

**UN ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE FACTORES AMPLIADA EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE MÉXICO 2003-2010****ANALYSIS OF TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY EXPANDED IN MEXICO MANUFACTURING INDUSTRY 2003-2010**

Rosa Isela Fernández Xicoténcatl (1)  
Francisco Almagro Vázquez (2)  
José Terán Vargas (3)

**ABSTRACT**

The total factor productivity (TFP) is an essential variable for the growth and development of the economy. Displays the efficiency with which the economic system of the country. The most traditional, in terms of measurement is to relate the gross domestic product (GDP) created from the factors that generate, capital and labor.

The above calculation does not include intermediate consumption (raw materials, services and energy) as an important component of the value of production. Meanwhile, manufacturing is key to the developing countries like Mexico. This research has been proposed to demonstrate the efficiency of manufacturing output by calculating and analyzing the performance of the extended total factor productivity (PTFA), which includes intermediate consumption (Ci) as a factor of production.

To achieve the stated objective, the estimated econometric model to show the impact of Ci in the Gross Value of Production, which differs from GDP in the first registers the Ci. In turn, we used the Solow model with a production function Cobb-Douglas, for the estimation of traditional productivity (TFP) and the PTFA, both for the economy as a whole and for manufacturing.

The results are of great importance, as shown, by comparing the evolution of manufacturing in the total economy, a much greater weight of Ci, in manufacturing. In the structure of the production, more than 70% of this component is mainly imported from the United States. This implies an important channel of transmission of the crisis of the Mexican American economy, becoming one of the most significant structural problems for the efficiency of that industry Mexico.

**Key words:** total factor productivity, manufacturing, Mexico.

**RESUMEN**

La productividad total de factores (PTF) es una variable esencial para medir el crecimiento y desarrollo de la economía. Muestra la eficiencia con que funciona el sistema económico de los países. Lo más tradicional, en cuanto a su medición, consiste en determinar el producto interno bruto (PIB) creado a partir de los factores que lo generan, el capital y el trabajo.

El cálculo mencionado no incorpora el consumo intermedio (materias primas, servicios y energía) como un componente relevante del valor de la producción. Por su parte, la industria manufacturera es una pieza clave para los países en vías de desarrollo como México. Esta investigación se ha propuesto demostrar la eficiencia de la producción manufacturera mediante el cálculo y análisis del desempeño de la productividad total de factores ampliada (PTFA), que incluye el consumo intermedio (Ci) como un factor de la producción.

Para lograr el objetivo señalado, se utiliza un modelo econométrico que muestra el impacto del Ci en el valor bruto de la producción, que se diferencia del PIB en que el primero registra el Ci. Asimismo, se usó el modelo de Solow con una función de producción tipo Cobb-Douglas, para estimar la productividad tradicional (PTF) y la PTFA, tanto para la economía en su conjunto como para la manufactura.

Los resultados obtenidos son de mucha importancia, dado que muestran, al comparar la evolución de producción manufacturera con el de la economía total, un peso mucho mayor del Ci en la manufactura. En la estructura de la producción, más de 70% de este componente se importa principalmente de Estados Unidos. Ello implica un canal importante de transmisión de las crisis de la economía estadounidense a la mexicana, deviniendo en uno de los problemas estructurales más significativos para la eficiencia de la referida industria de México.

**Palabras clave:** productividad total de factores ampliada, industria manufacturera, México.

**Clasificación JEL: L60, O4, O14**

(1) Candidata a doctora en Ciencias Económicas por la Escuela Superior de Economía y profesora-investigadora por la misma escuela del Instituto Politécnico Nacional. f.isela@gmail.com, teléfono: 22300673.

(2) Doctor en Ciencias Económicas por la Universidad de Humboldt Berlín, Alemania; licenciado en Economía por la Universidad de La Habana Cuba, y contador por la misma Universidad. Es profesor-investigador de la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional y miembro del Sistema Nacional de Investigadores, así como de la Academia Mexicana de Ciencias Económicas. falmag@hotmail.com, teléfono: 57296000 ext. 62036.

(3) Candidato a maestro en Ciencias Económicas por la Escuela Superior de Economía y profesor de asignatura B por la misma escuela del Instituto Politécnico Nacional. falmag@hotmail.com, teléfono: 52781000 ext. 1253.

## INTRODUCCIÓN

La productividad total de factores (PTF) es una medida que forma parte de los elementos que influyen en el crecimiento económico. Bernal (2010) menciona que dicha variable representa 80% del crecimiento económico de países desarrollados y 40% de países en desarrollo.

Según Comin (2006), la PTF es una proporción que no se explica por la cantidad de factores utilizados en la producción, su nivel está determinado por la eficiencia e intensidad de los insumos utilizados.

La industria manufacturera en el año 2009, según datos del INEGI, proporcionó 16% del PIB, porcentaje que ha ido disminuyendo comparado con el año 2000, que contribuía con 19%. Mendoza (2010) señala que existen limitaciones en el modelo de crecimiento manufacturero que rige en México, debido a un bajo crecimiento de la inversión bruta fija.

En el dinamismo de la industria manufacturera influye su ubicación geográfica cercana a Estados Unidos, factor por el cual se incrementa el riesgo de soportar crisis económicas dependientes de la economía estadounidense, arrastrando a la industria manufacturera mexicana hacia un declive de su expansión y crecimiento. Este comportamiento puede considerarse como uno de los problemas estructurales asociados al desempeño económico de México.

Un estudio de panel (Fragoso, 2003) muestra que la apertura comercial contribuyó al crecimiento de la PTF, aumentando en un punto porcentual al exterior, que se encuentra relacionado con un incremento de más de 0.25% en la PTF. Sin embargo, la desaceleración en la productividad manufacturera resulta natural al agotarse el efecto inicial de la apertura comercial. A su vez, no está demostrado para el caso de México que el TLCAN haya contribuido significativamente al crecimiento económico en el largo plazo.

Una de las contribuciones de este documento es que se calcula la PTFA incluyendo un nuevo factor productivo (consumo intermedio) en la función de producción.

Se utiliza un modelo econométrico mediante el que se demuestra que al Ci le corresponde un papel decisivo en la estructura de la producción de la economía y en particular de la industria manufacturera, lo que implica un efecto negativo en la economía del país debido a que más de 70% del total de las importaciones le pertenecen a este componente puesto que éstas provienen en su mayoría de Estados Unidos. Esto es considerado como uno de los problemas estructurales de la actual economía de México.

Esta investigación se ha propuesto demostrar la eficiencia de la producción manufacturera, mediante el cálculo y análisis del desempeño de la productividad total de factores ampliada (PTFA), asimismo, establecer una comparación del cálculo tradicional de la PTF con los resultados de la PTFA, y con ello mostrar la importancia que tiene el Ci en la industria manufacturera de acuerdo con este novedoso tipo de cálculo de la productividad.

La exposición incluye una revisión teórica sobre la importancia de la industria manufacturera y los desarrollos teóricos sobre la productividad. A continuación se describe la situación de la industria manufacturera y se presentan los resultados de un modelo de corte transversal para medir el impacto del nuevo factor de producción (Ci) en la producción en la manufactura.

Concluye la exposición con la estimación de la PTF y PTFA, comparando ambos resultados, tanto para la economía total como para la manufactura.

## ASPECTOS TEÓRICOS

Los primeros antecedentes de la industria manufacturera inician con los mercantilistas William Petty y Thomas Mun, quienes proponen que la prosperidad estaba relacionada con una balanza comercial favorable y la acumulación de la riqueza.

Adam Smith (1787) consideró:

El producto anual de la tierra y el trabajo de cualquier nación no puede ser aumentado en su valor por ningún otro medio, más que por el aumento del número de sus trabajadores productivos, o de las fuerzas productivas de los trabajadores que habían sido antes empleados, en consecuencia, ya sea de alguna adición y

mejoramiento de las máquinas e instrumentos que facilitan y abrevian el trabajo; o de un reparto más adecuado y la distribución del empleo.

Más tarde, Kaldor (1963) identificó seis hechos que muestran la importancia del capital y la productividad en la producción agregada:

- (i) El incremento continuo en el volumen de producción agregada y la productividad laboral tienen una tendencia estable y no registra una caída en la tasa de crecimiento de la productividad.
- (ii) El continuo aumento en la cantidad de capital por trabajador.
- (iii) La tasa de beneficio del capital es aproximadamente constante a largo plazo.
- (iv) La relación capital-producto se mantiene constante en largos periodos de tiempo.
- (v) La participación de las rentas de trabajo y del capital en la producción total permanecen relativamente constantes.
- (vi) Diferencias en las tasas de crecimiento de la productividad del trabajo entre los países.

Estas ideas generaron el interés del sector industrial, ya que en él se muestra la relación directa del capital con el producto.

Robert Solow (1957) propone que el progreso tecnológico o la PTF se pueden medir mediante una función de producción, demostrando que las variables capital y trabajo pueden explicar los aumentos en las tasas de crecimiento de diversas economías.

Un estudio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2001) señala que las medidas de productividad tienen como base las desarrolladas en los trabajos de Tinbergen (1942), vinculando dichas medidas con el crecimiento económico.

La PTF, al no ser directamente observable en una industria, ha sido un tema constante en la literatura económica, en la que se han postulado metodologías para ser estimada; sin embargo, se ha optado por el cálculo de la productividad del trabajo, como lo muestran los estudios de Romero y Puyana (2009) y Kendrick (1961), quienes consideran que la productividad del trabajo sigue la misma tendencia que la PTF, (derivado de la dificultad para representar al capital en una variable, así como el registro de los

procesos productivos con nuevas tecnologías y la acumulación de capital).

En cambio, algunos trabajos como los de Jorgenson (1988), Baumol *et al.* (1989), Prescott (1997) y Levinsohn y Petrin (2003), entre otros, muestran diferentes metodologías que utilizan los insumos intermedios como parte de la función de producción o desarrollando el residuo de Solow con la finalidad de medir la PTF con variables proxy.

Incluso el trabajo de Bernal (2010) muestra a la PTF en temas sobre crecimiento endógeno y se presenta una nueva forma de calcular el residuo de Solow en una función de producción Cobb-Douglas, con base en la ecuación de Harrod, de tal forma que la explicación de la PTF presenta diferentes vertientes.

El antecedente del desarrollo de la función de producción ampliada se encuentra en el trabajo sobre productividad de Jorgenson y Griliches (1967), en el que se desarrollan las bases teóricas de una función de producción ampliada a cinco factores de producción, llamada modelo KLEMS, ya que está compuesto de capital (K), trabajo (L), energía (E), materiales (M) y servicios (S). Más tarde presentó aplicaciones a la economía estadounidense, en las que muestra dos características del nuevo modelo KLEMS:

- Se considera el valor bruto de la producción (el valor añadido más los insumos intermedios) como determinantes del crecimiento económico divididos en energía, materiales y servicios.
- La información se presenta más desagregada a diferencia de los modelos tradicionales, ya que una desagregación sectorial da como resultado un análisis más exacto de los factores que influyen en el crecimiento económico.

Por su parte, Arimon y Torrelo (1997) también coinciden con lo desarrollado por Jorgenson, pues utilizan alternativas para medir el producto según sea el índice elegido. En el caso del índice de PTF tradicional (considerados solamente capital y trabajo), el producto debe medirse con el valor agregado bruto a precios constantes, mientras que para el índice tipo KLEMS la variable a considerar es el valor bruto de la producción a precios constantes, lo cual se utiliza como referencia para el cálculo de la PTF buscando obtener una función de producción lo

más aproximada a la KLEMS de Jorgenson y Grilliches (1967).

El proyecto financiado por el VI programa en el marco de la Unión Europea (UE) buscó calcular la productividad y seguir su comportamiento, ya que es una variable clave para medir la competitividad y el crecimiento económico. Homogenizar esta medida sirve como instrumento para establecer políticas económicas acordes con los objetivos establecidos.

A este proyecto se une la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Organización de Naciones Unidas (ONU) desarrollando la misma metodología para homogenizar la medición de la PTF, con bases de datos que permitan comparar sus resultados de PTF entre países ya no sólo de la UE sino que incorporan países como Brasil, México y Chile.

### La industria manufacturera en México

Como país en vías de desarrollo la actividad manufacturera en México se considera la fuerza impulsora del crecimiento económico, sobre todo después de la liberalización comercial con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), mediante el impulso a la industrialización basada en exportaciones con mayor generación de valor agregado bruto. En la década de los ochenta se iniciaron en México cambios significativos en su estructura productiva, en los que resaltan los avances debido a la apertura comercial, sin embargo, el crecimiento del PIB no se ha acelerado, es más, en periodos de crisis ha decrecido en porcentajes importantes.

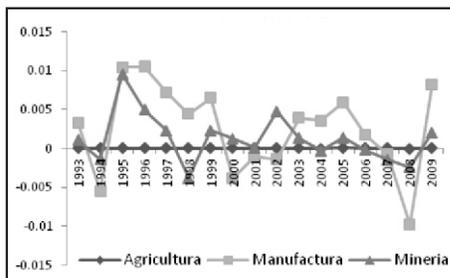
Según el Banco de Información Estadística (BIE) del INEGI, el PIB manufacturero (*PIB<sub>m</sub>*) tuvo una tasa de crecimiento acelerado hasta la década de los años setenta, con un incremento de 6.3% promedio anual, mientras que el PIB nacional aumentó a una tasa de 6.7% anual. Entre 1980 y 1990 el crecimiento económico del sector se vio afectado por las crisis económicas de 1982 y 1986, consecuentemente, la tasa media de crecimiento anual en ese periodo fue de 2.1%, ligeramente mayor que la registrada en el PIB nacional de 1.9%. De 1990 a 2000 el *PIB<sub>m</sub>* creció en promedio 4.4%, mientras que el PIB nacional ascendió a 3.4%. Para el periodo entre 2008 y 2009 las crisis económicas internacionales

afectaron el crecimiento económico del país y el *PIB<sub>m</sub>* decreció en promedio 6.5% mientras que el PIB nacional ascendió sólo 0.51%. De acuerdo con estos datos el *PIB<sub>m</sub>* aumenta en mayor proporción que el PIB nacional.

Cabe señalar que la industria manufacturera se ve afectada por la dependencia que se tiene respecto a la economía estadounidense y debido a las estrategias del comercio chino para insertar sus exportaciones en el mercado estadounidense a través de la triangulación China – México – Estados Unidos.

En la gráfica 1 puede apreciarse que el crecimiento de la industria manufacturera es uno de los más importantes para la economía mexicana, sin embargo, ha sido inestable e insuficiente. Se trata de un sector que necesita diversificar las exportaciones para no ser perjudicado por las crisis económicas, principalmente provocadas por sus relaciones comerciales con Estados Unidos, como sucedió en 1994, 2000 y 2009.

**Gráfica 1. Tasas de crecimiento de sectores seleccionados de la economía mexicana 1994-2009**

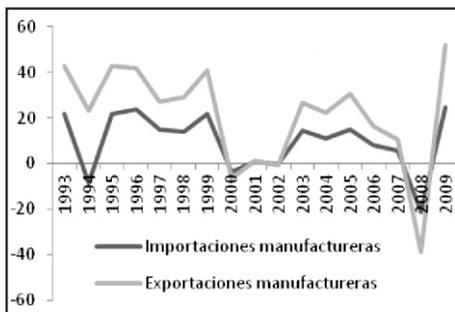


Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de Información Estadística (BIE), INEGI.

El crecimiento acelerado del comercio exterior, a partir del proceso de apertura a mediados de la década de los ochenta, trajo consigo un cambio estructural en el que éste adquirió mayor peso en la demanda y oferta agregada. Entre 1980 y 1987 las importaciones mostraron una caída de 8.0%, mientras que de 1988 a 2002 crecieron a una tasa de 13.3% promedio anual, siendo la industria manufacturera el componente más dinámico de la oferta agregada.

El incremento de las importaciones tuvo una drástica apertura después de 1985 y sobre todo a partir de 1987, además de la apreciación del peso entre 1988 y 1994, hecho que fomentó un incremento en la compra de insumos importados debido a las exigencias de calidad, estandarización de partes y piezas, así como a la seguridad en el abastecimiento oportuno de las empresas que se tornó indispensable para hacer frente a los mercados competitivos. Esta situación ha tenido graves consecuencias para el mercado interno (gráfica 2), ya que al presentarse un incremento en las exportaciones, éste se relaciona con un aumento casi en la misma proporción que el de las importaciones.

**Gráfica 2. Importaciones y exportaciones de la industria manufacturera de 1993-2009 (tasas de crecimiento)**

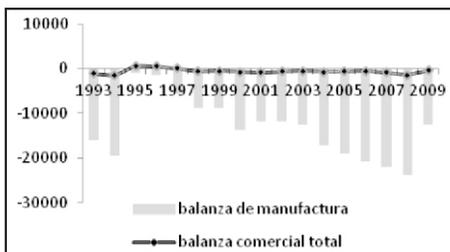


Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de Información Estadística (BIE), INEGI.

Los resultados de las estadísticas del BIE publicados por el INEGI muestran que 80% de las exportaciones realizadas dependen de importaciones provenientes de Estados Unidos. Como consecuencia, se presentó un saldo negativo de la balanza comercial, que no se ha recuperado, dado que más de 30% del PIB es importado, según estudios del proyecto Monitor de la manufactura realizado por un equipo de profesores que dirige Enrique Dussel.

La balanza de la industria manufacturera es aún más deficitaria, como se observa en la gráfica 3. A partir de 2005 el déficit fue creciendo, y sólo desde 2009 se ha ido recuperando lentamente. Esto no se ve reflejado en cifras de empleo y de inversión extranjera directa (IED) debido a que dichas variables se mantienen constantes, lo que no ha impactado en el crecimiento de la industria manufacturera.

**Gráfica 3. Balanza manufacturera y comercial de México 2003-2009 (miles de dolares)**



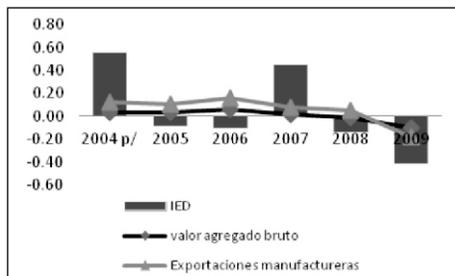
Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de Información Estadística (BIE), INEGI.

El Centro de Estudios de Finanzas Públicas (2005) publicó que en México el incremento de las exportaciones manufactureras se debió a su política de comercio exterior, pues las manufacturas se convirtieron en el principal sector exportador representando 30.7% de las exportaciones totales en 1980, frente a 86.5% en 2003.

Sin embargo, más de 50% del total de insumos de la planta productiva proviene del exterior. A su vez, se han manifestado porcentajes muy altos de importaciones, aproximadamente más de 90% de los componentes que ensamblan las maquiladoras son de procedencia extranjera, mientras que algunos de ellos podrían ser producidos en el país.

La falta de valor agregado en los procesos productivos (gráfica 4) impide generar mayores ingresos en las exportaciones, con procesos productivos tradicionales. Con esta situación sólo la generación de innovaciones, estrategias comerciales y mejoras productivas podrían corregir las condiciones del actual mercado interno. Los estudios realizados por Dussel (2007) muestran que aquellas empresas nacionales sin IED contribuyen con mayor participación en innovación y desarrollo que aquellas que han sido objeto de IED, excepto cuando estas empresas cuentan con esta inversión que representa 50% de su capital social.

**Gráfica 4. Valor agregado bruto, inversión extranjera directa y exportaciones manufactureras de 2004-2009 (tasas de crecimiento)**



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de Información Estadística (BIE), INEGI.

Entre el periodo 2002-2008 se ha observado que la manufactura muestra una proporción inferior a otros países en vías de desarrollo, como se aprecia en la tabla 1. En comparación con una selección de países, México se ha estancado en la generación de valor agregado bruto industrial, donde otros países, como Brasil, han tenido un mejor desempeño en los últimos años.

**Tabla 1. Proporción de valor agregado del sector industrial por países seleccionados 2002-2008**

Países	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Argentina	2706	26.6	32	34.7	35.6	35.6	35.6
Brasil	27.7	26.9	27.1	27.8	30.1	30.3	30.9
Chile	38.4	39.1	39.5	36.4	39.8	42.4	47.7
México	28	27.3	26.5	25.8	26.3	26	26.7
República de Corea	40.7	39.2	38.4	39	40.7	40.3	39.6
China	45.9	45.2	44.8	46	46.2	47.5	48.4

Fuente: INEGI (2008), México en el mundo.

Por tanto, la nación que se dedique a importar sus bienes manufacturados estará condenada al rezago tecnológico y se volverá dependiente del sector externo, como es el caso de México, donde el desarrollo del sector industrial no se logra conectar con un incremento del progreso tecnológico, lo que contribuiría a un mayor contenido de valor agregado en su producción.

### Modelo de corte transversal

Para denotar la importancia del Ci como parte de los factores productivos se estima un modelo de corte transversal para el periodo 2003 - 2010, a nivel de rama, tanto para la economía total como para la industria manufacturera, y de esta forma validar la hipótesis de que un índice de PTF que incluya al Ci mejora la metodología del cálculo de productividad, puesto que es un componente que influye decisivamente en la eficiencia.

La ecuación se define como:

$$P = \alpha_0 + \alpha_1 L + \alpha_2 K + \alpha_3 CI + \mu \quad (1)$$

Donde la producción ( $P$ ) representa el valor bruto de la producción, el capital ( $K$ ) está representado por el superávit bruto de operación (SBO), el trabajo ( $L$ ) se representa con las remuneraciones, y un tercer factor, el consumo intermedio ( $CI$ ), se encuentra representado por la demanda intermedia necesaria para producir.

Se aplican logaritmos a la ecuación del modelo con la finalidad de linealizarlo:

$$\log(P) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(L) + \alpha_2 \log(K) + \alpha_3 \log(CI) + \mu$$

### Análisis de robustez del modelo

Se estimaron dos modelos: uno para la economía total y otro para la industria manufacturera a través del método de mínimos cuadrados ordinarios, los resultados de las pruebas muestran que es válido para medir el impacto de los factores productivos en la producción obteniendo una  $R^2$  de 0.93% en promedio.

No se presentan problemas de autocorrelación, el estadístico Durbin-Watson indica un parámetro de 1.97 a 2 en los años estimados.

Los modelos también pasaron las pruebas de White Heteroskedasticity Test, donde no se rechazó la hipótesis nula con una probabilidad para cada año en un rango de 19.23% y 23%, por lo que el modelo es homocedástico.

Las pruebas de distribución F muestran resultados óptimos, en cada regresión, el valor de F rechaza la hipótesis nula de no relación entre las variables del modelo, donde los valores de F estimados representados como el cuadrado de la t-student muestran probabilidades de cero.

La prueba de normalidad Jarque-Bera nos dice que los modelos estimados cumplen con la normalidad requerida, la probabilidad está entre 0.42 y 0.55, por lo que se acepta la hipótesis de que los residuales tienen una distribución normal.

**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

La tabla 2 muestra los resultados del modelo para toda la economía a nivel de rama, donde se

observa una relación positiva del capital, el trabajo y el consumo intermedio.

Para el año 2010, por cada 1% que se incrementa el consumo intermedio la producción crecerá en 62%, mientras que por cada 1% que se incremente la variable trabajo la producción aumentará sólo 19%, lo que confirma la importancia del Ci para el proceso productivo.

**Tabla 2. Resultados de las estimaciones a través de un modelo de corte transversal a nivel de rama de la economía total para el periodo 2003-2010**

Variables	Coeficientes							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>C</b>	2.82	1.37	1.32	1.39	1.44	2.43	4.56	2.58
t-student	-0.6	-0.44	-0.45	-0.52	-0.49	-0.61	-0.8	-0.66
Prob	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>L</b>	0.31	0.26	0.25	0.24	0.25	0.24	0.24	0.19
t-student	-0.06	-0.05	-0.05	-0.06	-0.05	-0.06	-0.05	-0.06
Prob	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>K</b>	0.73	0.68	0.66	0.54	0.55	0.59	0.71	0.55
t-student	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	-0.03	-0.04	-0.03
Prob	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>CI</b>	0.54	0.54	0.56	0.66	0.66	0.63	0.52	0.62
t-student	-0.03	-0.03	-0.03	-0.04	-0.04	-0.04	-0.03	-0.04
Prob	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>R<sup>2</sup></b>	0.9	0.95	0.9	0.95	0.95	0.9	0.94	0.95
<b>F-Statistic (Prob.)</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>D-W</b>	1.97	2	2	2.03	2.04	2	1.96	1.7
<b>N</b>	140	140	140	137	137	135	138	140

\*Se muestran los errores estándar donde las variables son significativas a un nivel de confianza de 95%.

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM) publicado por el INEGI.

En el periodo de estudio se distingue una tendencia hacia la baja del impacto del capital a la producción cuando el consumo intermedio tiene un impacto mayor, encontrando una relación estrecha entre el capital y el Ci, lo cual no ocurre con el trabajo, considerando así al comportamiento de este factor como independiente.

Un incremento del Ci es favorable para la economía mexicana, ya que incrementa la producción de la actividad económica, sin embargo, para ello se requiere de la conjugación de elementos clave como son el acercamiento de las fuentes de financiamiento a los productores; modernización del aparato productivo (incluso de las micro, pequeñas y medianas empresas);

generación de encadenamientos productivos entre el sector exportador y el mercado interno, e identificación del potencial de nuevas ramas de exportación.

Por otra parte, la tabla 3 muestra que para la industria manufacturera el consumo intermedio

es un factor aun más relevante, ya que por cada unidad porcentual en que se incrementa el consumo intermedio (en promedio durante los últimos ocho años), la producción se incrementa 0.65%, teniendo un mayor impacto en la industria manufacturera que en el nivel de la economía total.

**Tabla 3. Resultados de las estimaciones a través de un modelo de corte transversal para las ramas de la industria manufacturera 2003-2010**

Variables	Coeficientes							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>C</b>	0.82	0.76	0.70	0.65	0.95	0.65	0.71	0.69
t-student	-0.1	-0.11	-0.10	-0.10	-0.13	-0.09	-0.01	-0.10
Prob.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>L</b>	0.22	0.13	0.12	0.12	0.10	0.09	0.11	0.11
t-student	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01
Prob	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>K</b>	0.15	0.22	0.11	0.19	0.21	0.21	0.21	0.20
t-student	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Prob	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Ci</b>	0.64	0.65	0.51	0.69	0.68	0.71	0.69	0.68
t-student	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Prob	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>R<sup>2</sup></b>	0.95	0.9	0.92	0.93	0.9	0.95	0.9	0.9
<b>F-Statistic (Prob.)</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>D-W</b>	1.96	1.98	2	2.05	2.1	1.99	2.1	2.1
<b>N</b>	84	84	84	83	83	84	84	84

\*Se muestran los errores estándar donde las variables son significativas a un nivel de confianza de 95%.

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM) publicado por el INEGI.

En el caso de la variable trabajo, su aportación a la producción es menor que en el total de la economía, presentando coeficientes por debajo de 0.19%. Lo mismo sucede con el capital, su participación se ve disminuida alcanzando coeficientes de hasta 0.22% como el valor más alto registrado en el año 2004 y una tendencia a la baja desde ese mismo año.

Este comportamiento se puede explicar calculando las tasas de crecimiento de la producción bruta y las del Ci, donde se observa

que el consumo intermedio crece más que la producción, lo cual sugiere que se compran cada vez más insumos para producir. En la tabla 4 se observa que esto se cumple tanto para la economía total como para la industria manufacturera.

Dicha tabla muestra que a lo largo de siete años la producción bruta crece en menor proporción que los insumos utilizados, por ejemplo, en el año 2005 la producción bruta creció 6.6%, y el consumo intermedio se incrementó 7.6%. Esto

representa altos costos para la producción, generando una disminución en la PTFA (tabla 3), donde el crecimiento del consumo intermedio para los años 2005 y 2010 de 7.6 y 7.8%, respectivamente, reflejan las disminuciones de la PTFA en esos años.

Para el año 2008, en el que se presentó la crisis económica en el país, se observa que la producción y el consumo intermedio muestran disminuciones.

**Tabla 4. Tasas de crecimiento de la producción bruta y consumo intermedio para la economía total y la industria manufacturera 2004-2010 (porcentaje)**

Años	Economía total		Industria manufacturera	
	PB	Ci	PBm	Ci
2004	3.820	4.173	4.924	5.563
2005	6.671	7.644	8.147	9.153
2006	3.985	4.267	3.437	4.216
2007	1.100	-0.009	-1.440	-1.792
2008	0.801	0.930	-0.136	-0.522
2009	-7.134	-8.640	-11.193	-11.795
2010	6.571	7.831	11.342	12.088

Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM publicado por el INEGI 2003-2010 y del BIE.

Por el lado de las utilidades de las empresas, éstas han disminuido como consecuencia de los altos costos en la producción. En la tabla 5 se muestra la relación inversa que existe entre el consumo intermedio y la utilidad de las empresas. La industria manufacturera se ve afectada en mayor proporción, dado que un aumento del consumo intermedio disminuye las utilidades de la empresa, como en los casos de los años 2005, 2009 y 2010.

Este fenómeno ha provocado que la economía mexicana tenga que importar productos de otros países. Según datos publicados por el INEGI, el BIE indica que las importaciones manufactureras muestran una tendencia a la alza con crecimientos de hasta 24% para el año 2010. Esto demuestra que el mercado interno no es competitivo y su producción genera niveles bajos de productividad, lo que incide negativamente en los costos de producción y no permite la suficiente generación de empleo.

**Tabla 5. Comparación entre tasas de crecimiento de la utilidad de las empresas y el consumo intermedio de la economía total y la industria manufacturera 2004-2010 (porcentaje)**

Año	Utilidad de las empresas de la economía total	Ci	Utilidad de las empresas manufactureras	Ci
2004	6.22	4.17	7.42	5.56
2005	4.07	7.64	3.95	9.15
2006	6.44	4.27	9.32	4.22
2007	4.42	-0.01	3.24	-1.79
2008	2.27	0.93	0.20	-0.52
2009	-7.73	-8.64	-9.71	-11.79
2010	7.22	7.83	11.36	12.09

Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM publicado por el INEGI 2003-2010 y del BIE.

Cálculo de la productividad total de factores

A partir de mostrar que el Ci es un componente relevante para el valor de la producción tanto para las actividades económicas del país como en la industria manufacturera, en este apartado se presenta la metodología para calcular las PTF y PTFA con la finalidad de analizar las diferencias entre estos índices y así evaluar las bondades de la PTFA que se propone.

Partiendo del modelo de Solow (1957), mediante una función de producción estándar:

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

Donde Y es el producto interno bruto, K representa el capital, L el trabajo y A es la combinación de otros elementos que no se explican ni por el capital, ni por el trabajo, como por ejemplo la tecnología y la eficiencia generadas en el proceso de producción.

Se suponen rendimientos constantes a escala, mediante una función de producción tipo Cobb-Douglas:

$$Q = AL^\alpha K^{1-\alpha} \quad (2)$$

$$PIB = AL^\alpha K^{1-\alpha} \quad (3)$$

La información para representar cada variable es obtenida del Sistema de Cuentas Nacionales de México, específicamente de la Cuenta de Bienes y Servicios de 2007 - 2010 a nivel de subsector y rama.

El PIB es igual al valor agregado bruto (VAB).

$$VAB = PIB$$

Se utilizan las remuneraciones como variable proxy.

$$L = Re \text{ (remuneraciones)}$$

Para la variable capital ( $K$ ), se toma el superávit bruto de operación (SBO) como variable proxy.

$$SBO = OISNS + EBO$$

Donde:

SBO = superávit bruto de operación

OISNS = otros impuestos sobre la producción menos subsidios (diferentes del IVA)

$K$  = EBO (excedente bruto de explotación)

$$PIB = A (Re)^\alpha (OISNS + EBO)^{1-\alpha} \quad (4)$$

$$PIB = A + \alpha(Re) + (1 - \alpha)SBO \quad (5)$$

Donde  $A$  es una variable no observable que se puede explicar como el residuo después de tomar en cuenta el capital y el trabajo y  $\alpha$  representa las elasticidades de cada factor.

Se utiliza la metodología de Baumol (1989), quien realiza un análisis de la PTF y dadas las limitaciones de los datos recomienda utilizar una función de Cobb-Douglas con dos factores de producción, donde  $\alpha$  y  $1-\alpha$  representan los cambios de la producción ante cambios en el capital y el trabajo, respectivamente, como se muestra a continuación:

$$PTF_{KL} = \frac{VAB}{(\alpha L + (1 - \alpha)K)} \quad (6)$$

### Una extensión del índice PTF a la PTF ampliada

De la Fuente (2008) define a la productividad total de los factores o productividad multifactorial como un indicador de eficiencia técnica que mide

el output por unidad de input total, considerando el conjunto de los factores productivos utilizados que incluye el consumo intermedio (energía, materias primas, materiales y servicios). Si se obtiene información más desagregada como los insumos utilizados en el proceso de producción, entonces se puede manejar una función de producción ampliada y calcular las elasticidades de los factores que inciden en la producción.

La PTF y la PTF<sub>A</sub> a nivel de rama se calculan con datos de las Cuentas de Bienes y Servicios publicadas por el Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM) con las siguientes variables que representan la base de datos:

$K$  = variable proxy EBO, la cual incluye excedente neto de explotación y consumo de capital fijo, su medición está limitada por la disponibilidad de información. Utilidad bruta antes de impuestos.

$L$  = variable proxy remuneraciones ( $Re$ )

$CI$  = variable proxy consumo intermedio (representa energía, materiales y servicios)

VBP = valor bruto de la producción

La ecuación para el cálculo de la PTF<sub>A</sub> es:

$$PTF_A = \frac{VBP}{(\alpha_1 K + \alpha_2 L + \alpha_3 CI)} \quad (7)$$

Donde  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  y  $\alpha_3$  son las variaciones porcentuales de la producción ante cambios de los factores productivos ( $K$ ,  $L$  y  $CI$ ).

Las diferencias entre ambos casos es la extensión de los factores productivos, el consumo intermedio representa los insumos utilizados para llevar a cabo el proceso de producción. Además, en la PTF se utiliza el valor agregado bruto y en PTF<sub>A</sub> se considera el valor bruto de la producción. Esto debido a que la presencia del consumo intermedio hace interesante estudiar cuánto impacta a la producción y la PTF sólo considera bienes finales.

Se asume el supuesto de que la función es separable en los insumos, considerando que el capital, el trabajo y el consumo intermedio pueden variar de forma independiente.

### La PTF y PTFA en la industria manufacturera

Para calcular los índices de productividad, como primer paso se estiman las elasticidades a través de mínimos cuadrados, aplicando logaritmos, las  $R^2$  oscilan entre 78 y 85% de significancia y en algunos años las regresiones presentan autocorrelación, la cual se corrigió con un AR(1). Los resultados para el periodo 2003-2010 no varían en gran proporción de un año a otro, pero es importante su cálculo para tener un índice de mayor confiabilidad.

La tabla 6 muestra el resultado de las elasticidades donde el consumo intermedio tiene un fuerte impacto en el valor de la producción bruta, de 40% en promedio de 2003 a 2010. Esto demuestra que al incluir el consumo intermedio en la función de producción se explica una parte importante de los factores que participan en el proceso productivo, con la misma magnitud que el capital.

**Tabla 6. Elasticidades de los factores productivos para el cálculo de la PTF y PTFA 2003-2010**

Año	PTF (K L)		PTF (ampliada)		
	$1-\alpha(l)$	$\alpha(k)$	$\alpha_1(K)$	$\alpha_2(L)$	$\alpha_3(CI)$
2003	0.11	0.89	0.45	0.10	0.40
2004	0.11	0.89	0.46	0.11	0.39
2005	0.11	0.89	0.46	0.11	0.40
2006	0.16	0.84	0.42	0.15	0.42
2007	0.16	0.84	0.40	0.12	0.44
2008	0.18	0.82	0.42	0.15	0.42
2009	0.18	0.82	0.42	0.19	0.37
2010	0.19	0.81	0.41	0.17	0.41
R2	78		85		
Durbin - Watson	1.93		1.89		
Jarque - Bera	0.40		0.45		

Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM publicado por el INEGI.

Obteniendo las elasticidades es posible estimar las ecuaciones 6 y 7, respectivamente. En la tabla 7 se muestran los resultados de los índices de PTF y PTFA para el total de la economía y para la industria manufacturera.

El índice PTF indica que la economía en general de 2003 a 2010 disminuyó 0.15 unidades. A partir de 2006 este índice no se ha recuperado, y hasta

2010 no ha podido recuperar los niveles alcanzados en 2005.

En la industria manufacturera la tendencia es casi la misma, en general ha perdido puntos en su productividad y revela la relación tan estrecha que existe entre el crecimiento de la economía del país y el crecimiento de la industria manufacturera.

En el caso de los resultados del índice de la PTFA se observa que existe una disminución de la productividad aun mayor. El año 2003 es el que presentó un índice mayor de 2.96 y desde ese año las tasas de crecimiento muestran una caída de la productividad para todo el periodo de estudio con excepción del 2009, año en que disminuyó más el consumo intermedio que el valor de la producción. Según datos del INEGI el consumo intermedio disminuyó 8.6% con respecto al año anterior para la economía total y 11% en la industria manufacturera.

**Tabla 7. Índices de PTF y PTFA ampliada para la industria manufacturera y la economía total de 2006-2010**

Años	Economía total		Manufacturas	
	PTF	PTFA	PTF	PTFA
2003	2.85	2.96	2.57	2.89
2004	2.99	2.84	2.74	2.71
2005	3.09	2.81	2.82	2.67
2006	2.74	2.79	2.62	2.59
2007	2.82	2.78	2.68	2.59
2008	2.68	2.74	2.63	2.62
2009	2.69	2.86	2.65	2.81
2010	2.70	2.76	2.69	2.65

Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM publicado por el INEGI.

Esto provocó que la PTFA presentará un incremento de 4.3% para la economía total y un 7.2% para la industria manufacturera. Lo anterior hace relevante este indicador, a diferencia de los resultados obtenidos en la PTF, que aun cuando sí presenta un aumento, éste es menor.

### CONCLUSIONES

La productividad total de factores ampliada permite considerar el consumo intermedio como

uno de los componentes más relevantes de la producción de la industria manufacturera. Al compararse con la economía total, en dicha industria tiene mucho mayor peso el consumo intermedio que el capital y el trabajo.

Este análisis es de mucha importancia, dado que de los bienes importados para satisfacer la demanda intermedia, representa para la economía de México más de 70% del valor de las importaciones. A la manufactura le corresponde un peso mayor de ese 70% total y su principal origen es la economía norteamericana.

Se ha demostrado que este resultado influye negativamente en la eficiencia del desempeño de la manufactura en el contexto de la economía total.

Los índices de PTFA para el periodo analizado son inferiores a los de la economía en su conjunto, debido fundamentalmente a la inclusión del Ci como factor de la producción.

Lo anterior influye en la utilidad de las empresas manufactureras, dada la importante influencia de los bienes y servicios para la producción en las empresas que componen esta industria, comparado con la economía total.

Una recomendación que sugiere este trabajo es la elaboración de un plan de desarrollo industrial asociado a la manufactura, que propenda a mejorar sus encadenamientos internos de manera que se produzca una mayor cantidad de bienes intermedios en la economía de México. Con ello se enfrentaría uno de los problemas estructurales del desempeño del sistema económico y aumentaría el valor agregado, con un aporte significativo al desarrollo del país.

## REFERENCIAS

- Baumol, W. J., Batey Blackman, S. & Wolff, E. (1989). *Productivity and american leadership: The long view*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Comi, D. (2006, agosto). Total factor productivity. *New York University and NBER*, 1-5.
- Centro de Estudios de Finanzas Públicas (2005, diciembre). *Evolución del sector manufacturero de México, 1980-2003*. Palacio Legislativo de San Lázaro.
- Jorgenson, Dale W. (1988, mayo). Productivity and economic growth in Japan and the United States. *American Economic Review*, 78 (2), 217-222.
- Jorgenson, Dale W. & Griliches, Z. (1967). The explanation of productivity change. *Review of Economic Studies*, 34.
- Dussel Peters, E. (2007, octubre). Monitor de la manufactura mexicana. *UNAM*, año 3, número 6.
- Frago Pastrana, E. (2003). Apertura comercial y productividad de la industria manufacturera mexicana. *Economía Mexicana*, primer trimestre, vol. 001, Distrito Federal, México: Centro de Investigación y Docencia Económicas A. C.
- INEGI. Banco de Información Estadística (BIE). Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- INEGI. (2008). *Sistema de Cuentas Nacionales, Cuenta de Bienes y Servicios (2003-2008)*.
- INEGI. (2006). *México en el mundo*.
- Kendrick, J. W. (1961). Productivity trends in the United States. *Princeton University Press*.
- Kaldor, N. (1963). Capital accumulation and economic growth. En Lutz y Hague, *Proceedings of a Conference Held by the International Economics Association*. Londres: Macmillan.
- Levinsohn, J. & Petrin, A. (2003). Estimating production functions using Inputs to control for unobservables. *Review of Economic Studies*, 70, 317-341.
- Mendoza Cota, Jorge E. (2010). El impacto de la crisis automotriz de EUA en el subsector automóviles y camiones de México. *Economía Mexicana. Nueva Época*, vol. XX, núm. 2, segundo semestre de 2011.
- Prescott, E. (1997). Needed: A theory of total factor productivity. *International Economic Review*, 39(3).

- Puyana, A. & Romero, J. (2009). *México. De la crisis de la deuda al estancamiento económico*. México: Colegio de México.
- OECD. (2001). *Measuring productivity measurement of aggregate and industry-level productivity growth*. OECD Manual.
- Reyes, B. J. (2010). El residuo de Solow revisado. *Revista de Economía Institucional*, 12(23).
- Smith, Adam. (1787). *Investigación sobre la naturaleza y causa de la riqueza de las naciones*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Solow, Robert. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320.
- Tinbergen, J. (1942). Zur Theorie der Langfristigen Wirtschaftsentwicklung. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 55, 511-49.
- Torello, M. & Arimón, G. (1997, marzo). *Productividad total de factores. Revisión metodológica y una aplicación al sector manufacturero uruguayo*. CEPAL, oficina Montevideo.

**IA INVESTIGACIÓN  
ADMINISTRATIVA**

ISSN: 1870-6614

UN ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE  
FACTORES AMPLIADA EN LA INDUSTRIA  
MANUFACTURERA DE MÉXICO 2003-2010

ANALYSIS OF TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY  
EXPANDED IN MEXICO MANUFACTURING  
INDUSTRY 2003-2010

Rosa Isela Fernández Xicoténcatl  
Francisco Almagro Vázquez  
José Terán Vargas

Recibido: 14/Febrero/2013  
Aceptado: 01/Junio/2013

Clasificación JEL: L60, O4, O14  
Número 112, año 42  
pags. 51-63