



Revista de Economía

ISSN: 0188-266X

[lilian.albornoz@uady.mx](mailto:lilian.albornoz@uady.mx)

Universidad Autónoma de Yucatán

México

Tovar Montiel, Sandra Haydeé

EL IMPACTO DE LA APERTURA COMERCIAL EN LA EFICIENCIA TÉCNICA DE LAS  
MANUFACTURAS EN MÉXICO: UN ANÁLISIS POR ENTIDAD FEDERATIVA

Revista de Economía, vol. 29, núm. 79, julio-diciembre, 2012, pp. 9-31

Universidad Autónoma de Yucatán

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=674070971001>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# EL IMPACTO DE LA APERTURA COMERCIAL EN LA EFICIENCIA TÉCNICA DE LAS MANUFACTURAS EN MÉXICO: UN ANÁLISIS POR ENTIDAD FEDERATIVA

THE IMPACT OF TRADE LIBERALIZATION ON THE TECHNICAL  
EFFICIENCY OF MANUFACTURING IN MEXICO: AN ANALYSIS BY STATE

Sandra Haydeé Tovar Montiel

Escuela Superior de Economía  
Instituto Politécnico Nacional  
sh.tovar@yahoo.com.mx

## RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo determinar si la eficiencia técnica de los sectores manufactureros altamente tecnológicos se incrementó después de la apertura comercial y si la eficiencia es influenciada por factores de aglomeración como la especialización y urbanización. Mediante el análisis envolvente de datos, DEA (por sus siglas en inglés), se encontró un aprovechamiento de los factores productivos por parte de entidades del sur, además el sector de baja tecnología presentó altos niveles de eficiencia en entidades con mayor concentración urbana. Se demostró que la eficiencia aumentó después de la apertura comercial de manera inicial; así como la especialización y urbanización influyen sobre ésta.

**Palabras clave:** apertura comercial, análisis envolvente de datos, industria manufacturera, eficiencia técnica, análisis de regresión.

**Clasificación JEL:** F13, C14, L6, C61, C13.

## ABSTRACT

The aim of this paper is to determinate whether the technical efficiency of the high technology manufacturing industrial raised before openness commercial, also whether them are influence by factors as specialization and urbanization. Using Data Envelopment Analysis, DEA, we found a use of production factors by southern states, also the low-tech sector showed high levels of efficiency in states with largest urban concentration. We prove that efficiency increase initially after openness commercial, as well as specialization and urbanization influence over it.

**Keywords:** openness commercial, Data Envelopment Analysis, manufacturing industry, technical efficiency, regression analysis.

## 1. INTRODUCCIÓN

En México el modelo de sustitución de importaciones fortaleció el mercado interno de la industria manufacturera. Sin embargo, a mediados de los ochenta se iniciaron cambios relevantes en la estructura productiva, tras la apertura comercial. Ésta trajo consigo nuevos patrones de intercambio comercial, diferentes formas de producción, distribución, intercambio y consumo. Dichas formas de producción exigieron personal más calificado y la incorporación de avances tecnológicos en maquinaria y equipo. No obstante, dichos cambios no fueron equitativos entre los sectores productivos manufactureros y, con la apertura, la eficiencia de algunos de ellos aumentó a un ritmo más acelerado que otros.

Uno de los objetivos de la apertura comercial en México fue impulsar el crecimiento económico por medio de las exportaciones, por lo que se supuso que la exposición de las empresas a la competencia internacional fomentaría la eficiencia, la productividad y el desarrollo tecnológico.

Por una parte, de acuerdo con Rodrik (1992) no existen teorías sistemáticas que prueben la relación política comercial y eficiencia técnica productiva. Sin embargo históricamente el impulso al libre comercio entre países ha sido estudiado y analizado desde los mercantilistas hasta Adam Smith (1776) y David Ricardo (1817), los cuales aseguran que el crecimiento económico de las naciones es reflejo del aprovechamiento de su ventaja comparativa o absoluta. También desde la perspectiva de la teoría clásica ha prevalecido la hipótesis de que el libre comercio es benéfico para todos los participantes, ya que no sólo es el motor del crecimiento económico, igualmente es capaz de generar una convergencia entre países de distintos niveles de desarrollo, Heckscher (1919) y Ohlin (1933). Por último la nueva teoría del comercio internacional, dice que éste puede originarse no sólo por la existencia de la ventaja comparativa, sino también por la presencia de economías de escala en la producción, (Krugman, 1979). Por lo anterior diversos investigadores se han dado a la tarea de probar dicha relación, no obstante, sus resultados no han sido concluyentes, véase Lall, Featherstone y Norman (2000); Milner y Weymna-Jones (2003); Iyer, Rambaldi y Tang (2008) y Shafaeddin (2006).

Asimismo existen trabajos empíricos que argumentan que el proceso de apertura comercial conduce a la realización de economías de escala y disminución de las ineficiencias en la producción, sobre todo en aquellas que tienen procesos productivos con grado mayor de tecnología; Kim (1997); Tansini y Triunfo (1998), por ejemplo. Por otro lado, está el trabajo de Harrison (1996), el cual no encuentra una evidencia clara entre el crecimiento de la productividad total de factores y la apertura comercial.

Por su parte, la teoría regional sustenta que la especialización de la mano de obra es un elemento decisivo en las economías de aglomeración, Weber (1909). En cambio Marshall (1920) introdujo el concepto de economías de escala para explicar la concentración espacial, considerada como pieza clave en la teoría urbana. Igualmente están, las externalidades tipo Porter y Jacobs, las cuales establecen que la especialización estimula la innovación y permite consolidar ventajas relativas mediante estrategias de diversificación de los productos, Porter (1990) y Jacobs (1969).

Dado el anterior argumento teórico, el trabajo de Bannister y Slopt (1995) para el caso de México, cobra sentido. En él se analiza el vínculo entre la localización industrial, concentración y eficiencia económica de la manufactura mexicana para 1985, para ello emplearon programación lineal, GAMS. Encontraron que las regiones de Distrito Federal, Estado de México y Nuevo León estuvieron más concentradas. Además, con un análisis econométrico, hallaron que la eficiencia técnica a nivel regional estuvo asociada positivamente con las economías de urbanización y aglomeración.

Fuentes y Armenta (2006) con información de 133 empresas del sector del calzado del municipio de San Mateo Atenco, Estado de México midieron para el periodo de 1990-2000 los cambios en la productividad debidos a las transformaciones tecnológicas experimentadas por la evolución de la eficiencia técnica y la escala de producción. Para ello construyeron el índice de Malmquist, así como un análisis envolvente de datos. Uno de sus principales hallazgos fue un incremento de 1.2% de la productividad en el sector del calzado, además en las empresas analizadas no se presentó un cambio tecnológico en el periodo de estudio y, por consiguiente, los cambios en la productividad se debieron a la eficiencia técnica.

En tanto, Álvarez y Vergara (2008) estimaron la eficiencia técnica de la producción privada en las entidades federativas de México en el periodo de 1970-2003 mediante fronteras de producción eficientes no paramétricas con el método envolvente de datos (DEA). Los autores encontraron un aumento sostenido en los niveles de eficiencia, pero con enormes disparidades regionales derivadas de las diferencias estructurales de las mismas. En su análisis por entidad federativa observaron que los niveles de eficiencia al inicio del periodo se presentaban más en los estados del sureste del país, pero al finalizar el periodo ocurría en las entidades del centro.

Por lo anterior la presente investigación tiene por objetivo determinar los niveles de eficiencia de la industria manufacturera según su grado tecnológico; comprobar que ésta es mayor después de la apertura comercial, al menos en los sectores de alta y media alta tecnología; así como establecer si la eficiencia está asociada con los niveles de urbanización y especialización de la industria manufacturera. Para probar esta hipótesis se empleó la herramienta no paramétrica análisis envolvente de datos, para determinar los niveles de eficiencia, y mediante un análisis de regresión encontrar los factores asociados a ésta.

El artículo está compuesto por la introducción, una segunda sección que proporciona el grado de apertura comercial de la manufactura mexicana. En la siguiente sección se presentan los instrumentos metodológicos que se emplearon para la estimación de las eficiencias y la comprobación de la hipótesis planeada. La cuarta sección se muestra los resultados obtenidos y se finaliza con una sección de conclusiones y recomendaciones.

## **2. GRADO DE APERTURA COMERCIAL DE LA MANUFACTURA EN MÉXICO**

La industria manufacturera en México se desenvolvió en una política protecciónista orientada al mercado interno, mediante restricciones a la importación, de tipo arancelario y no arancelario. Para 1978 y 1983 la elevada protección arancelaria y los regímenes de permisos dificultaron el comercio internacional a tal grado que la manufactura no contaba con la calidad y los precios que les permitiera competir el mercado internacional.

**Cuadro 1**  
*Indicadores de comercio exterior del sector manufacturero, 1980-2003*

Año	Grado de apertura del sector al exterior	Exportaciones manufactureras*/PIB	Importaciones de manufactureras*/PIB	Balanza comercial/PIB
1980-1985	9.3	2.6	6.7	-4.1
1986-1994	16.4	5.8	10.6	-4.8
1995-2000	28.9	12.5	16.4	-3.9
2001-2003	26.5	10.3	16.2	-5.8

Fuente: elaborado por el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la H. Cámara de Diputados con datos del Banco de México.

\*No incluye maquiladoras.

Debido a la crisis energética de principios de los ochenta, las exportaciones petroleras dejaron de ser las más importantes del total de las ventas externas, estas fueron sustituidas por exportaciones no petroleras, como la manufactura. En esta época que se da paso a una estrategia de industrialización orientada a la exportación. Entre 1985 y 1988 se llevó a cabo un cambio estructural orientado a la apertura comercial que inició con el ingreso de México al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) en 1986.

Es así como el proceso de apertura comercial fue creado con dos propósitos: 1) proporcionar la estabilidad de precios, ya que en una economía abierta, los productos nacionales tendrían que competir con los extranjeros y 2) fomentar la competitividad de la industria nacional, lo que a su vez reforzaría el programa macroeconómico en el mediano y largo plazo (Delgado de Cantú, 2003: 160).

Desde entonces la política comercial se ha caracterizado por un proceso de apertura comercial mediante la desregulación y la firma de tratados comerciales con otros países.

Al analizar el grado de apertura al exterior del sector manufacturero de 1980-2003, cuadro 1, se puede observar que ésta pasó de un promedio de 9.3% en el lapso de 1980 a 1985 a 16.4% entre 1986 y 1994. A partir de 1995 el grado de apertura llegó a representar un poco más de una cuarta

parte del producto interno bruto, PIB; entre 1995 y 2000 alcanzó un promedio de 28.9%, y entre 2001 y 2003 logró una disminución promedio de 26.5 por ciento.

La proporción de exportaciones del PIB pasó de 2.6% en promedio entre 1980 y 1985, a 5.78 para 1986-1994, destacándose el periodo 1995-2000 que mostró en promedio 12.5% y disminuyó a 10.3% para 2001-2003.

En tanto que la proporción de las importaciones en relación con el PIB muestra un comportamiento parecido al de las exportaciones pero en un promedio mayor a éstas. Destaca únicamente la proporción de importaciones en 1996, que fue ligeramente menor que las exportaciones.

Dado lo anterior podemos establecer que, tras el cambio estructural, el grado de apertura de la manufactura mexicana se incrementó de manera exponencial, igual que la proporción de las exportaciones e importaciones, aunque no en la misma medida, hasta el año 2000; no obstante el crecimiento de las exportaciones manufactureras se debe en gran parte al sistema generalizado de preferencias, puesto en marcha en 1993:

“...este sistema indujo a un importante crecimiento de nuestras exportaciones pero, conforme pasó el tiempo, el valor límite para otorgar la preferencia se convirtió en un obstáculo para el crecimiento de las exportaciones de cada uno de los productos beneficiados por el sistema...” (Serra, 2010: 188).

Posteriormente se observó una ligera disminución, con tendencia al estancamiento.

### **3. INSTRUMENTOS Y MÉTODOS**

#### **3.1 Eficiencia técnica: análisis envolvente de datos (DEA)**

Desde la perspectiva de la construcción de eficiencias existen dos enfoques: uno se basa en técnicas de programación lineal matemática, mientras que el otro emplea herramientas econométricas. En esta investigación

nos centraremos en la construcción de una aproximación no paramétrica, es decir, en el análisis envolvente de datos (DEA). La principal razón por la que se eligió esta técnica es porque tiene la ventaja de no requerir de la imposición de una forma funcional explícita sobre los datos; sin embargo, la eficiencia obtenida puede resultar alterada si éstos contienen algún tipo de ruido estadístico.

El DEA fue propuesto por Farrell (1957) en él la eficiencia de las unidades de decisión (DMU) consta de dos componentes: la eficiencia técnica, que refleja la capacidad de obtener el producto máximo dado un conjunto de insumos y la eficiencia asignativa, que muestra la habilidad para usar los insumos en las proporciones óptimas dado sus precios y producción tecnológica. Ambos componentes proveen una medida de eficiencia económica total.

El propósito del DEA es construir una frontera de posibilidades de producción no-paramétrica que envuelva los datos. Inicialmente, Charnes, Cooper y Rhodes (1978) propusieron un modelo en donde se asumen rendimientos constantes a escala y orientación hacia los insumos. El modelo parte de la existencia de K insumos y M productos para cada una de la N (DMU). Cada DMU está representada por la vector columna  $\vec{y}_i$ , el cual es una matriz de insumo X de dimensión KxN; y el vector  $\vec{v}$ , matriz de producto Y de dimensión MxN.

Una forma de introducir el DEA es a través de ratios o razones. Entonces, para cada DMU se obtiene una razón de todos los productos sobre los insumos, es decir,  $\frac{\vec{u}' \vec{y}_i}{\vec{v}' \vec{x}_i}$  donde  $\vec{u}$  es un vector de productos ponderados de Mx1 y  $\vec{v}$  es vector de insumos ponderados de Kx1. Las ponderaciones óptimas se obtienen resolver el problema de programación matemática:

$$\begin{aligned}
 & \max_{u,v} \left( \frac{\vec{u}' \vec{y}_i}{\vec{v}' \vec{x}_i} \right), \\
 \text{s. a.} \quad & \vec{u}' \vec{y}_j / \vec{v}' \vec{x}_j \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, N, \\
 & u, v \geq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

Así, la medida de eficiencia para cada DMU es maximizada, sujeta a que las mediadas de eficiencia sean menores o iguales a uno. Un problema que se observa con esta medición es que se obtiene un número infinito de soluciones por lo que, es necesario restringirlo a  $\vec{v}' \vec{x}_i = 1$ :

$$\begin{aligned}
 & \max_{\mu, v} (\mu' y_i), \\
 \text{s. a. } & v' x_i = 1, \\
 & \mu' y_j - v' x_j \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, N, \\
 & \mu, v \geq 0,
 \end{aligned} \tag{2}$$

A la ecuación 2 se le conoce como el multiplicador del problema de programación lineal DEA.

Al utilizar la dualidad en programación lineal se deriva una forma envolvente de este problema:

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta, \lambda} \theta, \\
 \text{s. a. } & -y_i + Y\lambda \geq 0, \\
 & \theta x_i + X\lambda \geq 0, \\
 & \lambda \geq 0,
 \end{aligned} \tag{3}$$

Donde  $\theta$  es un escalar y  $\lambda$  es un vector  $N \times 1$  de constantes. De esta manera se consideran menos restricciones que en la ecuación 2 ( $K+M < N+1$ ), por lo que se prefiere. El valor de  $\theta$  será el indicador de eficiencia para la DMU y será menor o igual a 1, con valor igual a 1 nos indica que se encuentra en la frontera de eficiencia. El problema se resuelve una vez para cada DMU, por lo que se obtiene un valor de  $\theta$  para cada una de ellas.

El modelo supone rendimientos constantes a escala, en cuyo caso las medidas de eficiencia orientadas al insumo o al producto son equivalentes, (Fare y Lovell, 1978). Sin embargo, factores como imperfecciones en el mercado pueden provocar que las DMU dejen de operar de manera óptima. Por tal razón, Banker, Charnes y Cooper (1984) realizaron una extensión del modelo DEA bajo rendimientos variables, dicha modificación se agregó mediante la restricción de convexidad en la ecuación 3:  $N1' \lambda = 1$ , donde  $N1$  es un vector de unos de  $N \times 1$ , de tal manera que el problema de programación lineal con rendimientos variables toma la forma de la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta, \lambda} \theta, \\
 \text{s. a. } & -y_i + Y\lambda \geq 0, \\
 & \theta x_i + X\lambda \geq 0, \\
 & N1' \lambda = 1, \\
 & \lambda \geq 0,
 \end{aligned} \tag{4}$$

Esta nueva restricción asegura que una firma ineficiente se compare, únicamente, con las firmas de tamaño similar, por lo que, el punto proyectado en la frontera será una combinación convexa de las firmas observadas. Con ello se presenta una medida de eficiencia técnica mayor o igual a la obtenida mediante el modelo bajo rendimientos constantes.

Esta técnica tiene la característica de ser una técnica no paramétrica que no requiere de la especificación de una forma determinada. Como se estableció anteriormente, se formula el modelo y la resolución, la frontera de producción, como una envolvente de datos; determinándose para cada uno de los datos si pertenece o no a dicha frontera. Lo anterior ocurre debido a que las unidades de análisis, en este caso sectores, se comparan con sectores ideales construidos a partir del desempeño de sectores “pares” reales, productivamente más eficientes, mediante el cálculo de una combinación lineal de éstos. Para establecer si están o no en la frontera el paquete computacional arroja un valor de eficiencia que va de cero a uno, en donde, cero es ineficiente o está más alejado de la frontera y uno es el sector más eficiente al encontrarse en la frontera.

### **3.2. La influencia de especialización, urbanización y apertura comercial en la eficiencia técnica de la manufactura regional mexicana**

Determinar mediante un DEA qué entidades federativas fueron más eficientes a lo largo del periodo no es suficiente; porque de acuerdo con Kim (1997) la competencia generada por la apertura comercial forzó a las empresas a introducir nuevas tecnologías y volverse más eficientes. Es necesario entonces demostrar si los niveles de eficiencia fueron mayores después de la apertura comercial en los sectores de alta y media alta tecnología. Además, con base en el trabajo de Bannister y Stolp (1995), se busca demostrar que la eficiencia<sup>1</sup> productiva está asociada con la especialización y la urbanización. Para ello se realiza el siguiente modelo lineal, con un *pool* de datos, para cada uno de los sectores tecnológicos:

---

<sup>1</sup> Se decidió tomar el logaritmo natural de la eficiencia técnica, la cual por definición no presenta una distribución normal, porque los valores que arroja el método DEA oscila entre 0 y 1.

$$ET_{it} = \beta_0 + \beta_1 ESP_{it} + \beta_2 URB_{it} + \beta_3 DD_{it} + \varepsilon_{ij} \\ \varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2) \quad (5)$$

donde:

ET= logaritmo de los niveles de eficiencia, obtenidos con la técnica DEA.

ESP= logaritmo del coeficiente de especialización.

URB= logaritmo del coeficiente de urbanización.

DD= 1 si la observación pertenece al año de 1998, 2003, 2008 y 0 en otro caso.

i= Sectores de alta, media alta, media baja y baja

t= 1988, 1993, 1998, 2003 y 2008.

Con la finalidad de encontrar aquellos factores que influyen sobre los niveles de eficiencia de los sectores tecnológicos se consideraron los coeficientes de especialización y urbanización.

El coeficiente de especialización tiene la capacidad de decir hasta qué punto la estructura económica regional está especializada. Se considera el coeficiente propuesto por Gleaser *et al.* (1992):

$$ESP_{ijt} = \left( \frac{L_{ijt}}{L_{it}} \right) / \left( \frac{L_{it}}{L_{nt}} \right) \quad (6)$$

donde  $L_{ijt}$  es el nivel de empleo, en este caso personal ocupado, en el sector i, de la entidad j en el tiempo t;  $L_{it}$  es el personal ocupado total del sector i en el tiempo t y  $L_{nt}$  el personal ocupado a nivel nacional en el tiempo t.

En tanto, el coeficiente de urbanización permite capturar la concentración de la población de forma regional, derivado de la mano de obra abundante, el acceso a mercados o la eficiencia en los servicios públicos. Para nuestro caso se consideró el siguiente coeficiente propuesto por Bannister y Stolp (1995):

$$URB_{jt} = \left( \frac{U_{jt}}{T_{jt}} \right) \left( \frac{\sum_j T_{jt}}{\sum_j U_{jt}} \right) \quad (7)$$

donde  $U_{jt}$  es la población urbana en la entidad j en el tiempo t,  $T_{jt}$  es el total de la población en la entidad j en el periodo t,  $\sum_j T_{jt}$  es el total de la

población a nivel nacional en el tiempo  $t$  y  $\sum_j U_{jt}$  es el total de la población urbana a nivel nacional en el periodo  $t$ .

Por ello se espera un efecto positivo y significativo para cada una de las variables explicativas, es decir, a mayor especialización y urbanización mayor eficiencia técnica productiva y sí la variable *dummy* DD es positiva nos permitirá concluir que la eficiencia fue mayor después de la apertura comercial.

## 4. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEA Y EL ANÁLISIS DE REGRESIÓN

### 4.1. Base de datos

Inicialmente se estimaron las eficiencias de acuerdo con el estado tecnológico de la industria manufacturera, por entidad federativa en el periodo de 1988-2008, mediante el método no paramétrico análisis envolvente de datos<sup>2</sup> con información proveniente de los censos económicos de 1989, 1994, 1999, 2004 y 2009, a nivel se subsector<sup>3</sup>. Las variables que se tomaron de los censos fueron: valor agregado censal bruto a precios de 2003, como producto, y formación bruta de capital (capital) y remuneraciones per cápita<sup>4</sup> (trabajo), como insumos.

Después, en análisis de regresión se consideraron los coeficientes de especialización y urbanización, los cuales se obtuvieron con información del personal ocupado de los censos económicos y de la población urbana y rural en cada entidad federativa para los años 1988, 1993, 1998, 2003 y 2008 provista por Consejo Nacional de Población.

---

<sup>2</sup> El cálculo de la eficiencia se realizó con una orientación hacia los insumos bajo rendimientos variables, la principal razón es porque de acuerdo con el modelo de crecimiento endógeno la acumulación de conocimiento, investigación y desarrollo, el supuesto de competencia perfecta y rendimientos crecientes promueven el crecimiento de un país o región.

<sup>3</sup> Para la información de los censos 1989 y 1994 se hizo la reclasificación de los datos de CMAP a SCIAN.

<sup>4</sup> Esta variable se construyó considerando la inflación de acuerdo con el año censal en la parte de remuneraciones y se dividió entre el personal ocupado.

La clasificación de la industria manufacturera de acuerdo con su intensidad tecnológica se realizó mediante el siguiente cuadro comparativo:

**Cuadro 2**

*Clasificación tecnológica de los sectores industriales del censo económico, conforme a la OECD*

Clasificación	Sectores según la OCDE	Sectores industriales en base a SCIAN* (clasificación propia)
Industrias de alta tecnología	- Aviones y naves espaciales	334 Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos
	- Farmacéutica	
	- Oficina, contabilidad e informática	
	- Radio, televisión y equipo de telecomunicaciones	
	- Instrumentos médicos, ópticos y de presión	325 Industria Química
Industrias de media alta tecnología	- Maquinaria y equipo de computo	333 Fabricación de maquinaria y equipo
	- Vehículos de motor, remolques y semirremolques	
	- Productos químicos excepto farmacéuticos	335 Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica
	- Equipos de ferrocarril y materia de transporte	
	- Maquinaria y equipo	
Industrias de media baja tecnología	- Coque, productos refinados del petróleo y combustible nuclear	324 Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón
	- Productos de plástico y caucho	
	- Otros productos minerales no metálicos	326 Industria del plástico y del hule
	- Construcción y reparación de buques y embarcaciones	327 Fabricación de productos a base de minerales no metálicos
	- Metales básicos	
	- Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	331 Industria metálica básica
		332 Fabricación de productos metálicos

Industria de baja tecnología	- Manufactura y reciclaje	311 Industria alimentaria
	- Madera, pulpa, papel, productos de papel, imprenta y ediciones	312 Industria de las bebidas y del tabaco
	- Productos alimenticios, bebida y tabaco	313 Fabricación de productos textiles y acabado de textiles
	- Textiles, productos Textiles, cuero y calzado	314 Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir
		315 Fabricación de prendas de vestir
		316 Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos
		321 Industria de la madera
		322 Industria del papel
		323 Impresión y industrias convexas
		337 Fabricación de muebles, colchones y persianas
		339 Otras industrias manufactureras

Elaboración propia con base en el documento de la OECD, 2001.

## 4.2. Cálculo y comportamiento de la eficiencia técnica de la manufactura regional mexicana

A continuación se describe el comportamiento y evolución de los niveles de eficiencia técnica obtenidos con el método DEA, a través del paquete DEAP 2.1,<sup>5</sup> en cada sector tecnológico en los años inicial y final del periodo de estudio.

En el sector de alta tecnología las entidades que mostraron tener una capacidad mínima de 80 a 100 por ciento de producir bienes manufacturados con una cantidad mínima de insumos en 1988 fueron Aguascalientes, Campeche y Querétaro, es decir, son las entidades que más optimizan sus factores productivos, inicialmente. Sin embargo, al final del periodo, 2008, se presentó un cambio en el desempeño de la eficiencia de las entidades ya que Chiapas, Chihuahua y Tabasco presentan un aprovechamiento de

<sup>5</sup> Paquete computacional creado por Coelli en 1997 disponible de forma libre en internet.

100% los insumos para la producción manufacturera de alta tecnología. Estos resultados al final del periodo se deben a dos factores: 1) la relocalización industrial que se mostró después de la apertura comercial en el estado de Chihuahua, como lo menciona Mendoza (2002: 170): "...para 1998 la expansión de las actividades maquiladoras resultó en la inclusión del ensamble de equipo electrónico, radio y televisión, localizado en Tijuana y Ciudad Juárez, dentro del grupo de las diez primeras industrias urbanas con altos niveles de empleo..." y 2) en los años setenta se encontró un importante yacimiento de petróleo entre Chiapas y Tabasco, por tal razón estas entidades utilizan dicho factor para la fabricación de petroquímicos básicos del gas natural y del petróleo refinado.

En los sectores de media alta tecnología, en 1988, las entidades que presentaron un nivel de eficiencia igual a uno fueron Coahuila y Quintana Roo hecho que permite establecer que estas dos entidades aprovechan en un 100% sus recursos para la obtención de su producción de media alta tecnología, con un mínimo de insumos. De acuerdo con (Pérez y Vela, 2008: 242) desde 1985 se observaba una concentración de 83% de la fabricación de partes para el sistema de suspensión de automóviles y camiones en Coahuila y Jalisco. Sin embargo, para 2008 el comportamiento de las eficiencias cambió, ahora Campeche y Chihuahua son las más eficientes, al aprovechar 100% de sus insumos para la obtención de su producción. Este cambio, en Chihuahua, se debió principalmente a que desde 2003 Chihuahua y Coahuila concentraban 66 % de la producción nacional de la fabricación, ensamble y reparación de motores eléctricos y equipo, para la generación, transformación y utilización de la energía eléctrica, solar o geotérmica (Pérez y Vela, 2008: 241). Además de pertenecer a la frontera norte Chihuahua se vio beneficiada de la relocalización industrial dada la apertura comercial; esto debido a factores como la aglomeración, la especialización y el tamaño medio de la empresa, que lograron incrementar la demanda de trabajo de la industria manufacturera en las entidades de la frontera norte (Mendoza y Martínez, 1999; Calderón y Mendoza, 2000).

La eficiencia más alta, en los sectores de media baja tecnología, en 1988 se presentó en Sonora entidad que presentó una eficiencia de 100% en su producción, dado su conjunto de insumos. Dicha entidad resultó

eficiente en este sector porque Hermosillo, su capital, experimentó en la década de los ochenta un importante desarrollo de la industria automotriz y maquiladora; además de las ramas de agroindustria y la industria eléctrica, textil y cementera (Sánchez y Bracamontes, 2006: 97). También el Distrito Federal aprovechó 80% de sus factores productivos. No obstante, al final del periodo, Michoacán y Colima hicieron un uso eficiente de sus recursos en 100 y 94%, respectivamente. Este último resultado se debe principalmente a Michoacán, desde 2003 concentra el 85% de la laminación, extrusión y/o estiraje de metales no ferrosos. Así como Colima que desde 1993 hasta 2003 concentró entre 46 y 45% de la industria del cemento hidráulico (Pérez y Vela, 2008: 240).

El caso de la manufactura de baja intensidad tecnológica presenta un comportamiento más homogéneo en el tiempo; por ejemplo en 1988 el Distrito Federal optimizó sus recursos en 100%, seguido de México y Jalisco en 74 y 67 por ciento, respectivamente. Así, en 2008 el comportamiento de las eficiencias no cambió del todo, Baja California, Jalisco, México y Distrito Federal operan eficientemente de 95 a 100 por ciento. Como puede observarse en este sector el comportamiento es más homogéneo en el tiempo, la principal razón es que dicho sector no está orientado hacia el mercado exterior. Además, desde 1985 hasta 2003 el Distrito Federal ha concentrado entre 82 y 85% la producción de cocoa y chocolate de mesa. En tanto que, en ese mismo periodo, México ha concentrado la fabricación de gelatinas, flanes y postres en polvo para preparar en casa en 92 y 93%, la producción de bebidas destiladas de caña entre 76 y 87% y la elaboración de textiles recubiertos en 96 y 92%. En cambio Jalisco ha concentrado la producción de almidón, fécula y levaduras en 89 y 88% entre 1985 y 2003; igualmente se ha especializado en la producción de bebidas destiladas del agave en 89 y 91%; y, por último, ha concentrado, junto con Guanajuato, la producción de calzado de cuero en 86 y 91% (Pérez y Vela, 2008: 237-238).

#### **4.3. Análisis de regresión**

Calculadas las eficiencias a través del DEA se realizó una regresión lineal con un *pool* de datos para cada uno de los estados tecnológicos en

función de los niveles de especialización y urbanización, los resultados de dichas regresiones se muestran en el cuadro 6.<sup>6</sup>

Los resultados para cada una de las regresiones resultó ser muy particular para cada sector tecnológico. En el caso de la eficiencia de los sectores de alta tecnología se ven influenciadas por la urbanización, es decir, por cada incremento porcentual de la misma, en este sector la eficiencia aumenta en 48% con un nivel de significancia del 0.05. Además, con la variable *dummy* DD se demuestra que la eficiencia fue mayor después de la apertura comercial, con un nivel de significancia de 0.05.

**Cuadro 3**  
*Resultados del análisis de regresión según su estado tecnológico*

Variable	Alta	Media alta	Media baja	Baja
C	-1.3714*** (0.1093)	-1.2984*** (0.1177)	-1.1338*** (0.1021)	-0.3506*** (0.1226)
ESP	0.0467 (0.0325)	-0.0201 (0.0269)	0.0843** (0.0365)	0.1240*** (0.0293)
URB	0.4845** (0.2482)	0.4660** (0.2061)	0.1235 (0.1463)	0.2113** (0.1058)
DD	0.2405** (0.1242)	0.2040* (0.1213)	0.2251*** (0.0904)	0.0579 (0.0694)
R <sup>2</sup>	0.0844	0.0364	0.0655	0.1608
F-estadístico	5.1500**	2.9185**	4.6715***	10.9668
Jarque-Bera	0.3435	3.4991	0.6924	1.1145
Observaciones	136	153	158	157

Fuente: Elaboración propia

**Nota: error estándar entre paréntesis, niveles de significancia 0.001\*\*\*, 0.05\*\* y 0.1\***

<sup>6</sup> En el caso del sector de alta tecnología se decidió eliminar a las entidades petroleras: Campeche, Chiapas y Tabasco, debido a que distorsiona el objetivo de la investigación que es analizar la eficiencia de la manufactura mexicana y la extracción del petróleo sólo es fase inicial de la producción de artículos varios con dicha materia prima.

Por su parte, en el sector de media alta tecnología la eficiencia de la industria es afectada de manera positiva por la urbanización, a medida que surgen centros urbanos en las entidades la eficiencia de este sector se incrementa en 46%, lo que concuerda con la visión de Mills (1967) y Henderson (1974) en la formación de sistemas urbanos dada la concentración geográfica de la industria en las ciudades. Además de coincidir con los resultados de Bannister y Slop (1995). También se prueba que la eficiencia fue mayor después de la apertura comercial con un nivel de significancia de 0.1.

En el sector de media baja tecnología la especialización tiene un efecto positivo significativo sobre los niveles de eficiencia de la manufactura, es decir, un incremento porcentual de uno en ella aumenta la eficiencia en el sector en 8 por ciento. Adicionalmente, la eficiencia se muestra mayor en este sector después de la apertura comercial con un alto nivel de significancia, esto es, de 0.01.

Los resultados para el sector de baja tecnología presentan un comportamiento totalmente diferente a los otros sectores, ya que, en este caso, tanto la especialización como la urbanización resultaron positivas y significativas, lo que implica un incremento del 12 y 21%, respectivamente, sobre los niveles de eficiencia. No obstante, en este sector no se pudo probar que la eficiencia se elevara después de la apertura comercial, lo que se debe, en gran medida, al comportamiento homogéneo de las eficiencias que se obtuvieron con DEA, el cual se describió con anterioridad.

Los resultados de este análisis permiten concluir que al menos en los sectores de alta, media alta y media baja tecnología la eficiencia resultó mayor después de la apertura comercial, como lo sugiere Kim (1997). Asimismo, el nivel de especialización de las entidades depende del tipo de sector tecnológico, porque el impacto es mayor en el sector de baja tecnología que en el de media baja tecnología; lo que se debe a que el sector de menor intensidad tecnológica concentra más de la mitad de la producción manufacturera. Los sectores de alta, media alta y baja tecnología estuvieron influenciados por el grado de urbanización de las entidades federativas, aunque su impacto es importante en los niveles de eficiencia.

Este análisis permite reflexionar en relación con: i) la necesidad de impulsar mediante política económica a las entidades del sur del país, las cuales resultaron optimizaron en mayor medida sus factores productivos,

ii) la posibilidad del surgimiento de ciudades, a raíz de la concentración de actividad industrial de media alta tecnología, que es necesario identificar e impulsar mediante política económica que permita su fortalecimiento en la optimización de sus factores productivos y iii) la importancia que tiene el nivel de especialización en las entidades con sectores de media baja y baja tecnología.

## 5. CONCLUSIONES

La producción manufacturera en México fue pieza clave en el crecimiento económico regional o nacional; pero tras la apertura comercial esta ha presentado cambios trascendentales en sus niveles de eficiencia, en función de la intensidad tecnológica, debido a la competencia que trajo consigo la medida.

Con la finalidad de probar que los niveles de eficiencia se incrementaron a partir de la apertura comercial, al menos en los sectores con un nivel tecnológico más alto, y sí elementos como la urbanización y la especialización influyen sobre los niveles de eficiencia de la manufactura mexicana, se estimaron los niveles de eficiencia mediante el método no paramétrico denominado análisis envolvente de datos (DEA) para, posteriormente, emplear estos resultados y verificar la hipótesis aquí planteada mediante una análisis de regresión.

Los resultados sugieren que las eficiencias resultaron ser susceptibles de acuerdo con el sector al que pertenecen, por ejemplo en los sectores de alta y media alta tecnología las entidades que presentaron mayores niveles de eficiencia fueron aquellas pertenecientes a la región del sur del país; sin embargo estas reflejan el comportamiento de la industria petrolera que por sí sola implicaría un trabajo de investigación independiente. No obstante, sobresalen entidades como Chihuahua, Michoacán o Colima, las cuales se vieron beneficiadas con el proceso de desconcentración de la actividad industrial después de la apertura comercial. En tanto, la eficiencia en el sector de baja tecnología presentó un comportamiento más heterogéneo a lo largo del periodo principalmente en las zonas urbanas más grandes del país (Distrito Federal, México y Jalisco).

Asimismo, con el análisis de regresión se confirmó que los niveles de eficiencia fueron mayores después de la apertura comercial, sin embargo, este fenómeno no se presenta en el sector de baja tecnología. También se encontró que la eficiencia de los sectores de media baja y baja tecnología está influenciada por el grado de especialización de dichos sectores. Por último, la eficiencia de los sectores de alta, media alta y baja tecnología está asociada con el nivel de urbanización de las entidades federativas. Por tanto, esta investigación sugiere la necesidad de políticas públicas encaminadas a la reducción de las desigualdades regionales en términos de producción manufacturera en función de su intensidad tecnológica, que tengan en cuenta el uso eficiente de los factores productivos. Igualmente queda abierta posibilidad de considerar otros métodos, como el paramétrico para futuras investigaciones.

## REFERENCIAS

Álvarez, I. O. y R. Vergara, 2008. “Aplicación del *Data Envelopment Analysis* a la delimitación de la frontera tecnológica en México (1970-2003)”, *Revista del CES Felipe II*, 8.

Banker, R. D., A. Charnes y W.W. Cooper. 1984. “Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis”, *Management Science*, 30(9): 1078-1092.

Bannister, G.J. y C. Slop, 1995. “Regional concentration and efficiency in Mexican manufacturing”, *European Journal of Operational Research*, 80: 672-690.

Calderón, C. y J.E. Mendoza, 2000. “Demanda regional de trabajo en la industria maquiladora de exportación en los estados de la frontera norte”, *Frontera Norte*, 13(24): 59-83.

Charnes, A., W. Cooper y E. Rhodes. 1978. “Measuring the efficiency of decision making units”, *European Journal of Operational Research*, 3(4): 429-444.

Coelli, T. J. 2011, Data Envelopment Analysis (Computer) programa (DEAP V2.1), Center for efficiency and productivity and productivity analysis, The University of Queensland, disponible en <http://www.uq.edu.au/economics/cepa/deap.php>

Delgado de Cantú, G. 2003. *México: Estructuras política, económica y social*, Pearson Educación, México.

Fare, R. y C.A.K. Lovell. 1978. “Measuring the technical efficiency of production”, *Journal of Economic Theory*, 19: 150-162.

Farrell, M.J. 1957. “The measurement of productive efficiency”, *Journal of the Royal Statistical Society, Serie A*, 20(3): 253-290.

Fuentes, H.J. y L. Armenta. 2006. “Las políticas públicas y la productividad: del diagnóstico a la solución efectiva. El caso de San Mateo Atenco”, *Ánalisis Económico*, 21(47): 281-306.

Glaeser, E., H. Kallal, J. Scheinkman y A. Shleifer. 1992 “Growth in cities”, *Journal of Political Economy*, 100 (6): 1126-1152.

Harrison, A. 1996. “Openness and growth: A time-series, cross country analysis for developing countries”, *Journal of Development Economics*, 48: 419-447.

Hecksher, E. 1919. "The Effects of Foreign Trade on the Distribution of Income", *Ekonomisk Tidskrift*, 21:497-512.

Henderson, J. 1974. "The sizes and types of cities", *American Economic Review*, 64(4): 640-656.

Iyer, K., A. Rambaldi, y K. Ki Tang. 2008. "Efficiency externalities of trade and alternative form of foreign investment in OECD countries", *Journal of Applied Econometrics*, 23(6): 749-766.

Jacobs, J. 1969. *The economy of cities*, Nueva York, Vintage Books.

Kim, C.S. 1997. "Los efectos de la apertura comercial y de la inversión extranjera directa en la productividad del sector manufacturero mexicano", *El Trimestre Económico*, 64(3): 265-290.

Krugman, P. 1979. "Increasing returns, monopolistic competition, and international trade", *Journal of International Economics*, 9(4): 469-479.

Lall, P., A. Featherstone y D. Norman. 2000. "Productive Efficiency and Growth Policies for the Caribbean", *Applied Economics*, 32(11): 1483-1493.

Marshall, J. 1920. *Principles of Economics*, Londres, Macmillan.

Mills, E. 1967. "An aggregative model of resource allocation in a metropolitan area", *American Economic Review*, 57(2):192-210.

Milner, C. y T. Weyman-Jones. 2003. "Relative National Efficiency and Country Size: Evidence for Developing Countries", *Review of Development Economics*, 7(1):1-14.

Mendoza Cota, J.E. 2002. "Agglomeration Economies and Urban Manufacturing Growth in Northern Border Cities of Mexico", *Economía Mexicana*, 11:163-190.

Mendoza, E. y G. Martínez. 1999. "Un modelo de externalidades para el crecimiento manufacturero regional", *Estudios Económicos*, 14(2):231-263.

OECD. 2001. *OECD science, technology and industry scoreboard: towards a knowledge-based economy*, Organization for economic co-operation and development, París.

Ohlin, B. 1933. *Interregional and International Trade*, Harvard University Press, Cambridge

Pérez, J.A. y F. Vela. 2008. “Cambio en la concentración industrial manufacturera en el contexto de apertura comercial de México, 1980-2003”, *Análisis Económico*, 32(52): 220-242.

Porter, M.E. 1990. *The Competitive Advantage of Nations*, Nueva York, Free Press.

Ricardo, D. 1817. *On the Principles of Political Economy and Taxation*, Reimpreso 1948. Londres: J.M. Dent & Sons.

Rodrik, D. 1992. “Closing the Productivity Gap. Does Trade Liberalization Really Help?” en G.K. Helleiner (comp.), *Trade Policy, Industrialization and Development: New Prospectives* Oxford: Clarendon Press, pp. 155-175.

Sánchez Gamboa, J.M. y A. Bracamontes Sierra. 2006, “Aglomeraciones industriales y desarrollo económico en el caso de Hermosillo, 1998”, *Frontera Norte*, 18(36): 87-124.

Serra, J. 2010. “La apertura comercial”, en A. Castañeda Sabido (comp.), *Los grandes problemas de México*, El Colegio de México, pp. 175-211.

Shafaeddin, M. 2006. “Does trade openness favour or hinder industrialization and development”, documento presentado en the Intergovernmental Group of Twenty Four International Monetary Affairs, Technical Group meeting, Ginebra, 16-17 de marzo.

Smith, A. 1776. *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, University of Chicago Press.

Tansini, R. y P. Triunfo. 1998. “Eficiencia técnica y apertura externa en el sector manufacturero uruguayo”, Facultad de Ciencias Sociales, DT 4/98. Montevideo.

Weber, A. 1909. *Urber don Standort der Industrien*, Tübingen, J.C. B. Monhr.