

LA PRODUCTIVIDAD, RETO DE LA INDUSTRIA MEXICANA

Flor Brown y Lilia Domínguez*



Fuente: <http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1102745>

Atres décadas del inicio de un nuevo modelo de desarrollo, el crecimiento de la productividad sigue siendo el gran reto de la economía mexicana. En estimaciones recientes se muestra que entre 1987 y 2002 la productividad laboral o de los factores ha tenido un crecimiento muy bajo o negativo.¹ Este trabajo continúa en la línea de medición y análisis de la productividad con el objetivo de utilizar el índice de la productividad factorial (PTF) de Malmquist para analizar la evolución de la productividad de la industria manufacturera mexicana

entre los periodos 1994-2002 y 2003-2009.²

Las medidas tradicionales de la productividad factorial suponen de manera implícita que la producción observada se encuentra sobre la frontera de producción. De este modo se asume que no hay ineficiencia y por tanto la productividad coincide con el cambio técnico. La ventaja del índice de Malmquist respecto de otros es que puede aportar información sobre los cambios en la eficiencia técnica (en el sentido de Farrell, es decir, acercarse a la frontera) y los cambios técnicos que resultan de

*Flor Brown es Doctora en Ciencias Económicas de la Universidad Autónoma Metropolitana y miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel III. Lilia Domínguez es Doctora en Ciencias Económicas de la Universidad Autónoma Metropolitana y miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel III.

¹ Enrique Hernández Laos, *Evolución de la productividad total de los factores en la economía mexicana (1970-1989)*, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, México, 1993.

² Flor Brown y Lilia Domínguez, "Evolución de la productividad en la industria mexicana: una aplicación con el método de Malmquist", *Investigación Económica*, México, 2004; "The Dynamics of Productivity Performance in Mexican Manufacturing: 1984-1990", *The Developing Economics*, vol. XXXII, núm. 3, 1994; y "Productividad en grandes y pequeños establecimientos con distintas intensidades en la utilización de insumos", *Economía Mexicana*, vol. VII, núm. 1, México, 1998. Sten Malmquist, "Index Numbers and Indifference Surfaces", *Trabajos de Estadística*, vol. 4, 1953, pp. 209-242.

la adopción de nuevas tecnologías.³ Además, el índice de Malmquist no requiere el supuesto de rendimientos constantes a escala.

En nuestra opinión es fundamental distinguir entre la dinámica de la productividad, el cambio técnico y los cambios en la escala y la eficiencia, dado que cada aspecto puede requerir una medida de política económica distinta. Por ejemplo, altas tasas de adopción de nuevas tecnologías pueden coexistir con pérdidas de eficiencia. Lo anterior puede reflejarse en cambios negativos en la productividad total de los factores. En este caso, las políticas para mejorar la tasa de crecimiento de la productividad deben dirigirse hacia la difusión, el adiestramiento y la asimilación del nuevo proceso productivo y no de manera exclusiva al proceso tecnológico. Lo contrario es también posible: que no esté presente el cambio técnico en los cambios en la productividad total de los factores, sino sólo mejoras de eficiencia. Por tanto, sería necesario aplicar una política de desarrollo tecnológico.

La intención de este trabajo es analizar la dinámica de la PTF y sus componentes a partir de 1994, año en que entra en vigor el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), y hasta el último año para el que se cuenta con información: 2009. Estudios anteriores para los periodos 1984-1993 y 1994-1996 muestran un crecimiento de la PTF para el primer periodo y un virtual

estancamiento para el segundo, lo cual confirmaba la hipótesis de Fajnzylber y Lederman que señala que la PTF es mayor en los periodos de reformas económicas y decrece en los que estas reformas son menores.⁴

La fuente de información es la Encuesta Industrial Anual (EIA), que permite estimar sus propios acervos de capital. Empero, esta encuesta cambió de cobertura a partir de 2003, lo que imposibilita hacer la estimación ininterrumpida a lo largo de estos años y por tanto fue necesario hacer un corte en 2002 y calcular por separado la PTF en dos periodos, uno que va de 1994 a 2002 y el otro de 2004 a 2009.

A diferencia de estimaciones anteriores, en que la base eran las clases industriales, en este trabajo se examina la dinámica de la productividad con una muestra constante de empresas a lo largo del periodo, para lo cual se construyó una submuestra de establecimientos de la EIA con aquellos con actividad durante los respectivos periodos de estudio.⁵ De esta manera, la submuestra quedó integrada por 1 656 establecimientos en el primer periodo y 3 165 en el segundo. Por tanto, debe tenerse en consideración que el comportamiento del valor agregado, el empleo, el capital y la PTF que se presentan en este documento se refieren a estos establecimientos y no al total de ellos de la EIA.

Del total de establecimientos de esta submuestra, 49% son medianos y 35% son grandes en el primer periodo; en el segundo

periodo la proporción es de 41 y 22 por ciento, respectivamente (véase el cuadro 1), es decir, los establecimientos pequeños están en minoría. La explicación puede encontrarse en el alto grado de rotación de establecimientos de escalas pequeñas.

La submuestra constituye 75% del valor agregado del total de los establecimientos de la EIA del primer periodo y 80% del segundo; para el personal ocupado los porcentajes son 70 y 90; y para los acervos de capital 80 y 75. Los resultados que se presentan más adelante muestran, por tanto, el comportamiento de un grupo importante de los establecimientos de la Encuesta Industrial Anual

El análisis parte de una reflexión de las condiciones macroeconómicas y las políticas económicas más importantes que se instrumentaron en los dos periodos anotados, que se presenta en el primer apartado del documento. En el segundo se expone la metodología para el cálculo de la PTF. Las diferencias en las características de la PTF, el cambio técnico y la eficiencia en los dos periodos se encuentran en la tercera parte, y el último se dedica a las conclusiones.

DOS PERIODOS DE ANÁLISIS

Después de once años de ajuste macroeconómico, de políticas de desregulación y de apertura comercial y financiera de la economía, los resultados fueron la baja de la inflación, un crecimiento exponencial del comercio exterior y un avance moderado del producto.

En el primer periodo de estudio, que comprende los años de 1994 a 2002, se puso

CUADRO 1. MÉXICO: TAMAÑO DE LOS ESTABLECIMIENTOS, 1994-2002 Y 2003-2008

Tamaño de la empresa	Número de trabajadores	1994-2002		2003-2008	
		Establecimientos	Porcentajes	Establecimientos	Porcentajes
Micro	1-10	14	1	273	9
Pequeña	11-50	245	15	888	28
Mediana	51-250	819	49	1 307	41
Grande	más de 250	579	35	697	22
Total		1 656	100	3 165	100

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Encuesta Industrial Anual, varios años, México.

³ M. J. Farrell, "The Measurement of Productivity Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, Serie A, 1957, pp. 253-281.

⁴ Pablo Fajnzylber y Daniel Lederman, "Economic reforms and total factor productivity growth in Latin America and the Caribbean (1950-95) - an empirical note", Policy Research Working Paper Series, 2114, The World Bank, 1999.

⁵ Damos las gracias al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) por los cálculos realizados a nivel de establecimiento y por los valiosos comentarios acerca de nuestros resultados, hechos durante un seminario en esta institución.



Fuente: <http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1019699>

en marcha el TLCAN y se firmaron tratados de libre comercio con otras regiones, sobre todo la Unión Europea. Coincide también con una época de auge en Estados Unidos, lo cual permitió a la economía mexicana remontar la crisis de 1995 y crecer de forma ininterrumpida hasta 2000, con un alto crecimiento de la inversión extranjera (8.1%) y de las exportaciones (20%).

En la medida en que el crecimiento de las exportaciones estuvo acompañado de un acelerado aumento de las importaciones, que en su mayor parte están constituidas por insumos, se profundizó la desarticulación de las cadenas productivas que se inició con la apertura. Por otra parte, el lento crecimiento del empleo no incentivaba a los sectores que atendían el mercado interno, lo cual se agravó con la caída abrupta del

crédito. Era un entorno en el cual sólo las grandes empresas (aquellas con más de 250 empleados) lograban crecer y, de hecho, fue el único estrato que aumentó su participación en términos de empleo y valor agregado.⁶

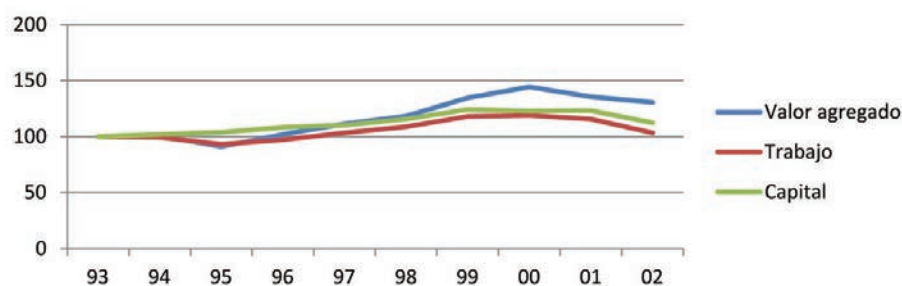
Este periodo termina con una baja en el ritmo de las exportaciones, con serios problemas en la industria maquiladora, que sufre una caída de 2.8% en los últimos dos años del periodo. El PIB disminuye 0.5% en 2001 y, aunque se recupera para 2002, no logra alcanzar el ritmo de crecimiento anterior, con lo que su tasa para el periodo 1994-2002 es de 2.6% y la de las exportaciones de 13 por ciento.⁷

De acuerdo con la información de la submuestra de la EIA, en este periodo el valor agregado registra un crecimiento

promedio de 1.9%, el capital de 1.65% y el número de trabajadores de 0.45%. Como puede observarse en la gráfica 1, el valor agregado, el capital y el trabajo experimentaron una tendencia creciente hasta el año 2000, que se revierte en los últimos dos años del periodo.⁸

El detalle del comportamiento de las variables por industria permite identificar las grandes diferencias entre ellas. Con excepción de la automotriz, las industrias con alto crecimiento del valor agregado son distintas en cada periodo. Así, entre 1994 y 2002 destacan Hule y plástico (5.8%), Otras industrias (4.9%), Equipo eléctrico y electrónico (4.3%), Alimentos (4%), Textiles (3%) y Automotriz (2.7%) (véase el cuadro 2).

GRÁFICA 1. MÉXICO: VALOR AGREGADO, TRABAJO Y CAPITAL, 1994-2002



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Encuesta Industrial Anual, México.

⁶ Mauricio de Maria y Campos, Lilia Domínguez y Flor Brown, "Mexican Industry at a Crossroads: Some Policy Considerations", *Latin American Policy*, vol. 1, núm. 2, 2010.

⁷ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

⁸ Los acervos de capital se calcularon con el método de los inventarios perpetuos. La Encuesta no incluye la información sobre el capital inicial a precios de reposición, por lo que fue necesario calcularlos con el método propuesto por: Arnold Harberger, "Perspectives on Capital and Technology in Less Developed Countries", en M. J. Artis y A. R. Nobay (eds.), *Contemporary Economic Analysis*, Croom Helm, Londres, 1978; Mary Keeney, "Measuring Irish Capital", *The Economic and Social Review*, vol. 38, núm. 1, 2007; Claudia G. Henríquez, "Stock de Capital en Chile (1985-2005): Metodología y Resultados", *Studies in Economic Statistics Central Bank of Chile*, Banco Central de Chile, 2008.

**CUADRO 2. MÉXICO: TRABAJO, CAPITAL Y VALOR AGREGADO, 1993-2002 Y 2003-2009
(Variación porcentual)**

	1993-2002			2003-2009		
	TRABAJO	CAPITAL	VALOR AGREGADO	TRABAJO	CAPITAL	VALOR AGREGADO
Alimentos	1.19	1.93	4.08	0.31	2.16	0.68
Bebidas y tabaco	-0.27	2.60	1.62	-2.32	2.24	3.37
Textiles	0.85	1.80	3.04	-0.02	1.19	3.60
Confección y otros textiles	0.45	1.55	0.46	-2.44	2.80	-0.11
Cuero y calzado	-2.57	0.88	-3.74	2.38	3.59	0.27
Madera y prod. madera	0.28	3.04	0.33	-1.61	1.55	1.92
Papel, imprentas y editoriales	0.29	1.11	2.65	0.71	2.23	-1.09
Química y prod. químicos	-0.49	2.13	1.94	-0.95	1.52	2.71
Hule y plástico	2.87	-3.36	5.84	-1.25	2.22	2.22
Minerales no metálicos	-1.59	-4.54	0.76	0.24	1.33	1.98
Metálicos básicos	-1.40	3.46	2.04	1.58	0.84	-0.22
Productos metálicos	1.47	2.75	2.35	-2.93	1.10	-2.62
Maquinaria no eléctrica	1.10	1.65	0.03	-0.28	2.01	1.15
Equipo eléctrico y electrónico	3.07	3.18	4.37	-1.20	1.69	2.46
Automotriz	-1.32	3.98	2.75	-2.11	3.80	1.72
Equipo de transporte	0.53	2.51	-1.51	0.94	4.95	4.76
Otras industrias	3.12	3.40	4.94	-1.61	4.15	0.54
Total industria	0.45	1.65	1.88	-0.87	2.07	1.62

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Encuesta Industrial Anual, México.

En cuanto al comportamiento de los acervos de capital, dos industrias tuvieron una tasa de crecimiento media anual negativa: Hule y plástico (-3.3%) y Minerales no metálicos (-4.5%). En el resto, se aprecia el crecimiento de la inversión, sobre todo en Automotriz, Metálicos básicos y Otras industrias (véase el cuadro 2).

Por último, en relación con el empleo puede decirse que las cifras no son alentadoras: seis industrias mostraron decrecimiento del empleo (Bebidas y tabaco, Química y productos, Automotriz, Metálicos básicos, Minerales no metálicos y Cuero y calzado) y sólo dos superaron

un crecimiento de 3% (Otras industrias y Equipo eléctrico y electrónico).

Después de la crisis de 2001, la economía mexicana se recuperó. En el segundo periodo (2003 a 2008), su PIB registró un mayor crecimiento que en el anterior (3.8% frente a 2.6%). Sin embargo es importante señalar que 2003 marca un cambio en cuanto a los motores de crecimiento. Destaca el alto crecimiento de los servicios financieros con una tasa promedio anual de 8.9%. Por su parte, la industria manufacturera avanza a una tasa superior que el PIB total (3.6%), el sector agropecuario y las industrias extractivas, en tanto

que las exportaciones manufactureras crecen a 12.9% y pierden seis puntos de participación en las totales.

Este segundo periodo se caracteriza por un cambio en la política económica, con la intención de revertir la desarticulación de las pequeñas y medianas empresas (PYME), que propició la instauración del sistema nacional de garantías, con el que se pretendía destrabar el crédito, y puso en marcha una estrategia de desarrollo empresarial con énfasis en las PYME, que si bien significó un avance, sus montos, sin embargo, fueron insuficientes para detener la caída de las PYME, según se puede confirmar con la

comparación de los Censos Económicos de 2003 y 2008. Por ejemplo, en la industria manufacturera ese tipo de empresas perdieron cuatro puntos de participación frente a la de las empresas con menos de 15 empleados, es decir las micro.⁹ En términos de la submuestra de la EIA en la industria manufacturera, el valor agregado y el capital crecieron a 1.6 y 2.0 por ciento, respectivamente, y el empleo registró una caída de -0.87% (véase la gráfica 2).

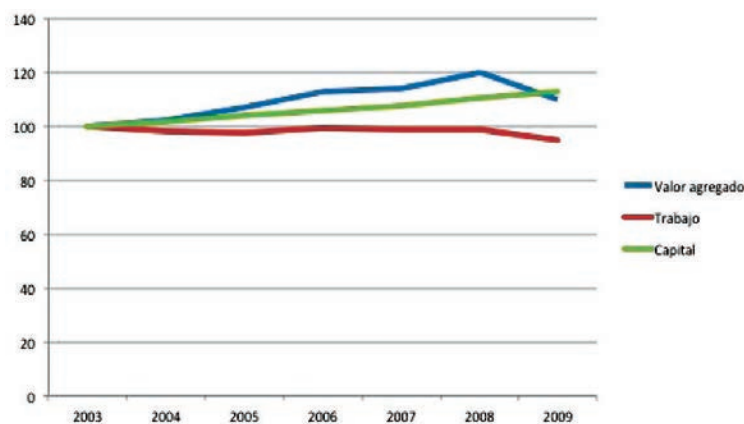
Las industrias con alto crecimiento fueron: Química básica (8.7%), Hilados y tejidos de fibras duras (7.4%), Maquinaria y aparatos eléctricos (7.4%), Vidrio (6.3%), Otros productos químicos (4.9%) y Equipo y material de transporte (4.7%). La caída del empleo por industria es severa: sólo 12 ramas registraron tasas de crecimiento positivas y de ellas ninguna superó 3%. Las ramas que más contrataron trabajadores fueron Carnes y lácteos (2.9%), Cuero y calzado (2.3%), Vidrio (2.2%), Industrias básicas de hierro y acero (2.2%) Papel y cartón (2.1%) y Molienda de trigo (1.6%). También se aprecia un incremento de los acervos de capital en todas las industrias, en particular en Bebidas alcohólicas (5.3%), Productos metálicos estructurales (5.5%), Equipo y material de transporte (4.9%) y Vehículos automotores (4.1%).

En suma, los años comprendidos entre 2004 y 2009 se caracterizan por la relativa inestabilidad en el comportamiento de las variables. Los dos periodos considerados tienen movimientos distintos en cuanto al crecimiento tanto del PIB como del empleo y también en relación con las medidas de política económica instrumentadas a lo largo de cada uno. En consecuencia, es previsible que se presenten diferencias en el comportamiento de los distintos indicadores de la PTF.

PRODUCTIVIDAD, CAMBIO TÉCNICO Y EFICIENCIA

Los cálculos de los índices tradicionales de la PTF basados ya sea en la contabilidad del crecimiento, o bien en los del tipo de Divisia o Törnqvist, parten del supuesto implícito de que todas las empresas

GRÁFICA 2. MÉXICO: VALOR AGREGADO, TRABAJO Y CAPITAL 2003-2009



son igualmente eficientes, y entonces el crecimiento de la productividad se interpreta como un desplazamiento de la frontera de producción, es decir como un cambio técnico.¹⁰ La presencia de ineficiencias o de agentes que no necesariamente minimizan el costo puede sesgar el cálculo de la PTF. Cuando se tienen nuevos procesos de innovación las empresas encuentran formas más eficientes de producción que pueden hacer que ésta aumente con mayor rapidez que los insumos. Por tanto, la eficiencia técnica tiende a cambiar cuando se hace un mejor uso de los insumos.¹¹ De aquí la necesidad de estimar la PTF con métodos que permitan analizar por separado los cambios en la productividad, la eficiencia y el cambio técnico, como el índice de Malmquist que se presenta a continuación.

El índice de Malmquist permite analizar los cambios productivos de las empresas (unidades de toma de decisiones, DMU, por sus siglas en inglés) a lo largo del tiempo, durante distintos periodos. Por ejemplo, en el caso de dos periodos, t y $t+1$, se pueden dar cuatro posibilidades de comparación:

- 1) Entre los datos de las empresas que operaron en t con la tecnología que había en ese mismo momento t .
- 2) Entre los datos de las empresas con la tecnología del periodo $t+1$.
- 3) Entre la información de las empresas en $t+1$ con la tecnología

en t .

- 4) Entre la información de las empresas en t con la tecnología en $t+1$.

Es posible realizar este tipo de análisis mediante el uso de los índices. Estos números índice fueron desarrollados en un principio por Malmquist, en 1953, con el objetivo de representar relaciones tecnológicas en espacios multiproducto y multiinsumos y poder analizar los cambios a lo largo del tiempo.

El índice de Malmquist requiere del cálculo de funciones distancia, el cual se lleva a cabo por lo general con el método de Análisis de Datos Envolvente (DEA, por sus siglas en inglés), propuesto por Charnes, Cooper y Rhodes, que consiste en construir una frontera tecnológica con las unidades productivas que tienen las mejores prácticas en relación con las otras unidades.¹² Esta frontera permite a su vez definir medidas de eficiencia productiva mediante el cálculo de las

⁹ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2004 y 2009.

¹⁰ Robert Solow, "Technical Change and the Aggregate Production Function", *The Review of Economics and Statistics*, 1957; y Edward Dennisson, *Accounting for United States Economic Growth 1929-1969*, Washington, D. C., The Brookings Institution, 1974.

¹¹ Ismail Rahmah, "Technical Efficiency, Technical Change and Demand for Skills in Malaysian Food-Based Industry", *European Journal of Social Sciences*, vol. 9, núm. 3, 2009.

¹² A. Charnes, W. Cooper y E. Rhodes, "Measuring Efficiency of Decision-making Units", *European Journal of Operational Research*, vol. 6, 1978.

distancias entre cada unidad productiva y dicha frontera. Las funciones distancia pueden estar orientadas a insumos (*input distance functions*), las cuales representan una tecnología con los mínimos insumos para una producción dada; o bien orientadas a la producción (*output distance functions*), que valoran el máximo crecimiento de la producción dados los insumos utilizados. En este trabajo consideraremos las segundas.

El cálculo del índice de Malmquist parte de considerar la función distancia para un punto dado de una empresa que resida dentro del conjunto tecnológico del periodo t , esto es:

1)

$$D_0^t = (x^t, y^t) = \min_{\theta} \left\{ \theta : (x^t, \frac{y^t}{\theta}) \in P^t \right\} = (\max \{ \theta : (x^t, \theta y^t) \in P^t \})^{-1}$$

en donde: x = matriz de insumos (trabajo y capital)
 y = producto

Donde $D_0^t = (x^t, y^t)$ es la función distancia de un punto (o de una empresa), dada la tecnología en t . Detrás de esta definición lo que se está haciendo es comparar un punto (de la empresa) con aquel que yace en la frontera, mediante la expansión equiproporcional de la producción de tal punto. Ahora bien, si $D_0^t = (x^t, y^t) \in P^t$, entonces

$$D_0^t = (x^t, y^t) \leq 1 \text{ y } D_0^t = (x^t, y^t) = 1$$

sólo cuando x^t, y^t estén en la frontera ya que en este caso no sería necesaria ninguna expansión productiva. De manera similar es posible definir una función distancia para el periodo $t+1$ como $D_0^{t+1} = (x^{t+1}, y^{t+1})$.

Si se dispone de información correspondiente a dos periodos es posible calcular las distancias de cada punto, en cada periodo, considerando las tecnologías disponibles de cada uno, es decir, estimar:

2)

$$D_0^t = (x^t, y^t), D_0^{t+1} = (x^{t+1}, y^{t+1}), D_0^t = (x^{t+1}, y^{t+1}) \text{ y } D_0^{t+1} = (x^t, y^t).$$

Los cambios en la productividad pueden medirse tomando como base el periodo t (M_0^t) o el $t+1$ (M_0^{t+1}).

Donde:
 3)

$$M_0^t = \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \text{ y } M_0^{t+1} = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)}$$

Estas dos medidas son las mismas para el caso de un solo producto y un insumo, pero no para el del multiproducto y el multiinsumo. Por esta razón el índice de productividad de Malmquist se define como la media geométrica de estos dos índices.¹³

4)

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) = \left[\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2}$$

Se dice que hay una mejora en la productividad cuando el índice es mayor a uno entre los periodos t y $t+1$. El índice se puede descomponer en:¹⁴

5)

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) = \left(\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \right) \left[\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2}$$

El primer factor, $E = \left(\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \right)$, compara las distancias a la frontera de una empresa en $t+1$, dadas las tecnologías en $t+1$, respecto de los puntos de la misma empresa en t . Es decir, mide el cambio en la eficiencia técnica entre ambos periodos. Si se cumple que $E > 1$, se registra un incremento de eficiencia (y viceversa). En otras palabras, mide qué tanto se acerca una empresa a la frontera de producción. El segundo término mide los cambios tecnológicos entre los dos periodos:

$T = \left[\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2}$, es decir, la magnitud del desplazamiento

de la frontera de producción. Los valores mayores de uno sugieren una mejora tecnológica y los menores de la unidad lo contrario.

Nos parece importante señalar que este método considera la posibilidad de trabajar con rendimientos constantes a escala y variables. Los primeros son apropiados cuando se supone que todas las empresas producen con una escala óptima. Sin embargo, la competencia imperfecta y otros obstáculos, como pueden ser los financieros, ocasionan que las empresas no se encuentren en esa escala óptima. Cuando las empresas no tienen escalas óptimas y se suponen

rendimientos constantes a escala, el cambio técnico se confunde con eficiencias en la escala. Fare, Grosskopf, Norris y Zhang descomponen, a su vez, el índice de eficiencia en dos: cambios que provienen de la escala (S) y los que

se vinculan con la eficiencia (EP), que denominan como eficiencia pura.¹⁵

La eficiencia pura (EP) es una medida de la eficiencia tomando en consideración rendimientos variables a escala (VRS, por sus siglas en inglés), es decir

$$EP = \frac{D_0^{t+1} VRS(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t VRS(x^t, y^t)}$$

¹³ R. Fare, S. Grosskopf, M. Norris y Z. Zhang, "Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries", *American Economic Review*, vol. 84, núm. 1, 1994.

¹⁴ Rolf Fare y Shawna Grosskopf, "Malmquist Productivity Indexes and Fisher Ideal Indexes", *The Economic Journal*, enero, 1992.

¹⁵ R. Fare, S. Grosskopf, M. Norris y Z. Zhang, "Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries", *American Economic Review*, vol. 84, núm. 1, 1994.

Por otra parte, S mide el grado en que una empresa se acerca a la escala más productiva entre ambos periodos. Para cada uno de éstos la relación entre una función distancia con rendimientos constantes a escala, $D_{0CRS}^t(x^t, y^t)$ con una de rendimientos variables, proporciona una medida de la eficiencia en la escala en el periodo t. Por tanto, la empresa tendrá un tamaño óptimo si y sólo si

$$S = \frac{D_{0CRS}^t}{D_{0VRS}^t} = 1, \text{ siendo } S = \frac{SE^{t+1}}{SE^t}.$$

Para analizar el comportamiento de la productividad en la industria manufacturera en los periodos 1994-2001 y 2001-2009, calculamos cuatro funciones distancia: $D_0^t(x^t, y^t)$, $D_0^{t+1}(x^t, y^t)$, $D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})$, $D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$, para cada rama industrial. Las observaciones de

cada una son los establecimientos que las integran.¹⁶

PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES, CAMBIO TÉCNICO, EFICIENCIA Y ESCALA

La variación promedio de la PTF para la industria en el periodo 1994-2002 fue positiva, pero cercana al estancamiento (1.07%). La diferencia con los promedios sin ponderar indica que son las industrias con mayor participación las que tuvieron mayor crecimiento. Sobresalieron por su bajo crecimiento Equipo de transporte (-4.0%), Maquinaria no eléctrica (-1.5%) y siete industrias adicionales con tasas negativas y nueve con positivas de las que destacan Automotriz (3.4%), Minerales no metálicos (1.7%) y Hule y plástico (1.6%).

Al examinar los componentes del índice se observa una variación promedio positiva del cambio técnico (6.8%) y una negativa de la eficiencia (-0.90%). Esto implica que si bien se introdujeron nuevas tecnologías producto del incentivo de la apertura y del TLCAN, son pocas las empresas que dentro de cada rama industrial se acercaron a la frontera, lo cual es compatible con lo señalado arriba. Las industrias que destacan por altos índices en el cambio técnico son Madera (1.27), Automotriz (1.11) y Bebidas y tabaco (1.09), mientras que la mejora en la eficiencia se aprecia en Madera (1.17), Cuero y calzado (1.04), Productos metálicos (1.02), Confección y otros textiles (1.01) y Metálicos básicos (1.00).

CUADRO 3. MÉXICO: VARIACIÓN PROMEDIO PONDERADA DE LOS ÍNDICES DE MALMQUIST, 1994-2002

	Malmquist	Eficiencia	C. Técnico	Escala	E. Pura
Alimentos	1.00	1.01	1.06	0.88	1.15
Bebidas y tabaco	1.01	0.99	1.09	0.98	1.01
Textiles	0.99	0.96	1.08	1.30	0.73
Confección y otros textiles	0.99	1.01	1.02	0.73	1.37
Cuero y calzado	0.99	1.04	1.01	1.81	0.58
Madera y prod. madera	1.18	1.17	1.27	1.30	0.90
Papel, imprentas y editoriales	1.00	0.98	1.05	0.78	1.27
Química y prod. químicos	1.01	0.97	1.08	2.15	0.45
Hule y plástico	1.02	0.97	1.06	1.33	0.73
Minerales no metálicos	1.02	1.00	1.04	1.06	0.95
Metálicos básicos	1.00	1.01	1.03	0.70	1.43
Productos metálicos	0.99	1.02	1.00	0.92	1.11
Maquinaria no eléctrica	0.99	0.98	1.04	0.96	1.02
Equipo eléctrico y electrónico	0.99	1.00	1.02	0.70	1.42
Automotriz	1.03	0.97	1.11	0.53	1.84
Equipo de transporte	0.96	0.98	1.00	0.69	1.43
Otras industrias	1.00	1.00	1.01	0.85	1.17
Índice promedio industria (ponderados)	1.01	0.99	1.07	1.01	0.98
Índice industria (sin ponderar)	1.00	1.00	1.04	1.01	0.99
Variación promedio anual (ponderada)	1.07	-0.90	6.81	0.71	-1.59
Variación promedio anual (sin ponderar)	-0.41	-0.03	3.51	0.63	-0.60
Coefficiente de variación	21.60	20.90	16.60	2.40	2.30

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Encuesta Industrial Anual, México.

¹⁶ Agradecemos al Instituto Nacional de Estadística y Geografía, de México, el cálculo de estos índices a nivel de establecimiento.

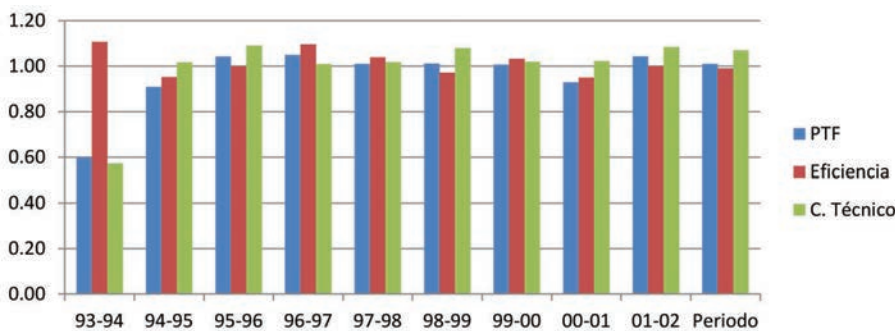


Fuente: <http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=957818>

Por último, la estimación de las economías de escala de la industria muestra en promedio rendimientos decrecientes muy cercanos a la zona de rendimientos constantes.¹⁷ Sin embargo, en este promedio influyen

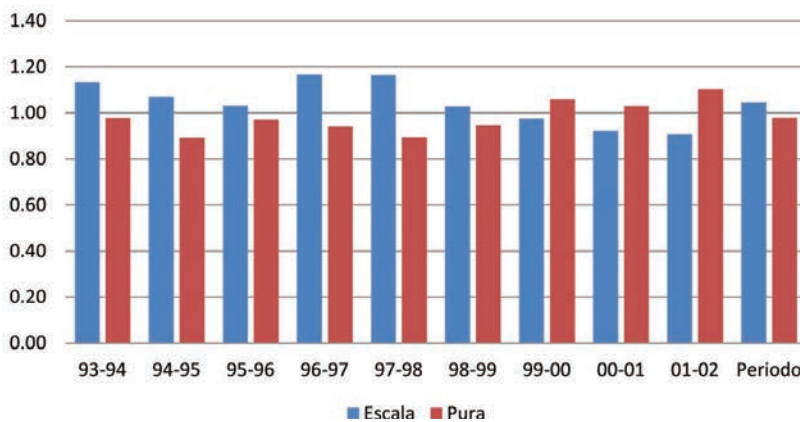
seis industrias cuyo índice de rendimientos decrecientes es muy alto (Textiles, Cuero y calzado, Madera, Hule y plástico, Química y productos y Minerales no metálicos).

GRÁFICA 3. MÉXICO: ÍNDICES DE LA PRODUCTIVIDAD FACTORIAL, EFICIENCIA Y CAMBIO TÉCNICO, 1994-2002



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Encuesta Industrial Anual, México

GRÁFICA 4. MÉXICO: ÍNDICES DE ESCALA Y EFICIENCIA PURA, 1994-2002



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Encuesta Industrial Anual, México.

La inestabilidad de la actividad en el periodo afecta la dinámica de los indicadores de la productividad y sus componentes, como puede observarse en la gráfica 3. En todo el periodo el cambio técnico fue superior al de la eficiencia, con excepción de tres casos (1993-1994, 1996-1997 y 1999-2000) en los que sucede lo contrario. El alto ritmo de crecimiento del cambio técnico disminuye con la crisis de 1995 y recupera ese nivel hasta 2002. Por su parte, la PTF tiene muchos altibajos a lo largo del periodo (gráfica 3).

En cuanto a la descomposición de la eficiencia en cambios en la escala y la eficiencia pura puede observarse que los cambios en la escala fueron más importantes en la mayor parte del tiempo. Se aprecia en la gráfica 4 que los índices de la eficiencia pura fueron mayores a los de la escala sólo de 1999 a 2002, pero en el resto del periodo sucede lo contrario.

La gráfica 5 muestra la combinación de estrategias de las empresas, agrupadas en 44 ramas industriales. La rama de Cemento hidráulico es la única en los

¹⁷ Dado que la orientación de las estimaciones del índice del Malmquist es hacia el producto, es decir se está considerando cuánto podría ser expandida la cantidad de producto sin alterar las cantidades de insumos empleadas, los rendimientos crecientes a escala son menores a la unidad y viceversa.

cuadrantes positivos de la eficiencia y el cambio técnico, con una tasa de crecimiento de la PTF de 5.9%. En el cuadrante opuesto están las ramas que registraron cambio técnico positivo, pero con cambio en la eficiencia negativa; el crecimiento promedio de la PTF de estas ramas es de 0.4%. En el

cuadrante con cambio técnico negativo y eficiencia negativa están industrias muy tradicionales, como Cuero y calzado, Aserraderos, triplay y madera, Hilados y tejidos de fibras duras, pero también, de manera sorprendente, algunas de ellas que tuvieron en el periodo un alto coeficiente de exportación como Industrias y equipos

y Aparatos eléctricos; el promedio de la tasa de crecimiento de la PTF de las ramas de este cuadrante es de -1.9%. Por último, en el cuadrante inferior derecho están las ramas con mejoras de eficiencia y con cambio técnico negativo, que registraron una tasa de crecimiento de la PTF de 0.3%.

GRÁFICA 5 MÉXICO: CAMBIO TÉCNICO Y EFICIENCIA, 1993-2002

CAMBIO TÉCNICO	+	Vehículos automotores 56 (5.5) Productos de hule 41 (4.5) Refrescos y aguas 22 (-4.7)* Química básica 35 (1.0)* Resinas sintéticas y fibras químicas 37 (2.1)* Otros productos químicos 40 (-0.2)* Otros productos alimenticios 19 (-1.7) Productos farmacéuticos 38 (0.1)* Papel y cartón 31 (1.3) Equipos y aparatos electrónicos 54 (-2.3) Hilados y tejidos de fibras blandas 24 (-1.1)* Tabaco 23 (5.8)* Alimentos para animales 18 (0.7)* Otras industrias textiles 26 (1.4) Molienda de trigo 13 (-0.7) Muebles metálicos 48 (0.5) Artículos de plástico 42 (0.3)*	Cemento hidráulico 44 (5.9)*
		Otros productos de madera y corcho 30 (-3.8) Jabones, detergentes y cosméticos 39 (0.7)* Productos a base de minerales no metálicos 45 (-1.6) Imprentas y editoriales 32 (-) Industrias básicas de hierro y acero 46 (-) Maquinaria y equipo no eléctrico 51 (-1.5) Carrocerías, motores, partes y accesorios para vehículos automotores 57 (-1.9) Promedio PTF: 0.4	
	-	Cuero y calzado 28 (-1.2)* Otras industrias manufactureras 59 (-0.3) Equipos y aparatos eléctricos 55 (-1.8) Vidrio y productos de vidrio 43 (-2.2) Hilados y tejidos de fibras duras 25 (0.6) Aserraderos, triplay y tableros 29 (-2.4) Equipo de transporte 58 (-4.0) Promedio PTF: -1.9	Productos metálicos estructurales 49 (-4)* Beneficio y molienda de café 15 (3.2) Aparatos electrodomésticos 53 (0.6) Cerveza y malta 21 (2.3) Preparación de frutas y legumbres 12 (3.0) Otros productos metálicos, excepto Maquinaria 50 (-0.6) Bebidas alcohólicas 20 (-2.1) Aceites y grasas comestibles 17 (1.7) Carnes y lácteos 11 (2.2) Prendas de vestir 27 (-4.2) Azúcar 16 (2.4) Fertilizantes 36 (0.6) Industrias básicas de metales no ferrosos 47 (0.6) Maquinaria y aparatos eléctricos 52 (-1.9) Promedio PTF: 0.3
		-	+
		EFICIENCIA	

*Rendimientos decrecientes.

LA PTF DE 2002 A 2009

En 2009 el PIB de México se contrajo 6.7%, con un debilitamiento generalizado de la demanda agregada, un descenso en las exportaciones y una contracción estimada de la inversión de más de 10%. Debido a esta coyuntura fue necesario considerar la tendencia de la PTF antes de la crisis. Hasta 2007 la PTF de la industria registró una tasa de crecimiento de 1.63% anual por encima del periodo anterior, pero que dista de ser satisfactoria. Bebidas y tabaco,

Minerales no metálicos, Otras industrias, Automotriz y Cuero y calzado tuvieron el mayor crecimiento; por el contrario, los menores índices se registraron en Madera y productos, Maquinaria no eléctrica y Equipo de transporte.

Si se toman en cuenta los cálculos para el periodo completo, la PTF es negativa (-2%) y además muestra un comportamiento inestable, como se observa en la gráfica 6. El cambio técnico crece a una tasa de 0.47% y la eficiencia decrece de manera considerable a una tasa de -1.36% anual y sólo está por

encima del cambio técnico en el lapso de 2006 a 2007.

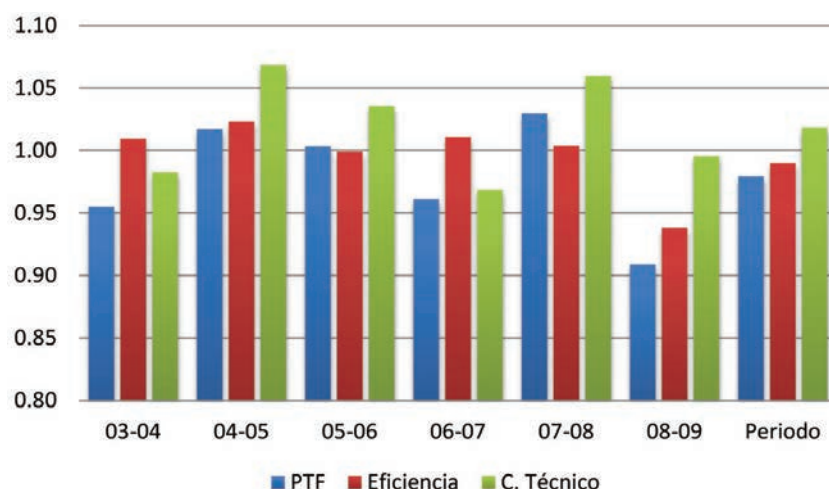
Como se advierte en el cuadro 4, sólo cuatro industrias registraron tasas de crecimiento positivas: Automotriz (2%), Equipo de Transporte (1.9%) y Bebidas y Tabaco (0.4%) y Química (0.4%); el menor aumento ocurrió en Productos metálicos (-6%) y Metálica básica (-5%). Doce industrias registraron índices del cambio técnico positivos, mientras que sólo tres incrementaron la eficiencia pura: Otras industrias, Automotriz y Madera.

CUADRO 4. VARIACIÓN PROMEDIO PONDERADA DE LOS ÍNDICES DE MALMQUIST

	Malmquist 2007	Malmquist	Eficiencia	C. Técnico 2007-2009	Escala	E. Pura
Alimentos	1.00	0.97	0.99	0.98	1.16	0.75
Bebidas y tabaco	1.05	0.99	0.99	1.00	0.77	0.80
Textiles	1.00	0.99	0.92	1.08	0.87	0.98
Confección y otros textiles	1.00	0.97	0.99	0.98	1.35	0.63
Cuero y calzado	1.02	0.97	0.98	0.99	1.44	0.54
Madera y prod. madera	0.99	0.96	0.98	0.98	1.00	0.98
Papel, imprentas y editoriales	1.00	0.95	0.98	0.98	0.99	0.96
Química y prod. químicos	1.01	1.00	0.98	1.03	1.09	0.84
Hule y plástico	1.00	0.97	1.05	0.92	1.75	0.28
Minerales no metálicos	1.04	0.98	0.98	1.01	1.03	0.90
Metálicos básicos	1.01	0.94	0.94	1.01	1.51	0.85
Productos metálicos	1.01	0.93	0.96	0.98	1.29	0.57
Maquinaria no eléctrica	0.98	0.95	0.97	0.99	1.76	0.21
Equipo eléctrico y electrónico	1.00	0.96	0.94	1.02	0.92	0.93
Automotriz	1.02	1.02	1.00	1.00	0.79	1.18
Equipo de transporte	0.98	1.01	0.96	1.05	1.32	0.64
Otras industrias	1.03	0.96	0.97	0.99	0.56	1.41
Total industria ponderado	1.02	0.98	0.99	1.00	1.04	0.83
Total industria sin ponderar	1.01	0.98	0.99	1.01	1.15	0.81
Variación promedio ponderada	1.63	-2.00	-1.36	0.47	3.56	-16.51
Variación promedio sin ponderar	0.78	-2.35	-1.00	1.34	15.30	-19.46
Coefficiente de variación	53.36	40.98	27.96	30.17	3.03	2.80

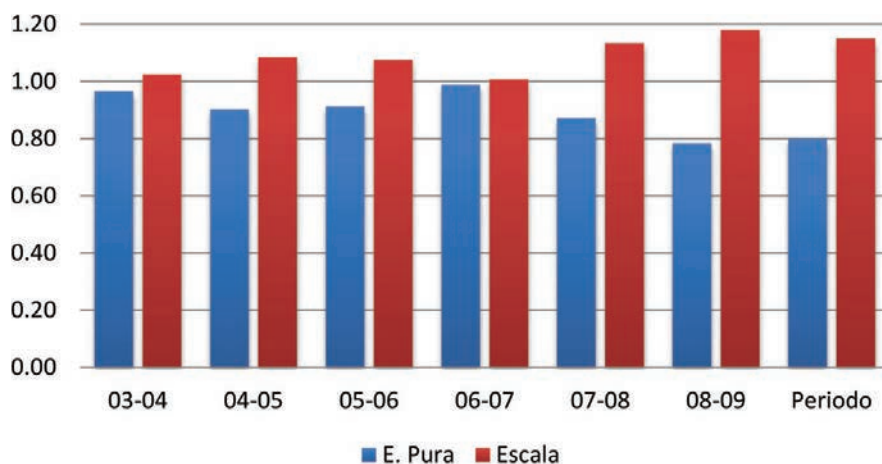
Fuente: cálculos con la información de la Encuesta Industrial Anual, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía

GRÁFICA 6. MÉXICO: ÍNDICES PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES, EFICIENCIA Y CAMBIO TÉCNICO, 2003-2009



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Encuesta Industrial Anual, México

GRÁFICA 7. MÉXICO: EFICIENCIA PURA Y RENDIMIENTOS A ESCALA, 2003-2009



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Encuesta Industrial Anual, México

Al igual que en el periodo anterior los rendimientos decrecientes estuvieron presentes en todo el periodo, con excepción de 2003-2004 y 2006-2007, años en los que el promedio de los rendimientos a escala se acerca a la zona de los rendimientos constantes (gráfica 7). En el cuadro 4 se observa que en el periodo sólo cuatro industrias tuvieron en promedio rendimientos crecientes a escala: Textiles, Automotriz, Bebidas y tabaco y Papel e imprenta. En cuanto al comportamiento de la eficiencia

pura, los resultados muestran que los establecimientos se alejan de las fronteras óptimas de producción ya que este índice es menor que uno en todos los años; y en promedio sólo Automotriz y Otras industrias, registran un índice de eficiencia pura mayor que la unidad. En otras palabras, si bien las empresas invirtieron en la compra de los diferentes acervos de capital, lo que ocasionó cambios en las fronteras de producción, ello resultó inaccesible para la mayor parte de las empresas.

El análisis por rama industrial que se observa en la gráfica 8 permite apreciar en forma clara que cuando las empresas mejoran tanto en cambio técnico como en eficiencia tienen el mayor crecimiento de la PTF (2.8%, cuadrante superior derecho) y sucede lo inverso en el cuadrante inferior izquierdo. En el primer caso destacan Beneficio y molienda de café, Otros productos alimenticios, Bebidas alcohólicas y Otras industrias textiles. La PTF de las ramas en el cuadrante de mejoras al cambio técnico, con tasa de crecimiento media anual negativa de eficiencia, registró un decrecimiento de -4.8% y aquellas industrias que no mejoran en cambio técnico pero sí en eficiencia tienen una variación media anual de la PTF de -2 por ciento.

CONCLUSIONES

La estimación del índice de Malmquist muestra que la PTF en el segundo periodo de estudio (2003-2009) tuvo un mayor crecimiento promedio anual (1.63%) que en el primer periodo (1.07%), si se considera hasta el año 2007, aunque con un nivel poco satisfactorio. La crisis de 2008-2009 afectó de manera importante la productividad, que registra una tasa de crecimiento negativa de -2% al incluir estos años. Estos resultados parecen confirmar la hipótesis de Fajnzylber y Lederman en estos dos periodos, en el sentido de que fueron años con pocas reformas económicas y un crecimiento reducido de la productividad. Junto con la falta de reformas económicas que explican estos resultados, es necesario tomar también en consideración el efecto negativo de la crisis de 2008 y 2009 en el comportamiento de la PTF.

En los dos periodos el cambio técnico tiene una mayor influencia sobre el comportamiento de la PTF. El análisis de las gráficas en cuadrantes mostró que los índices mayores de la PTF ocurren cuando coinciden las mejoras del cambio técnico con las de la eficiencia.

Llama la atención la caída de la eficiencia pura en los dos periodos, pero con más fuerza en el último, lo cual sugiere que para lograr un incremento


GRÁFICA 8. MÉXICO: CAMBIO TÉCNICO Y EFICIENCIA, 2003-2009

CAMBIO TÉCNICO	+	Beneficio y molienda de café Otros productos alimenticios Bebidas alcohólicas Otras industrias textiles Otros productos de madera y corcho Productos de hule Carrocerías, motores, partes y accesorios para vehículos automotores Promedio PTF: -2.5	Molienda de maíz Aceites y grasas comestibles Cerveza y malta Imprentas y editoriales Química básica Fertilizantes Cemento hidráulico Promedio PTF: 2.8
	-	Azúcar Cuero y calzado Papel y cartón Productos farmacéuticos Productos a base de minerales no metálicos Industrias básicas de hierro y acero Muebles metálicos Otros productos metálicos, excepto maquinaria Maquinaria y equipo no eléctrico Equipos y aparatos electrónicos Otras industrias manufactureras Artículos de plástico Promedio PTF: -4.8	Carnes y lácteos Preparación de frutas y legumbres Molienda de trigo Alimentos para animales Refrescos y aguas Tabaco Hilados y tejidos de fibras blandas Hilados y tejidos de fibras duras Prendas de vestir Aserraderos, triplay y tableros Resinas sintéticas y fibras químicas Jabones, detergentes y cosméticos Otros productos químicos Vidrio y productos de vidrio Industrias básicas de metales no ferrosos Productos metálicos estructurales Maquinaria y aparatos eléctricos Aparatos electrodomésticos Equipos y aparatos eléctricos Vehículos automotores Equipo y material de transporte Promedio PTF: -2.0
	-	-	+
EFICIENCIA			

*Rendimientos crecientes (menor que uno)



de la productividad es necesario que un mayor número de establecimientos se acerquen a la frontera y no sólo a la introducción de nuevas tecnologías. En investigaciones anteriores se han mostrado los rezagos que existen entre pequeñas y grandes empresas, los cuales parecen subsistir en la actualidad.¹⁹

Queda por delante efectuar un análisis de los determinantes de la productividad que incluya los tamaños de empresa y otras características de la organización industrial mexicana, el efecto de la inestabilidad macroeconómica y los cambios en el comercio internacional. 

¹⁹ Flor Brown y Lilia Domínguez, "Políticas e instituciones de apoyo a la pequeña y mediana empresa en México", en Carlos Ferraro y Giovanni Stumpo, *Políticas de apoyo a las Pymes en América Latina*, Libros de la CEPAL, Chile, 2008.

Fuente: <http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1100046>