
Metálicas básicas	1.03	1.14
Productos metálicos	1.33	0.95
Maquinaria y equipo	0.59	1.83
Equipo de computo	0.68	1.64
Eléctricos	0.96	0.78
Transporte	1.19	0.78
Muebles	2.64	0.53
Otras industrias	1.48	0.62
Industria Manufacturera	1.22	0.79

Fuente: Elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004 y 2009, INEGI

En el Cuadro 7 se presenta el comportamiento de ramas, organizado en grupos de la industria manufacturera, tomando en consideración su eficiencia y cambio técnico. En el primer cuadrante A, están las ramas que registraron tasas crecimiento positivas tanto de la eficiencia como del cambio técnico destacan: los fertilizantes, industrias básicas de hierro y acero, vehículos automotores, aceites y grasas comestibles, y química básica.

En el siguiente cuadrante B a la derecha, están las ramas con cambio técnico positivo y eficiencia negativa destacan: petróleo y derivados, equipo y material de transporte,

productos metálicos estructurales, carrocerías, equipos y aparatos eléctricos, aparatos electro-domésticos, preparación de frutas y legumbres y productos farmacéuticos.

En el cuadrante C, están las ramas con cambio técnico negativo y eficiencia positiva, ejemplos son: productos a base de minerales no metálicos, productos de hule, muebles metálicos, artículos de plástico y maquinaria y equipo no eléctrico. Por último, en el cuadrante D están las ramas con eficiencia negativa y cambio técnico negativo: otras Industrias, cuero y calzado, maquinaria y aparatos eléctricos.

Cuadro 7 PTF: Comportamiento de la eficiencia productiva y el cambio técnico 2004 – 2009.

		EFICIENCIA PRODUCTIVA	
		<u>Positivo</u> CUADRANTE A RAMAS	<u>Negativo</u> CUADRANTE B RAMAS
<u>Positivo</u>		Fertilizantes Industrias básicas de metales no ferrosos Beneficio y molienda de café Vehículos automotores Industrias básicas de hierro y acero Aceites y grasas comestibles Química básica Equipos y aparatos electrónicos Petroquímica básica	Productos a base de minerales no metálicos Hilados y tejidos de fibras duras Vidrio y productos de vidrio Productos de hule Muebles metálicos Otros productos metálicos, excepto maquinaria Otros productos químicos Artículos de plástico Otros productos de madera y corcho Cemento hidráulico Maquinaria y equipo no eléctrico Imprentas y editoriales
	<u>CAMBIO TÉCNICO</u>	RAMAS Petróleo y derivados Papel y cartón Equipo y material de transporte Cerveza y malta Molienda de trigo Hilados y tejidos de fibras blandas Productos metálicos estructurales Tabaco Carrocerías, motores Equipos y aparatos eléctricos Alimentos para enmales Otros productos alimenticios Resinas sintéticas y fibras químicas Prendas de vestir	RAMAS Aserraderos, triplay y tableros Otras industrias manufactureras Cuero y calzado Jabones, detergentes y cosméticos Maquinaria y aparatos eléctricos
	<u>Negativo</u>		

EFICIENCIA PRODUCTIVA	
<u>Positivo</u>	<u>Negativo</u>
Aparatos electro-domésticos	
Bebidas alcohólicas	
Preparación de frutas y legumbres	
Molienda de maíz	
Carnes y lácteos	
Refrescos y aguas	
Azúcar	
Productos farmacéuticos	
CUADRANTE C	CUADRANTE D

Fuente: Elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004 y 2009, INEGI

3.3 Trayectoria de la PTF

En este apartado, se realizara una comparación con en el trabajo de Cid (2004) para el periodo de 1988 a 1998 en el que se incluirán la PTF, el cambio técnico y la eficiencia y los movimientos que tuvieron las ramas del Cuadro 7.

En las comparaciones de la PTF, eficiencia y cambio técnico se agruparon de acuerdo con los subsectores que son compatibles entre esta investigación y los tomados en consideración por Cid (2004), las diferencias se presentan en el Cuadro 8.

Las estimaciones de Cid muestran que la evolución de la PTF de la industria manufacturera tuvo una tasa media de crecimiento anual de 0.68 de 1988 a 1998, mientras que de acuerdo con nuestros cálculos entre 2004 y 2009 la tasa es negativa de -0.04. En los dos periodos las industrias con tasas de crecimiento positivas de la PTF son metálicas básicas y productos metálicos, maquinaria y equipo.

Cuadro 8 La PTF en dos periodos.

PTF	1988 - 1998	2004 - 2009
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	-0.04	-0.13
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	0.02	-0.06
Industria de la madera y productos de madera	0.18	-0.17
Papel, productos de papel, imprentas y editoriales	0.71	-0.19

PTF	1988 - 1998	2004 - 2009
Sustancias químicas, derivados del petróleo, productos de hule y plástico	1.20	-0.01
Productos de minerales no metálicos, exceptuando derivados del petróleo y carbón	1.06	-0.32
Industrias metálicas básicas	1.44	1.82
Productos metálicos, maquinaria y equipo	0.11	0.03
Otras industrias manufactureras	1.83	-0.12
Sector Manufacturero	0.68	-0.04

Fuente: Cid (2004), elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004 y 2009, INEGI

En el caso de la eficiencia (Cuadro 9), Cid (2004) estima un crecimiento de 0.82, en cambio para el periodo de 2004 a 2009 hay una tasa negativa de -0.03. Esto implica que las industrias están cada vez más alejadas de las frontera tecnológica. Solamente mantuvieron una tasa de crecimiento en la eficiencia positiva metálicas básicas y productos metálicos, maquinaria y equipo.

Cuadro 9 La eficiencia en dos periodos.

Eficiencia	1988 - 1998	2004 - 2009
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	0.59	-0.37
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	0.45	-0.05
Industria de la madera y productos de madera	0.89	0.27
Papel, productos de papel, imprentas y editoriales	-0.13	-0.04
Sustancias químicas, derivados del petróleo, productos de hule y plástico	-0.11	0.01
Productos de minerales no metálicos, exceptuando derivados del petróleo y carbón	0.11	0.48
Industrias metálicas básicas	3.25	0.17
Productos metálicos, maquinaria y equipo	1.88	0.09
Otras industrias manufactureras	0.47	-0.08
Sector Manufacturero	0.82	-0.03

Fuente: Cid (2004), elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004 y 2009, INEGI

En el Cuadro 10 se muestran las variaciones del cambio técnico, en los que encontramos que, para el periodo de 1988 a 1998 se registró una tasa de crecimiento media anual de -0.13 y para el siguiente periodo un crecimiento positivo aunque pequeño de 0.03. Esto sugiere que el cambio técnico que hemos calculado con el desplazamiento de la frontera de producción ha sido relativamente pequeño en la industria. Solamente la industria química mantuvo un crecimiento en los dos periodos. Destacan en el último periodo con tasas positivas metálicas básicas (1.40) y productos alimenticios, bebidas y tabaco (0.47).

Cuadro 10 El cambio técnico en dos periodos.

Cambio Técnico	1988 - 1998	2004 - 2009
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	-0.63	0.47
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	-0.47	-0.01
Industria de la madera y productos de madera	-1.06	-0.35
Papel, productos de papel, imprentas y editoriales	0.84	-0.15
Sustancias químicas, derivados del petróleo, productos de hule y plástico	1.31	0.12
Productos de minerales no metálicos, exceptuando derivados del petróleo y carbón	0.94	-0.54
Industrias metálicas básicas	-1.74	1.40
Productos metálicos, maquinaria y equipo	-1.74	-0.05
Otras industrias manufactureras	1.36	-0.04
Sector Manufacturero	-0.13	0.03

Fuente: Cid (2004), elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004 y 2009, INEGI

En el Cuadro 11 se presentan las ramas que se mantuvieron en los mismos cuadrantes descritos anteriormente en el Cuadro 7. Se puede observar que en el cuadrante de cambio técnico positivo con eficiencia positiva (cuadrante A) se mantuvieron las siguientes ramas: fertilizantes, química básica, petroquímica básica y equipos y aparatos electrónicos. En el cuadrante con cambio técnico positivo y eficiencia negativa (cuadrante B) se mantuvieron: muebles metálicos, maquinaria y equipo no eléctrico, otros productos

metálicos y otros productos de madera y corcho. En el cuadrante con cambio técnico negativo y eficiencia positiva (cuadrante C) se ubicaron: resinas sintéticas y fibras químicas, productos farmacéuticos, papel y cartón e hilados y tejidos de fibras blandas. Por último en el cuadrante con eficiencia negativa y cambio técnico negativo (cuadrante D) no hay industrias que mantuvieran este comportamiento.

Cuadro 11 Comparación eficiencia productiva y cambio técnico en dos periodos.

		EFICIENCIA PRODUCTIVA	
		<u>Positivo</u>	<u>Negativo</u>
CAMBIO TÉCNICO	<u>Positivo</u>	CUADRANTE A RAMAS Fertilizantes Química básica Petroquímica básica Equipos y aparatos electrónicos	CUADRANTE B RAMAS Muebles metálicos Maquinaria y equipo no eléctrico Otros productos metálicos, excepto maquinaria Otros productos de madera y corcho
	<u>Negativo</u>	RAMAS Resinas sintéticas y fibras químicas Productos farmacéuticos Papel y cartón Hilados y tejidos de fibras blandas	RAMAS
		CUADRANTE C	CUADRANTE D

Fuente: Cid (2004), elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004 y 2009, INEGI

Estos resultados muestran el dinamismo de la industria manufacturera. Si bien cuatro ramas se mantuvieron en la misma posición en los cuadrantes A, B y C, el resto cambiaron de cuadrante. Así por ejemplo Otras Industrias Manufactureras y Jabón Detergentes y Cosméticos cambiaron del cuadrante A al D, Productos Metálicos Estructurales, Alimentos para Animales, Preparación de Frutas y Legumbres, Bebidas Alcohólicas cambiaron del C al D. Productos de Hule, Cemento Hidráulico y Productos a Base de Minerales no Metálicos se ubicaron del cuadrante A al B.

En suma, podemos observar (Cuadro 12) que las industrias que se tienen en los dos periodos para cada cuadrante, los cambios que resaltan se dan en el cuadrante B que para el periodo de 1988 a 1998 eran 7 y 12 en 2004 a 2009, las ramas que obtuvieron cambio técnico positivo con eficiencia positiva (cuadrante A) en el periodo de 1988 a 1998

eran 12 a 9 de 2004 a 2009. Es decir, las ramas con cambio técnico y eficiencia positiva disminuyeron y aumentaron aquellas con cambio técnico positivo pero eficiencia negativa.

Cuadro 12 Número de industrias según eficiencia productiva y cambio técnico en dos periodos.

CAMBIO TÉCNICO	<u>Positivo</u>	<u>Positivo</u> CUADRANTE A RAMAS 1988 - 1998 12 2004 - 2009 9	<u>Negativo</u> CUADRANTE B RAMAS 1988 - 1998 7 2004 - 2009 12
	<u>Negativo</u>	RAMAS 1988 - 1998 24 2004 - 2009 22 CUADRANTE C	RAMAS 1988 - 1998 5 2004 - 2009 5 CUADRANTE D

Fuente: Cid (2004), elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004 y 2009, INEGI

Conclusiones del capítulo

En el periodo de 2004 a 2009 se observa una contracción en la tasa de crecimiento de la PTF para la industria manufacturera, a diferencia de la trayectoria de Cid (2004) de 1988 a 1998 que tiene una tasa de crecimiento positiva.

Analizando los componentes de la estimación, para los últimos censos muestra una disminución de los activos fijos, un crecimiento pequeño del valor agregado y un crecimiento del personal ocupado.

Este comportamiento puede ser explicado por varios factores, como menciona De Maria *et al* (2013), la insuficiencia de inversión, tanto en acervos físicos que incorporan avances tecnológicos, como en actividades de investigación y desarrollo tecnológico.

Como podemos observar en los resultados negativos de la PTF, es importante señalar las crisis que ha pasado el país en los últimos años han afectado a la dinámica de la industria

en general. Las políticas económicas dirigidas a la industria manufacturera que se han llevado a cabo han sido insuficientes para el crecimiento de la productividad, lo que por consiguiente hace que las industrias manufactureras dejen de ser competitivas.

CONCLUSIONES

En esta investigación se utilizó el método de Malmquist debido a que permite descomponer la productividad total de los factores en eficiencia técnica, cambio técnico, eficiencia en escala y eficiencia pura; a diferencia de otros métodos paramétricos y no paramétricos.

Además, este índice ofrece otras ventajas con respecto a las estimaciones paramétricas como son el hecho de no ser necesario suponer una forma funcional de la función de producción. Asimismo, no requiere el supuesto de rendimientos constantes a escala, tampoco es necesaria información de los precios de los insumos ni de producto ya que la estimación es suficiente con la información de cantidades en las que se encuentran las variables.

Sin embargo, la principal desventaja del método estriba en la dificultad para obtener información de las variables empleadas en la estimación a nivel de empresa o unidad económica. Otra dificultad se refiere a la selección de las variables que se utilizan para la estimación y las metodologías con las que están calculadas. Por ejemplo si se toma como producto al Valor Agregado o a la Producción Bruta el índice puede estar subestimado o sobrestimado o bien si se incluye en la estimación al Capital Bruto en lugar del Neto también pueden darse sesgos en la estimación del índice. Por último, retomando lo que menciona Lanteri (2002), *cuando existen cambios desfavorables para la economía, la metodología del índice tomara esto como una ineficiencia.*

En la revisión de los distintos estudios de la productividad de la industria manufacturera no existe consenso para la estimación de la PTF, ni en los métodos, ni en las variables utilizadas, sin embargo proporcionan una idea de la trayectoria de la productividad.

Tampoco existe coincidencia en las fuentes de información, ni en el método que utilizan los distintos autores para presentar los resultados de sus estimaciones, lo que resulta en discrepancias en los mismos.

En cuanto a los resultados de nuestra estimación, la PTF disminuyó su crecimiento en el periodo de 2004 a 2009. Respecto a las ramas de la industria, las que tuvieron un crecimiento positivo de la PTF fueron metálicas básicas, equipo de cómputo y la industria química. Estas ramas coinciden en su comportamiento con los estudios de Bernal y

Salgado (2007), Brown y Domínguez (2013) y Reyes y Bazdresch (2005) ocupando los primeros lugares en estos estudios.

En la descomposición del índice en la eficiencia y el cambio técnico, nuestros resultados estiman una tasa de crecimiento negativa para la eficiencia y una tasa de crecimiento positiva para el cambio técnico, como resultado de la introducción de nuevas tecnologías. Sin embargo, como muestran los resultados de la eficiencia son pocas las ramas industriales que se acercan a la frontera de producción, las industrias con ambos componentes positivos son metálicas básicas y equipo de cómputo, en cambio las industrias con resultados negativos son cuero y calzado, otras industrias y la industria del papel.

En relación al índice de escala y eficiencia pura para la industria manufacturera, el primero tiene una tasa de crecimiento positiva y el segundo una tasa de crecimiento negativa, lo que significa que la función de producción del sector se desplazó pero no se aprovecharon las tecnologías por parte del conjunto de las industrias debido a que la mayor parte de ellas no se acercaron a la frontera tecnológica; las industrias con mayor índice de escala y menor de eficiencia fueron la industria del papel, muebles y bebidas y tabaco.

Los resultados muestran que la trayectoria de PTF de la industria manufacturera mexicana de 1988 a 2009 tiene un comportamiento inestable. Mientras que en el primer periodo (1988 a 1998) la tasa de crecimiento es positiva, para el segundo (2004 a 2009) es negativa. Sólo tres industrias registraron una tasa de crecimiento positiva en los dos periodos; Metálicas Básicas y Productos Metálicos, Maquinaria y Equipo.

En cuanto a la eficiencia, fue posible constatar que las industrias están cada vez más alejadas de la frontera tecnológica ya que en el primer periodo la tasa de crecimiento fue positiva y negativa en el segundo. La excepción fueron dos industrias: productos de minerales no metálicos – exceptuando derivados del petróleo y carbón –, y la industria de la madera y productos de madera.

En contraste, los resultados en cuanto al cambio técnico muestran una tendencia creciente, con una tasa de crecimiento negativa en el primer periodo y positiva en el segundo. Tres industrias registraron una tendencia creciente en el tiempo: fueron metálicas básicas y productos alimenticios, bebidas y tabaco.

No es la intención de este trabajo explicar las razones de este comportamiento de la PTF y sus componentes, el objetivo es aportar al diagnóstico de la estimación de la PTF y su trayectoria, para así dejar las interrogantes antes mencionadas para futuras investigaciones.

Por ejemplo, algunos autores como De Maria et al (2013), señalan la insuficiencia de inversión, tanto en acervos físicos que incorporan avances tecnológicos, como en actividades de investigación y desarrollo tecnológico, como factor para el comportamiento de la productividad.

Sánchez (2011) también señala *la falta de inversión sobre todo pública en la industria manufacturera ha sido insuficiente junto con la caída del financiamiento bancario*. El Centro de Estudios de Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados (2012) enfatiza que *no existe una política industrial más agresiva que incentive el incremento de la producción, por lo que el objetivo de potenciar la productividad y competitividad fue limitado*.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aldaz, Natalia, Millán, Joaquín A. (1996). "Comparación de medidas de productividad total de los factores en las agriculturas de las comunidades autónomas españolas. *Revista española de economía agraria*, Nº. 178, pp. 73-114.
2. Brown Grossman, Flor, Domínguez Villalobos, Lilia. (2004). "Evolución de la productividad en la industria mexicana: una aplicación con el método Malmquist". *Investigación Económica*, vol. LXIII, 249, julio-septiembre, pp. 75-100.
3. Brown Grossman, Flor, Domínguez Villalobos, Lilia. (2013). "Productividad: reto de la industria mexicana". *Comercio Exterior*, Vol. 63, Núm. 3, Mayo y Junio de 2013
4. Brown Grossman, Flor. (1998). *Productividad y cambio técnico: un análisis metodológico*. Universidad Nacional Autónoma de México.
5. CANACERO, (2013). *Perfil de la Industria Siderúrgica en México*. Cámara Nacional de la Industria de Hierro y Acero.
6. Censos Económicos INEGI, 2004.
7. Censos Económicos INEGI, 2009.
8. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. (2012). *Evolución del desempeño del Sector Industrial, 2007 -2012*. Cámara de Diputados.
9. Charnes, A., Cooper, W.W. y Rhodes, E. (1978). "Measuring the efficiency of decision marking units. *European Journal of Operations Research* , 2. Pp429-444.
10. Cid Carmona, Ismael. (2004). *Comportamiento de la PTF en México: una estimación con el método Malmquist, 1988-1998*. Tesis Licenciatura (Licenciado en Economía)-UNAM, Facultad de Economía.
11. De León Arias, Adrián. (2008). Cambio regional del empleo y productividad manufacturera en México. El caso de la frontera norte y las grandes ciudades: 1970-2004. *Frontera Norte*, vol. 20, núm. 40, julio-diciembre, 2008, pp. 79-103.
12. De Maria y Campos, Mauricio, Domínguez Villalobos, Lilia, Brown Grossman, Flor, Sánchez Vargas, Armando. (2013). *El desarrollo de la industria mexicana en su encrucijada*. Universidad Iberoamericana, Facultad de Economía-UNAM.
13. Díaz–Bautista, Alejandro y Jorge Saénz. (2002). "Productividad total factorial y el crecimiento económico en México", *Economía y Desarrollo*, 1 (1), Universidad Autónoma de Colombia, Bogotá, pp. 105–180.

14. Escalante Jiménez, José, Baltazar Roque, Idelfonso. (1996). "Productividad total de los factores en la industria manufacturera de Michoacán 1970 – 1993". *Economía y Sociedad*. No. 2, Julio-diciembre.
15. Färe, Griffel, Grosskopf y Novell.(1995). *Biased Technical Change and the Malmquist Productivity Index*. Department of Economics, Southern Illinois University.
16. Ferro, Gustavo, Lentini, Emilio, Romero, Carlos A. (2011). *Eficiencia y su medición en prestadores de servicios de agua potable y alcantarillado*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
17. Frago Pastrana, Edna C. (2002). "Apertura comercial y productividad en la industria manufacturera mexicana". *Economía Mexicana*. Nueva Época, vol. XII, núm. 1, pp. 5-38, CIDE.
18. Franco Sánchez, Laura Myriam. (2010). "La productividad en la industria manufacturera como determinante del crecimiento económico: estado de Hidalgo, 1999-2004". *Cambio Social Ante Procesos De Desarrollo*. Universidad Autónoma de Hidalgo.
19. Fulginiti, L.E. y R.K. Perrin. (1997). "LDC Agriculture Nonparametric Malmquist Productivity Indexes", *Journal of Development Economics*, 53, pp. 373-390.
20. Gómez Sánchez, Andrés Mauricio. (2004). "Productividad multifactorial del sector manufacturero del Cauca 1993-2006". *Revista Sociedad y Economía*, núm. 20, pp. 243-265.
21. Hernández Laos, Enrique. (2005). "La productividad en México. Origen y distribución, 1960 – 2002". *Economía UNAM*, 2(5). Pp. 8-21.
22. Islas Rivera, Víctor; Torres Vargas, Guillermo; Rivera Trujillo, César. (2000). *Productividad en el transporte mexicano*. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte.
23. Lanteri, Luis N. (2002). *Productividad, desarrollo tecnológico y eficiencia. La propuesta de los índices Malmquist*. Reunión de la Asociación Argentina de Economía Política XXXVII.
24. Lara Beautell, Cristóbal. (1951). "La productividad en la industria manufacturera". *El trimestre económico*, Vol. 18.1951, 1, p. 56-75. Fondo de Cultura Económica.
25. Malmquist, Sten. (1953). *Index Numbers and Indifference Surfaces*. Trabajos de Estadística, 4, pp. 209-242.
26. Miranda, Jorge y Toirac, Luis. (2010). "Indicadores de productividad para la industria dominicana". *Ciencia y Sociedad*, vol. XXXV, núm. 2, abril-junio, pp. 235-290.

27. Padilla Hermida, Ricardo, De la Paz Guzmán Plata, María. (2010). Productividad total de los factores y crecimiento manufacturero en México: un análisis regional, 1993-2007. *Análisis Económico*, vol. XXV, núm. 59, 2010, pp. 155-178.
28. Pedraza Rendón, Oscar Hugo. (1999). "Un enfoque sistémico sobre factores determinantes de la productividad". *Economía y Sociedad*. No. 5, Enero-junio.
29. Reyes, Ángel, Bazdresch, Carlos. (2005). *El cambio en la productividad manufacturera en México: 1994 – 1999. El enfoque de los índices de Malmquist en industrias, estados y regiones*. División de Economía, Documento de Trabajo, núm. 313. CIDE.
30. Salgado Banda, Héctor, Bernal Verdugo, Lorenzo E. (2007). *Multifactor Productivity and its Determinants: An Empirical Analysis for Mexican Manufacturing*. Banco de México. Mayo.
31. Sánchez Juárez, Issac Leobardo. (2011). *Insuficiencia dinámica y estancamiento económico en México, 1982-2010*. Colección Investigación en Ciencias Sociales y Administrativas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
32. Secretaria de Economía. (2012). *Monografía del sector siderúrgico de México, 2011*. Dirección General de Industrias Pesadas y Alta Tecnología.
33. Smith, Elizabeth A. (1993). *Manual de productividad: Metodos y actividades para involucrar a empleados en el mejoramiento de la productividad*. Buenos Aires: Macchi.
34. Volpentesta, Jorge Roberto. (2002). *Análisis y gestión de la productividad: el camino hacia el mejoramiento de la rentabilidad y competitividad de las empresas*. Osmar D. Buyati Librería editorial.