

## La industria manufacturera en México: un análisis de su productividad y eficiencia, 1993-2020

### The manufacturing industry in Mexico: an analysis of its productivity and efficiency, 1993-2020

EUGENIO GUZMÁN SORIA\*  
MARÍA TERESA DE LA GARZA CARRANZA\*  
QUETZALLI ATLATENCO IBARRA\*\*  
ANÍBAL TERRONES CORDERO\*\*\*

Recibido: 26 de junio de 2021.

Reenviado: 28 de septiembre de 2022.

Aceptado: 17 de enero de 2023.

Autor de correspondencia:  
Eugenio Guzmán Soria:  
Correo-e:  
[eugenio.gs@celaya.tecnm.mx](mailto:eugenio.gs@celaya.tecnm.mx)

#### Abstract

*In this work, the productivity and efficiency of the manufacturing industry in Mexico were estimated, using non-homogeneous double logarithmic production function (NHPPF) and yearly data from 1993 to 2020. Money as an input in the production function was considered as a theoretical argument. During the period analyzed, the average output elasticities of labor and bank credit indicate a productivity of 1.5 and 0.05 (respectively), while the average returns to scale of the manufacturing sector set their efficiency at 1.55. The credit deficiency suggests a need for efficient financing allocation mechanisms for the sector.*

**Keywords:** manufacturing industry, productivity, efficiency, NHPPF.

#### Resumen

En este trabajo se estimó la productividad y eficiencia de la industria manufacturera en México, mediante una función de producción doble logarítmica no homogénea (NHPPF) y datos anuales de 1993 a 2020. El dinero, como insumo en la función de producción, se consideró como argumento teórico. Durante el periodo analizado, las elasticidades de salida promedio del trabajo y del crédito bancario indican una productividad de 1.5 y 0.05, respectivamente, mientras que los retornos a escala promedio del sector manufacturero ubican su eficiencia en 1.55. La deficiencia crediticia sugiere la necesidad de mecanismos eficientes de asignación de financiamiento para el sector.

**Palabras clave:** industria manufacturera, productividad, eficiencia, NHPPF.

\* Tecnológico Nacional de México en Celaya, correos-e: [eugenio.gs@celaya.tecnm.mx](mailto:eugenio.gs@celaya.tecnm.mx), [teresa.garza@itcelaya.edu.mx](mailto:teresa.garza@itcelaya.edu.mx)

\*\* Universidad Nacional Autónoma de México, correo-e: [qatlenco@yahoo.com.mx](mailto:qatlenco@yahoo.com.mx)

\*\*\* Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, correo-e: [aterrones68@hotmail.com](mailto:aterrones68@hotmail.com)

Cómo citar: Guzmán Soria, Eugenio; De la Garza Carranza, María Teresa; Atlatenco Ibarra, Quetzalli; Terrones Cordero, Aníbal (2024). La industria manufacturera en México: un análisis de su productividad y eficiencia, 1993-2020. *Economía, Sociedad y Territorio*, 24(74): e1927. DOI <http://dx.doi.org/10.22136/est20241927>



D.R. © El Colegio Mexiquense, A. C.  
Página-e: [est.cmq.edu.mx](http://est.cmq.edu.mx)

Esta obra está protegida bajo la  
Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-Sin  
Derivadas 4.0 Internacional



## Introducción

La manufactura mexicana de 1955 a 1970 se desarrolló en una economía con proteccionismo comercial, derivado del régimen de industrialización por sustitución de importaciones. Esto se modificó cuando México cambió su modelo económico e inició una liberación comercial, que llevó a la reubicación de la actividad del sector manufacturero en el norte del territorio nacional, para fomentar las exportaciones de sus productos gracias a la apertura del país ante el mundo. Esto resaltó las discrepancias entre empresas manufactureras, dado que las empresas grandes se beneficiaron con el mercado externo, pues se fortalecieron cuando se elevó la demanda y, por ende, su productividad; por otro lado, las micro, pequeñas y medianas empresas se fueron rezagando. La constante redistribución de las actividades manufactureras en el país originó la delimitación de tres grandes núcleos de actividad manufacturera: el Centro, el Bajío y la Frontera Norte (Amado Martínez y Vázquez Rojas, 2015).

El contexto económico nacional e internacional actual ha obligado a las empresas e industrias a reinventar sus estándares de producción para elevar su competitividad, a través de la búsqueda de la eficiencia técnica o mediante el cambio tecnológico; lo anterior es debido, principalmente, a la globalización de los mercados internacionales (Sánchez-Juárez, 2011). La innovación empresarial mejora la productividad agregada de la industria manufacturera en presencia de distorsiones del mercado (Dai y Sun, 2021).

Los tratados y acuerdos comerciales que México ha firmado, así como la apertura de los mercados, orillaron a que paulatinamente varias empresas paraestatales del país se privatizaran (incluyendo algunas del sector manufacturero); esto buscaba dinamizar y flexibilizar a la economía, al permitir un mayor flujo de inversión extranjera directa y de transferencia tecnológica. El modelo de flujo comercial altamente dinámico evidenció el significativo rezago tecnológico que la industria manufacturera del país tenía y, por lo cual, no era competitiva con respecto a la misma industria extranjera. El reto de un proceso constante de modernización sólo fue asumido por las empresas grandes que pudieron invertir y adoptar nuevas tecnologías y llevar a cabo cambios organizacionales, pudiendo así aumentar su eficiencia. Esto les permitió elevar sus niveles de productividad y, también, ser más competitivas ante sus rivales del exterior (Amado Martínez y Vázquez Rojas, 2015).

A partir de los mercados globales, las decisiones de importación por parte de las empresas explican las fluctuaciones en la productividad agregada del sector manufacturero (Ahn y Choi, 2020). La intensidad del capital, su índice de rotación y la deuda afectan, de manera significativa, el nivel de la productividad en las empresas manufactureras (Rath, 2018).

El Banco Mundial (2021) señala una caída, a nivel mundial, del valor agregado de la industria en términos porcentuales del producto interno bruto (PIB), desde 2000 hasta 2019, de 29.03% a 25.61% (registrándose en 2016 el porcentaje menor, con 25.01%); por región, la más alta participación promedio fue de 45.13% en Oriente Medio y Norte de África, seguida por Asia Oriental y el Pacífico (34.85%), América Central y el Caribe (29.11%), Europa Central y el Báltico (28.97%), Asia Meridional (27.19%), África al sur del Sahara (27.01%), Unión Europea (23.54%), Europa y Asia Central (23.99%) y América del Norte (20.53%; en el caso de México fue de 32.36%) (Banco Mundial,

2021). Por otra parte, en 2021 el índice de producción industrial más alto fue registrado por Rumania, con 13.5%, seguida de Eslovenia (12.2%), Turquía (8.7%), Suecia (8.5%), Polonia (7.7%), Lituania (7.6%) y Alemania (6.8%); México, con 2.4%, superó a Chile (2.3%) y Bulgaria (2%) (*Expansión*, s.f.).

Con respecto al empleo, en la industria de 2000 a 2019 se ha registrado un aumento a nivel mundial en la proporción que guarda con respecto al porcentaje total de empleos, pasando de 20.72% a 22.67%. La proporción promedio por región, en orden descendente, fue de 31.63% en Europa Central y el Báltico, 27.01% en la Unión Europea, 25.92% en Europa y Asia Central, 25.91% en Oriente Medio y Norte de África, 24.67% en Asia Oriental y el Pacífico, 21.45% en América Latina y el Caribe, 21.11% en América del Norte (México 25.49%), 20.72% en Asia Meridional y 10.10% en África al sur del Sahara (Banco Mundial, 2021). La productividad laboral en 2021 más alta, medida a través del PIB generado por hora trabajada (en dólares [USD] a precios de 2017) la registró Luxemburgo con 136.45 USD, seguido de Irlanda (121.95 USD), Estados Unidos (81.96 USD), Singapur (74.15 USD) y Noruega (70.68 USD); México, con 20.45 USD, se ubicó por arriba de China (13.53 USD) (OIT, 2023).

Las cifras anteriores resaltan la importancia de la industria como actividad económica en el mundo. En México, el papel de la industria manufacturera ha sido muy relevante en su crecimiento económico, con una tasa media anual de 6.3% en la década de 1970 y de 2.1% de 1980 a 1990, derivado de las crisis económicas de 1982 y 1986. En 1994, con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), llegaron a México diversas empresas transnacionales y la industria mexicana se vio obligada a llevar a cabo transformaciones que le permitieran competir y mantenerse en un mercado global; todo esto contribuyó a que, de 1990 a 2000, el PIB de la industria manufacturera registrara un crecimiento promedio anual de 4.4%, mientras que el total nacional creció 3.4% (CEFP, 2005).

Pero una vez que terminó el impacto positivo de las exportaciones manufactureras en la generación de empleo, el cambio tecnológico en las filiales de las empresas extranjeras y la relación no significativa de los proveedores locales con éstas limitaron la generación empleos y provocaron un efecto reducido sobre el ingreso per cápita y el crecimiento económico del país. De 2008 a 2017 el déficit comercial acumulado de la industria manufacturera fue de 71.5 mil millones de dólares (Vázquez-López, 2021).

El Censo Económico 2019 (Inegi, 2020), en términos de valor agregado del país, indicó que, del total de establecimientos, las manufacturas aportaron 32%, seguidas del comercio (21.4%), servicios privados no financieros (20.8%), minería (9.5%), electricidad, gas y agua (2.2%) y el resto de las actividades (14.3%). A nivel estatal, la mayor concentración en actividades industriales las presentaron Campeche (93.8%), Tabasco (74.6%), Coahuila (72.6%), San Luis Potosí (71.2%) y Aguascalientes (69.4%) (Inegi, 2020).

En 2020, las actividades secundarias en México representaron 28.19% (4778 miles de millones de pesos) del PIB real a precios de 2013, lo que equivale a 0.51% menos que en 2019; por su parte, las industrias manufactureras tuvieron 15.64% (2651.18 miles de millones de pesos) y esto representó un 55.48% de las actividades secundarias (0.27% inferior a lo registrado en el año anterior). Las seis industrias manufactureras con mayor aporte al PIB fueron: industria

alimentaria (14.37%); fabricación de equipo de transporte (10.2%); fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos (4.81%); industria química (4.58%); industria de las bebidas y del tabaco (3.39%); e industrias metálicas básicas (Inegi, 2021).

Derivado de la pandemia mundial por SARS-CoV2, el PIB en México durante 2020 disminuyó 8.31% con respecto del año anterior; las actividades primarias cayeron 0.55%, las secundarias -9.94% y las terciarias -7.72%. De las secundarias, la minería registro un retroceso de 1.1%, la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica -5.29%, el sector de la construcción -17.43% y las industrias manufactureras -9.85%. Con respecto a las industrias manufactureras, las seis que más retrocedieron fueron: fabricación de embarcaciones, con 53.82%; fabricación de equipo ferroviario, 42.15%; fabricación de calzado, 36.34%; fabricación de prendas de vestir de tejido de punto, 35.66%; confección de prendas de vestir, 34.51; y fabricación de maquinaria y equipo para la industria metalmeccánica, 33.02%. Mientras que las que registraron un aumento fueron: elaboración de alimentos para animales, 3.65%; fabricación de laminados y aglutinados de madera, 6.6%; fabricación de cal, yeso y productos de yeso, 7.22%; fabricación de herramientas de mano sin motor y utensilios de cocina metálicos, 6.54%; fabricación de instrumentos de medición, control, navegación y equipo médico electrónico, 14.62%; y fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica, 6.13% (Inegi, 2021).

Estos datos sobre la industria manufacturera evidencian la importancia no sólo de analizar el nivel de productividad del sector sino, sobre todo, de su eficiencia, por lo que el objetivo general del estudio fue analizar la productividad y la eficiencia de la industria manufacturera mexicana. De forma específica, se trata de medir el impacto que el personal ocupado y el monto de créditos otorgado por los bancos en el sector tienen sobre el PIB generado en México; así como medir y evaluar la eficiencia de la industria manufacturera a través de sus rendimientos a escala. Para lo anterior, se utilizó la metodología de función de producción, bajo el fundamento teórico del *dinero como insumo en la función de producción* y estimando una función de producción homogénea, cuyas aproximaciones econométricas de productividad varían con el tiempo (en comparación a otras especificaciones), lo que contribuye a detectar el impacto de los ajustes en las políticas públicas. Las hipótesis de investigación fueron: *a)* cuanto mayor sea el monto de créditos domésticos otorgados por bancos y la población ocupada en la industria manufacturera mayor será el PIB que generan al país; y, *b)* que durante el periodo de 1993-2020 la eficiencia de la industria manufacturera mejoró en rendimientos a escala.

Este trabajo se compone de tres apartados principales: después de la introducción se desarrolla un marco teórico donde se presentan y discuten los trabajos afines; después, se describe la metodología utilizada; en tercer lugar, se presentan, analizan y discuten los resultados obtenidos. Al final, se presentan las conclusiones.

## 1. Marco teórico

La medición de la productividad del sector manufacturero refleja la de otros sectores productivos, es por ello que la mayoría de los países, al estar interesados

en medir el crecimiento económico de sus economías de forma *rápida*, evalúa el comportamiento y productividad de ese sector. La investigación sobre la medición de la productividad no es nueva y se remonta a la teoría clásica del crecimiento económico (Solow, 1957; Diewert, 1980).

En la medición de la productividad se ha asumido tradicionalmente la inexistencia de ineficiencias técnicas en el proceso de producción. Comenzando con Nishimizu y Page (1982), seguido de Färe *et al.* (1989), la comunidad de investigadores ha puesto énfasis adicional en la descomposición de los cambios de productividad en los componentes de cambio tecnológico y eficiencia. Esta distinción es importante, como señaló Grosskopf (1993), ya que, si existen ineficiencias y se ignoran en la medición de la productividad, el crecimiento de ésta ya no necesariamente informa sobre el cambio técnico y las decisiones de política, basadas en estos indicadores, pueden ser erróneas.

Con relación a los trabajos publicados de 2015 a 2020 sobre la productividad en general y, en especial, en la industria manufacturera, se encontró que existen dos grupos, en función del método utilizado:

- a) Los que analizan la productividad con modelos no paramétricos y de fronteras paramétricos, estiman comportamientos regionales y miden la eficiencia. Atayde Villegas (2016) analizó la productividad total de los factores (PTF, cambio técnico, cambio en el índice especialización y cambios de escala) con la finalidad de conocer las diferencias en el crecimiento de la productividad que existen entre los estados de México durante 1998 a 2013. Para la industria manufacturera nacional en particular, Vázquez Rojas y González Gómez (2018) lo hicieron, mediante la técnica no paramétrica índice Malmquist, de 1988 a 2013; mientras que Díaz-Bautista (2017) y Borrayo López *et al.* (2019) lo estudiaron utilizando la PTF para los periodos 1985 a 1998 y 1960 a 2013, respectivamente. En estos estudios se encontró que a través del tiempo hay efectos positivos en la productividad en el periodo de estudio; además, aunque la especialización tiene un efecto general positivo en la función de producción, cuando se analiza su crecimiento resalta que la especialización ha ido disminuyendo con respecto al tiempo. Por otra parte, Rath (2018) utilizó la PFT en un estudio comparativo de empresas manufactureras y de servicios en la India para el periodo 2008 a 2014, encontrando una mayor productividad en el sector de servicios en comparación con el manufacturero, además de que la intensidad de uso del capital, su rotación y la deuda afectan significativamente el crecimiento de la productividad en la industria manufacturera, a diferencia del sector servicios, que sólo es afectado por el primer factor. Por otro lado, De la Fuente Mella *et al.* (2020) analizaron la eficiencia técnica del sector manufacturero chileno de 1986 a 2004 utilizando análisis factorial como alternativa a la PFT, encontrando que el sector manufacturero presentó una tendencia a la baja en la eficiencia técnica durante el periodo de estudio.
- b) Los que no emplean fronteras de producción estocástica, se enfocan a nivel macroeconómico y no estiman eficiencia. Hernández Reyes (2015) analizó el crecimiento económico y la productividad en México de 1980

a 2011 utilizando el modelo KLEMS (capital, trabajo, energía, materias primas y servicios) y encontró que el factor capital es el que más contribuye al valor de la producción, con 1.58% anual, y el que menos lo hace es la energía, con 0.09% anual. Borgoglio y Odisio (2015) estudiaron la productividad manufacturera en Argentina, Brasil y México de 1950 a 2010, a través de una estimación de la ley de Kaldor-Verdoorn, que vincula la tasa de crecimiento del producto industrial con el incremento de su productividad, encontrando que la continua intensificación de la productividad industrial es una condición necesaria para alcanzar el desarrollo económico del continente y que el manejo de demanda agregada es crucial para ello. Dai *et al.* (2018) analizaron los efectos de la exportación y la productividad a nivel de empresa en el sector manufacturero en China, utilizando un enfoque de coincidencia de puntuación de propensión; encontraron que comenzar a exportar sólo afecta negativamente el margen de beneficio y la productividad a nivel de empresa, mientras que la innovación tiene un impacto positivo. Herman (2020) analizó la relación entre la productividad laboral y los salarios en el sector manufacturero rumano de 2008 a 2016, sus resultados dan cuenta de que el sector está motivado por la necesidad de mejorar la productividad laboral y su relación con los salarios, a fin de garantizar un aumento en el nivel de vida de los trabajadores, además de que durante el periodo de estudio guardaron una relación positiva en el sector manufacturero de Rumania. Ahn y Choi (2020) estudiaron la relación de las importaciones de empresa y la productividad agregada en empresas manufactureras coreanas utilizando datos a nivel de empresa de 2006 a 2012, confirmando que el uso de insumos importados se traduce en una mayor productividad agregada manufacturera en Corea.

Algunos estudios actuales que vale la pena destacar son: Khanna y Sharma (2021) señalan que, en la literatura estándar, las evaluaciones empíricas de los efectos de la infraestructura en la productividad están marcadas por resultados contradictorios con poca solidez, por lo que probaron los efectos de la infraestructura pública sobre la productividad total de los factores (PTF) de las industrias manufactureras de la India. Para ello, utilizaron una base de datos de productividad sobre la manufactura india para el periodo 1980-2012, así como una variedad de medidas de infraestructura para el análisis empírico. Sobre la base de una prueba de remuestreos, encontraron pruebas preliminares de cointegración entre la infraestructura y la PTF de varios sectores de fabricación. Los resultados de su análisis confirmaron la presencia de un efecto positivo y considerable de la infraestructura en la productividad de la industria manufacturera de la India; también hallaron grandes disparidades en los efectos sobre la productividad de diferentes tipos de infraestructura, como carreteras, ferrocarriles, energía, puertos y telecomunicaciones.

Con base en un enfoque de descomposición de la productividad, Dai y Sun (2021) investigaron hasta qué punto la innovación empresarial mejora la productividad agregada de la industria manufacturera china en presencia de distorsiones del mercado. Al derivar una medida de las distorsiones a nivel de empresa, examinaron el papel de las distorsiones del mercado en la determinación de la reasignación de recursos y la productividad agregada. Los resultados

indicaron que las empresas se vuelven más productivas y atraen más recursos a través de la innovación, mientras que las distorsiones del mercado también tienen grandes impactos en la reasignación de recursos entre empresas. También dieron cuenta de que la reasignación de recursos contribuye negativamente al crecimiento de la productividad agregada (APG) y que la contribución de la innovación empresarial a la APG es pequeña.

Vázquez-López (2021) determinó si se presentó una significativa relación entre el crecimiento de la productividad laboral y la competitividad externa en 88 de las actividades manufactureras del país; también caracterizó la competitividad exhibida de 1996-2007, que fue un periodo de transformación estructural (a dos años de la entrada en vigor del TLCAN y la crisis económica global de 2008). Calculó diversos indicadores y encontró evidencia de competitividad espuria, exportaciones crecientes no asociadas con mejoras en la productividad, concentradas en un número reducido de actividades de la industria manufacturera. Concluye que, durante el periodo de estudio, la competitividad externa registrada no estaba asociada con las mejoras en la productividad laboral y esto conlleva a la necesidad de replantear la orientación y pertinencia de una política pública que persiste en la actualidad.

A diferencia de los trabajos anteriores, esta investigación se enfoca en aplicar una función de producción no homogénea (NHPF) del tipo Vinod (1972) para medir y analizar la eficiencia y productividad de la industria manufacturera en el país usando datos anuales de 1993 a 2020.

## 2. Metodología

Fried *et al.* (2008) estimaron la eficiencia de los préstamos bancarios de las pequeñas y medianas empresas, o pymes, y así establecieron avances sobre la economía de la producción, que antes no los consideraba. En el presente estudio se usó una función NHPF –desarrollada por Vinod en 1972 y después retomada por Intriligator (1978) y Bairam (1994)–, en la cual los montos de préstamos bancarios en la industria manufacturera y la población ocupada se utilizaron como insumos. La razón para usar el personal ocupado en el sector productivo estudiado fue la intensidad del trabajo en el proceso de producción, así como también la prioridad del estado en proteger el empleo. Los estudios que justifican la metodología utilizada son de dos tipos: 1) la eficiencia de las instituciones financieras ha sido documentada en estudios como Berger y Humphery (1997) y Berger *et al.* (1993); 2) diferentes modelos teóricos y empíricos han incorporado el papel de los préstamos bancarios y activos financieros como un factor de producción, por ejemplo: Finnerty (1980), Hasan y Mahmud (1993), Khan y Ahmad (1984), Laumas y Mohabbat (1980) y Sinai y Stokes (1981).

Las ventajas que tiene el uso de la NHPF, en comparación con las tradicionales:

Funciones de producción homogéneas lineales (Cobb-Douglas y elasticidad de sustitución constante) que asumen una estimación de productividad constante en todos los niveles de salida, es que proporciona estimaciones de eficiencia de parámetros que varían de forma proporcional con el factor de salida y entrada. La variación de los parámetros en el tiempo permite examinar el patrón de cambios en la productividad / eficiencia a

lo largo del período de estudio. Los parámetros de eficiencia a estimar y analizar son: (i) la elasticidad de la producción del trabajo, (ii) la elasticidad de los préstamos bancarios, y (iii) los retornos a escala (RTS). (Guzmán-Soria *et al.*, 2020, p. 74)

El establecimiento del modelo empírico de esta manera permite la estimación de los indicadores de productividad. La variación de los factores durante el tiempo, al relacionarlos con el nivel de producción que generan y su proporción utilizada, ha ayudado a profundizar sobre el tema de la variación en la eficiencia de recursos y su relación con el cambio en políticas públicas específicas. Esta metodología ha sido aplicada en el análisis de la eficiencia productiva en diversos tipos de actividades industriales y sectores productivos en India, Estados Unidos y Puerto Rico por Ramcharran (2001, 2011, 2012 y 2017).

### 2.1. Formulación teórica del modelo

El modelo se especificó en la ecuación 1 como:

$$PIB = e^{\delta_0} CRE^{\delta_1 + \delta_3} \ln MO MO^{\delta_2} \quad (1)$$

*NHPF* como modelo incluye una disposición de entrada multiplicativa para valorar su aportación conjunta en la producción. En formato de doble logaritmo, la ecuación 1 puede ser escrita como la ecuación 2:

$$\ln PIB_t = \delta_0 + \delta_1 \ln CRE_t + \delta_2 \ln MO_t + \delta_3 (\ln CRE * \ln MO)_t \quad (2)$$

Donde *PIB* es la producción a precios constantes generada por el sector manufacturero, *CRE* es el monto de crédito bancario a precios constantes asignado al sector manufacturero y *MO* es la población ocupada en el sector manufacturero mexicano.

En el modelo,  $\delta_3$  debe ser estadísticamente significativa (a nivel de 5%) y representa la principal restricción para no rechazar la formulación homogénea de la ecuación 2.

La elasticidad de salida del monto de crédito (*ECRE*) es la ecuación 3; del personal ocupado (*EMO*) es la ecuación 4:

$$E_{CRE} = \left( \frac{\partial \ln PIB}{\partial \ln CRE} \right) = \delta_1 + \delta_3 \ln MO \quad (3)$$

$$E_{MO} = \left( \frac{\partial \ln PIB}{\partial \ln MO} \right) = \delta_2 + \delta_3 \ln CRE \quad (4)$$

Los retornos a escala se expresan como RTE en la ecuación 5:

$$RTE = (E_{CRE} + E_{MO}), \text{ o } \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 \ln(CRE * MO) \quad (5)$$

La medida de producción de toda entrada está concatenada con la productividad de la otra y el nivel de salida, siendo así consistente con la *NHPF* y los supuestos fundamentales que la soportan.

## 2.2. Método de estimación

Para estimar los retornos a escala y la intensidad en el uso de los factores de producción, se utilizó una función de producción cuadrática y logarítmica, un caso especial del modelo de la NHPF desarrollada por Vinod (1972). La nula imposición de ninguna restricción a los datos, la flexibilidad en su especificación, la estimación de las propiedades de producción y la linealidad de sus parámetros son algunas propiedades del modelo. Debido a esto, fue posible estimarlo por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y procesar los datos empleando el programa EViews 10 de IHS Global Inc. (2019).

## 2.3. Datos

Para las variables citadas se conformaron series de tiempo para el periodo 1993-2020 y las fuentes de información fueron las bases de datos de las cuentas nacionales, a través del Banco de Información Económica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi, 2021). Las variables usadas (unidad de medida) fueron: *i*) PIB, que es el producto interno bruto que en México ha sido generado por la industria manufacturera (millones de pesos a precios de 2013); *ii*) CRE, que es el monto de créditos domésticos otorgado por bancos a la industria manufacturera (millones de pesos a precios de 2013); y *iii*) MO, que corresponde a la población ocupada en la industria manufacturera (millones) (tabla 1).

**Tabla 1**  
**Datos**

<i>Año</i>	<i>PIB</i> <i>(millones de pesos)</i>	<i>CRE</i> <i>(millones de pesos)</i>	<i>MO</i> <i>(millones)</i>	<i>Año</i>	<i>PIB</i> <i>(millones de pesos)</i>	<i>CRE</i> <i>(millones de pesos)</i>	<i>MO</i> <i>(millones)</i>
1993	6,723,643	753,700	6.378	2007	9,925,157	200,199	7.421
1994	6,963,872	717,615	6.533	2008	9,788,906	225,344	6.998
1995	6,671,883	495,806	6.681	2009	8,796,910	260,441	6.947
1996	7,294,757	497,582	6.844	2010	9,563,025	251,200	7.068
1997	7,999,094	416,983	7.161	2011	9,865,340	265,098	7.335
1998	8,651,768	415,627	7.294	2012	10,254,018	267,949	7.530
1999	8,899,167	355,510	7.356	2013	10,307,902	282,302	7.919
2000	9,475,871	293,927	7.507	2014	10,721,637	295,889	7.943
2001	9,207,841	250,111	6.921	2015	11,036,462	334,814	8.309
2002	8,986,720	214,289	6.826	2016	11,207,783	357,979	8.529
2003	8,926,304	209,299	6.984	2017	11,519,836	393,900	8.752
2004	9,225,276	192,828	7.047	2018	11,732,223	382,456	9.091
2005	9,425,595	192,085	7.085	2019	11,801,949	370,003	9.173
2006	9,865,435	175,245	7.393	2020	10,543,826	321,074	9.133

Fuente: elaboración propia con base en Inegi (2021).

### 3. Análisis de resultados

#### 3.1. Análisis estadístico

##### 3.1.1. Estadísticas descriptivas

La tabla 2 muestra la estadística descriptiva sobre las propiedades y la distribución de las variables utilizadas en el modelo. Con relación a las variables MO y CRE, el coeficiente de asimetría indica un sesgo positivo, no así la variable PIB, que tiene sesgo negativo. El coeficiente de curtosis de PIB y MO fue de 2.53 y 2.69, respectivamente, lo que implica que son platicúrticas; en tanto que CRE es leptocúrtica. El estadístico Jarque-Bera fue usado como prueba de normalidad e indicó, en sus valores  $p$ , el no rechazo de la hipótesis nula de normalidad para las tres variables ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 2**  
Estadísticas descriptivas

	PIB	CRE	MO
Media	9,477,936	335,330.5	7.505587
Mediana	9,519,448	294,907.8	7.314512
Máximo	11,801,949	753,700	9.172562
Mínimo	6,671,883	175,245	6.378441
Desviación estándar	1,434,394	143,655.2	0.801487
Asimetría	-0.358111	1.512048	0.888371
Curtosis	2.538659	5.058078	2.690284
Jarque-Bera	0.846777	15.61099	3.794858
Valor $p$	0.654824	0.407000	0.149954
Suma	2.65E+08	9,389,254	210.1564
Observaciones	28	28	28

Fuente: elaboración propia con base en los resultados del *software* EViews, ver. 10 (IHS Global Inc., 2019).

##### 3.1.2. Prueba de raíz unitaria

En estudios empíricos que utilizan datos de series de tiempo, como éste, es necesario evitar problemas de regresión espuria, por lo que se probó la estacionariedad de los datos usando la prueba ADF (Dickey-Fuller aumentada), la cual ayuda a corregir los términos de error no correlacionados. Enders (2010) y Gujarati y Porter (2010) han discutido sobre varias pruebas relacionadas con esto, sin embargo, la prueba de raíz unitaria sigue siendo la más prominente de todas. Para las tres variables (PIB, CRE y MO), los resultados indican que la hipótesis nula de la existencia de raíz unitaria (no estacionariedad de los datos) se rechaza en el primer nivel de diferencia y en los tres casos *i*) un intercepto, *ii*) un intercepto y una tendencia determinista (lineal) y *iii*) ninguna (tabla 3).

**Tabla 3**  
**Resultados de la prueba ADF de raíces unitarias**

<i>Variable</i>	<i>Prueba en</i>	<i>Incluyendo en la prueba</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Valor t (tau)</i>	<i>Valor p</i>	<i>Decisión</i>
lnPIB	1. <sup>a</sup> diferencia	Intercepto	-0.905	-3.825	0.0077	Rechazar Ho
		Intercepto y tendencia	-0.952	-4.048	0.0196	Rechazar Ho
		Ninguno	-0.776	-3.633	0.0008	Rechazar Ho
lnCRE	1. <sup>a</sup> diferencia	Intercepto	-0.581	-2.440	0.0241	Rechazar Ho
		Intercepto y tendencia	-0.712	-2.679	0.0148	Rechazar Ho
		Ninguno	-0.561	-3.050	0.0037	Rechazar Ho
lnMO	1. <sup>a</sup> diferencia	Intercepto	-0.778	-3.890	0.0066	Rechazar Ho
		Intercepto y tendencia	-1.661	-3.342	0.0045	Rechazar Ho
		Ninguno	-0.647	-3.498	0.0011	Rechazar Ho

Ho: tiene raíz unitaria. La decisión está basada usando un  $p < 0.05$ .

Fuente: elaboración propia con base en los resultados de EViews, ver. 10 (IHS Global Inc., 2019).

### 3.1.3. Prueba de cointegración

En un modelo econométrico que usa series de tiempo es muy importante la relación estable entre sus variables en el largo plazo, por lo que varios autores, como Enders (2010), Johansen (1988), Maddala y Kim (1998), han documentado al respecto. Según Granger (1986), la prueba de cointegración se considera como previa para evitar los problemas de regresión espuria. Se examinaron dos versiones de la prueba de rango sin restricciones, utilizando *i*) prueba estadística de “traza” y *ii*) estadística de Max-Eigenvalor, bajo el supuesto de que no hay una tendencia determinante. Los resultados indican cointegración entre las variables PIB, CRE y MO, expresados en transformación logarítmica (lnPIB, lnCRE y lnMO); esto con base en la prueba de rango  $\lambda$  indica la existencia de estacionariedad y cointegración de las mismas, así como también la validez de los resultados del modelo (tabla 4).

**Tabla 4**  
**Prueba de cointegración Johansen asumiendo tendencia**  
**no determinística**  
**(series lnMO lnPIB, lnCRE)**

<i>Intervalo de rezagos (en primeras diferencias): 1 a 1</i>				
<i>Prueba de rango de cointegración sin restricciones (traza)</i>				
<i>Núm. de CE(s)</i> <i>hipotetizado</i>	<i>Eigenvalor</i>	<i>Estadístico de</i> <i>traza</i>	<i>Valor crítico</i> <i>0.05</i>	<i>Prob. **</i>
Ninguno	0.330850	19.73398	24.27596	0.1683
A lo sumo 1	0.268015	9.288557	12.32090	0.1529
A lo sumo 2	0.044248	1.176683	4.129906	0.3241

Prueba de traza indica no cointegración a un nivel 0.05

Tabla 4 (continuación)

Prueba de rango de cointegración sin restricciones (máximo eigenvalor)				
<i>Núm. de CE(s) hipotetizado</i>	<i>Eigenvalor</i>	<i>Estadístico Max-Eigen</i>	<i>Valor crítico 0.05</i>	<i>Prob. **</i>
Ninguno *	0.330850	10.445420	17.797300	0.4394
A lo sumo 1	0.268015	8.111874	11.224800	0.1674
A lo sumo 2	0.044248	1.176683	4.129906	0.3241

Prueba de Max-Eigenvalor indica cointegración de 1 por la ecuación(s) a un  $p < 0.05$

\*Denota rechazo de la hipótesis a un  $p < 0.05$

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) valores  $p$

Fuente: elaboración propia con base en los resultados de EViews, ver. 10 (IHS Global Inc., 2019).

### 3.1.4. Regresión estadística

En la ecuación 6 se reportan los resultados de la regresión de la ecuación (2) (con valores  $t$  entre paréntesis):

$$\ln PIB_i = -17.188 + 2.478 \ln CRE_i + 16.239 \ln MO_i - 1.206 (\ln CRE * \ln MO)_i \quad (6)$$

(3.717)\*      (3.901)\*      (-3.657)\*

R<sup>2</sup> = 0.981; R<sup>2</sup> ajustada = 0.979; R<sup>2</sup> pred. = 0.956; DW = 2.639\*\*, F = 35.719\*\*\*  
 \* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$ )

Con base en los valores  $t$ , los tres coeficientes indican ser estadísticamente significativos a un 5% ( $\alpha = 0.05$ ); los coeficientes de CRE y MO son positivos. El coeficiente  $\delta_3$  es relevante porque justifica el uso de la técnica NHPF. La R<sup>2</sup> pred., que indica el poder predictivo del modelo, fue de 0.956. El valor del estadístico DW (Durbin Watson) indica que no hay evidencia de autocorrelación positiva y, según Granger y Newbold (1974), dado que  $R^2 < DW$ , no hay razón para sospechar que los resultados estimados son espurios, lo que respalda los resultados obtenidos con la prueba de raíz unitaria y la de cointegración.

## 3.2. Análisis económico y discusión

La productividad y eficiencia de la industria manufacturera en México, que fueron estimadas a partir de los resultados de la regresión estadística, se presentan en la tabla 5, en la que se indica una menor eficiencia en la operación del sector de 1993 a 2020, con una disminución en RTE de 2.42 a 0.38 (registrándose un valor medio de 1.55), debido, en parte, tanto a la menor productividad del personal ocupado en el sector, como a la disminución en 16.4% de los préstamos bancarios durante el periodo estudiado.

**Tabla 5**  
**Productividad estimada (ECRE, EMO y RTE)**

<i>Año</i>	<i>ECRE</i>	<i>EMO</i>	<i>RTE</i>
1993	0.24	2.17	2.42
1994	0.21	2.13	2.35

Tabla 5 (continuación)

<i>Año</i>	<i>ECRE</i>	<i>EMO</i>	<i>RTE</i>
1995	0.19	2.18	2.37
1996	0.16	1.90	2.06
1997	0.10	1.90	2.01
1998	0.08	1.73	1.81
1999	0.07	1.74	1.81
2000	0.05	1.84	1.89
2001	0.14	1.97	2.11
2002	0.16	2.09	2.25
2003	0.13	2.07	2.20
2004	0.12	2.08	2.20
2005	0.12	2.01	2.13
2006	0.06	2.05	2.11
2007	0.06	1.82	1.88
2008	0.13	1.60	1.74
2009	0.14	1.38	1.52
2010	0.12	1.37	1.49
2011	0.07	1.24	1.31
2012	0.04	1.18	1.22
2013	-0.02	1.10	1.08
2014	-0.02	0.99	0.97
2015	-0.08	0.81	0.73
2016	-0.11	0.66	0.55
2017	-0.14	0.47	0.33
2018	-0.18	0.44	0.26
2019	-0.20	0.44	0.24
2020	-0.19	0.57	0.38
Promedio	0.05	1.50	1.55

Fuente: elaboración propia con base en los resultados del modelo.

Para el periodo 1980-2012, en India, Khanna y Sharma (2021) encontraron que un aumento de 1% en el *stock* de infraestructura agregada (carreteras, ferrocarriles, energía, puertos y telecomunicaciones) da como resultado un crecimiento de la productividad en las industrias manufactureras de 0.16%, superior a la elasticidad de salida que para el crédito bancario (*ECRE*) fue encontrada en este trabajo (0.05%) para el periodo 1993-2020, en México.

Aunque Dai y Sun (2021) sugieren que la innovación empresarial en China aún no se ha convertido en el factor dominante en la determinación de la asignación de recursos y en el crecimiento de la productividad agregada (*APG*), sí destacan la importancia de mejorar la eficiencia de la asignación de recursos para mejorar la productividad agregada de la industria manufacturera; esto coincide con lo sugerido por los resultados derivados de este estudio, ya que la elasticidad de salida del personal ocupado (*EMO*) y los retornos a escala

(RTE) calculados para el promedio del periodo analizado fueron superiores a la unidad (1.5 y 1.55).

El valor promedio del RTE aquí calculado resultó 0.763 por arriba del encontrado por Borrayo López *et al.* (2019), como dato medio para la industria manufacturera de todas las entidades del país durante el periodo 1960-2013; aunque es coincidente en relación a que los resultados de ambos estudios indican que los retornos a escala del sector han pasado de ser crecientes a decrecientes 0.55 superior a la productividad total de los factores que Rath y Bhattacharya (2011) reportaron para el sector manufacturero de Odhisa, India, durante el periodo de 1980-2003 (0.996) y, de 0.57 a lo que hallaron Vázquez Rojas y González Gómez (2018) para México durante el periodo 1998-2013.

Para Corea, Ahn y Choi (2020) encontraron, para 2012, una productividad total de los factores (PTF) agregada en las industrias manufactureras de 3.1, lo cual fue superior a 1.22 de RTS encontrado en este trabajo. Para Rumania, Herman (2020) observó que el nivel de productividad laboral influyó positivamente en los salarios en el sector manufacturero durante el periodo 2008-2016, derivado de la mayor productividad registrada en este sector. La EMO calculada en este trabajo, aunque positiva durante todo el periodo analizado, presenta una reducción paulatina de 1993 (2.17) a 2020 (0.57), lo cual sugiere una disminución en la productividad del personal ocupado en el sector manufacturero mexicano, derivado, en parte, de la demanda constante del sector por nuevas y mejores competencias en su mano de obra y su correlación positiva con el pago de mejores salarios. Esto es similar a lo que encontró Rath (2018) para India durante el periodo de 2008 a 2014, que fue una mayor productividad para el sector de manufactura debido, principalmente, a cambios técnicos, así como que la intensidad del capital, su índice de rotación y la deuda afectan el crecimiento de la productividad en este sector.

Ramcharran (2017), para las pymes de la India, encontró una RTE negativa de 1978 a 1998 y positiva menor a la unidad de 1999 (0.02) a 2013 (0.61) (inferior a la estimada para México en este trabajo, de 1.55 como valor promedio para el periodo 1993-2020). El autor concluye que la mejora se debió aparentemente a los efectos del trato preferencial y especial que han recibido las pymes bajo las reformas de liberalización económica durante los años noventa.

Si, tanto en la India como en México, las pymes representan más de 85% del total de las compañías industriales y en su mayoría participan de manera directa en el sector manufacturero (Banco Mundial, 2021), vale la pena el comparativo de esos resultados con los encontrados en este trabajo. La elasticidad de salida de la mano de obra (EMO) calculada fue positiva durante todo el periodo analizado (1993=2.17 y 2020=0.57), con un valor medio de 1.5; una de las posibles causas de tal disminución fue el paulatino aumento en el nivel de habilidades requerido por las industrias manufactureras. En la India, para las pymes, la EMO fue negativa de 1978 a 2013, pero aumentó de -1.5 a -0.728; la causa principal es el bajo nivel de habilidades de la mano de obra (Ramcharran, 2017).

En este trabajo, para el periodo 1993-2020, uno de los hallazgos encontrados fue que la elasticidad de salida del crédito bancario (ECRE), aunque es positiva, pasó de 0.24, en 1993, a -0.19, en 2020 (con un valor promedio de 0.05); además, reflejó una disminución tanto en la eficiencia de asignación como en el número de empresas mexicanas que lograron un financiamiento.

Inegi (2019) señala que en 2017 tan sólo 11.5% de las microempresas, 29.2% de las pequeñas y 39.6% de las medianas accedieron a éste. La *ECRE* calculada fue muy inferior a la que Ramcharran (2017) estimó para las pymes de la India, que para el periodo 1978-2013 pasó de 0.76 a 1.23.

## Conclusiones

Las estimaciones de la NHPF indicaron una disminución en los retornos a escala en el sector manufacturero de México de 1993 a 2020, debido, en parte, a la demanda de nuevas y mejores competencias en la mano de obra, además de una eficiencia menor en la asignación del crédito bancario para el sector. Asimismo, los préstamos futuros para las industrias manufactureras en el país dependerán de: *a)* la crisis económica mundial derivada del SARS-CoV2, que ha ralentizado la demanda por la producción de estas empresas; *b)* el aumento en el costo del crédito; y, *c)* la reducción en la calificación riesgo país que impacta de manera inversa sobre la inversión extranjera y nacional.

La productividad de la mano obra en la industria manufacturera, aunque sigue siendo positiva, ha disminuido paulatinamente de 1993 a 2020, lo cual resulta preocupante para México, que requiere de una mano de obra más competitiva y con mejores habilidades, especialmente en este sector. De esta manera, se puede aprovechar mejor el empleo generado por la red de acuerdos y tratados comerciales vigentes para el país. Se necesitan políticas públicas de educación y capacitación orientadas a garantizar una mano de obra con las habilidades y cualidades necesarias para ocupar las vacantes de empleo generadas, no sólo por la industria manufacturera. Existen también otros factores adversos a nivel internacional que impactan a la industria manufacturera, más directamente que a otros sectores económicos, y éstos incluyen: las guerras comerciales entre países desarrollados (que todo hace suponer serán más frecuentes), la menor disponibilidad de algunas materias primas, la escasez de energía, el transporte y los cuellos de botella en servicios financieros, la interrupción de la producción y la disminución de la demanda.

Los resultados de este trabajo indican una deficiencia crediticia en el país, pues su productividad, de 0.24 en 1993, bajó a -0.19 en 2020, lo que sugiere la imperiosa necesidad de establecer mecanismos más eficaces y eficientes de asignación de financiamiento para el sector manufacturero mexicano, tanto a nivel de banca de desarrollo como en la banca comercial.

Por último, la hipótesis de investigación *a)* fue aceptada, ya que las elasticidades de salida de la cantidad de crédito (*ECRE*) y del trabajo (*EMO*) fueron positivas para el promedio del periodo analizado. La hipótesis *b)* no se aceptó debido a que los rendimientos a escala (*RTE*) de la industria manufacturera en México se redujeron de 2.42, en 1993, a 0.38, en 2020. La disminución en los *RTE* es explicada, en parte, por la significativa reducción de la elasticidad crediticia y la magnitud positiva de la elasticidad de la mano de obra.

## Fuentes consultadas

- Ahn, JaeBin y Choi, Moon Jung (2020). From firm-level imports to aggregate productivity: Evidence from Korean manufacturing firm data. *Japan and the World Economy*, 56, 1-37. <https://doi.org/gnzxtx>
- Amado Martínez, Miranda y Vázquez Rojas, Angélica María (2015). La industria manufacturera en México: una revisión bibliográfica sobre productividad, eficiencia y cambio tecnológico. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 3(6). <https://doi.org/mcbk>
- Atayde Villegas, Rut Andrea (2016). Análisis del crecimiento de la productividad total de los factores de los estados de México 1998-2013 [ponencia]. En Serena Eréndira Serrano Oswald y Mayanin Sosa Alcaraz (Coords.), *El desarrollo regional frente al cambio ambiental global y la transición hacia la sustentabilidad* (pp. 1-22). Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional-Instituto Tecnológico de Mérida. <https://acortar.link/l4wRq3>
- Banco Mundial (2021). Databank-World Development Indicators. Banco Mundial. <https://acortar.link/UGezbI>
- Bairam, Erkin (1994). *Homogenous and nonhomogeneous production functions: Theory and functions*. Avebury.
- Berger, Allen y Humphrey, David (1997). Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. *European Journal of Operational Research*, 98(2), 175-212. <https://doi.org/ddzm94>
- Berger, Allen; Hunter, William C. y Timme, Stephen G. (1993). The efficiency of financial institutions: A review and preview of research past, present, and future. *Journal of Banking and Finance*, 17(2-3), 221-249. <https://doi.org/dvcsg8>
- Borgoglio, Luciano y Odisio, Juan (2015). La productividad manufacturera en Argentina, Brasil y México: una estimación de la ley de Kaldor-Verdoorn, 1950-2010. *Investigación Económica*, 74(292), 185-211. <https://doi.org/10.1016/j.inveco.2015.08.007>
- Borrayo López, Rafael; Mendoza-González, Miguel Ángel y Castañeda Arriaga, J. Manuel (2019). Productivity and technical efficiency of the regional manufacturing industry of Mexico, 1960-2013: A panel approach of stochastic frontier. *Estudios Económicos*, 34(1), 25-60. <https://doi.org/mcbm>
- CEFP (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas) (2005, 1 de enero). Evolución del sector manufacturero en México, 1980-2003, CEFP/002/2005, Cámara de Diputados, LIX Legislatura/Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. <https://cutt.ly/GE6g82t>

- Dai, Xiaoyong y Sun, Zao (2021). Does firm innovation improve aggregate industry productivity? Evidence from Chinese manufacturing firms. *Structural Change and Economic Dynamics*, 56, 1-9. <https://doi.org/gscvph>
- Dai, Xiaoyong; Sun, Zao y Liu, Hang (2018). Disentangling the effects of endogenous export and innovation on the performance of Chinese manufacturing firms. *China Economic Review*, 50, 42-58. <https://doi.org/gd3s5z>
- De la Fuente Mella, Hanns; Rojas Fuentes, José Luis y Leiva Sanchez, Víctor (2020). Econometric modeling of productivity and technical efficiency in the Chilean manufacturing industry. *Computers & Industrial Engineering*, v.139, 105793. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.04.006>
- Díaz-Bautista, Alejandro (2017). Total factor Productivity (TFP) in manufacturing and economic growth in Mexico. *Análisis Económico*, 32(79), 7-24. <https://acortar.link/k0JIUK>
- Diewert, Walter E. (1980). Capital and the theory of productivity measurement. *The American Economic Review*, 70(2), 260-267. <http://tinyurl.com/p3umaheh>
- Enders, Walter (2010). *Applied econometric time series* (2.<sup>a</sup> ed.). John Wiley & Sons.
- Expansión* (s.f.). Índice de Producción Industrial Diciembre 2021. *Expansión*, Datosmacro. <https://cutt.ly/rNreELD>
- Färe, Rolf; Grosskopf, Shawna; Lovell, Knox y Pasurka, Carl (1989). Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: A nonparametric approach. *The Review of Economics and Statistics*, 71(1), 90-98. <https://doi.org/10.2307/1928055>
- Finnerty, John (1980). Real money balances and the firm's production function: A note. *Journal of Money, Credit and Banking*, 12(4), 666-671. <https://cutt.ly/iE6hNx1>
- Fried, Harold; Lovell, Knox y Schmidt, Shelton (Eds.) (2008). *The measurement of productive efficiency and productivity change*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195183528.001.0001>
- Granger, Clive (1986). Developments in the study of cointegrated economic variables. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 48(3), 213-228. <https://cutt.ly/iE6h95A>
- Granger, Clive y Newbold, Paul (1974). Spurious regressions in econometrics. *Journal of Econometrics*, 2(2), 111-120. <https://doi.org/cxbz66>
- Grosskopf, Shawna (1993). Efficiency and productivity. En Harold O. Fried, Knox Lovell and Shelton S. Schmidt (Eds.), *The measurement of*

*productive efficiency: Techniques and applications* (pp. 160-194). Oxford University Press.

- Gujarati, Damodar N. y Porter, Dawn C. (2010). *Econometría* (5.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- Guzmán-Soria, Eugenio; De la Garza Carranza, María Teresa; García Salazar, José Alberto; Hernández Martínez Juvencio y Rebollar-Rebollar, Samuel (2020). Análisis de productividad y eficiencia de las MIPYMES en México. *Revista Globalización, Competitividad y Gobernabilidad*, 14(2), 69-83.
- Hasan, Aynul y Mahmud, Syed (1993). Is money an omitted variable in the production function? Some further results. *Empirical Economics*, 18, 431-445. <https://cutt.ly/LJjbjuj>
- Herman, Emilia (2020). Labour productivity and wages in the Romanian manufacturing sector. *Procedia Manufacturing*, 46, 313-321. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.046>
- Hernández Reyes, Flor Elisa (2015). El crecimiento económico y la productividad en México, 1980-2011. *Economía Informa*, 391, 96-102. <https://doi.org/10.1016/j.ecin.2015.05.008>
- IHS Global Inc. (2019), *EViews* (versión 10). <https://shorturl.at/dmGK8>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2021). Banco de Información Económica/Cuentas nacionales/(Producto interno bruto trimestral, base 2018). Inegi. <https://cutt.ly/CE6jN9i>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2020, 16 de julio). Inegi presenta los resultados definitivos de los censos económicos 2019. Comunicado de prensa núm. 305/20. Inegi. <https://cutt.ly/uE6jn5v>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2019). Encuesta nacional sobre productividad y competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas (Enaproce) 2018. Inegi. <https://tinyurl.com/psbd8nww>
- Intriligator, Michael D. (1978). *Econometric models, techniques, and applications*. Prentice-Hall.
- Johansen, Søren (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254. <https://doi.org/bgn5jt>
- Khan, Ashfaque y Ahmad, Mushtaq (1984). Real money balances in the production function of a developing country. *The Review of Economics and Statistics*, 67(2), 336-340. <https://doi.org/10.2307/1924736>
- Khanna, Rupika y Sharma, Chandan (2021). Does infrastructure stimulate total factor productivity? A dynamic heterogeneous panel analysis for

- Indian manufacturing industries. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 79, 59-73. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2020.08.003>
- Laumas, Prem y Mohabbat, Khan (1980). Money and the production function: A case study of France. *Review of World Economics. Weltwirtschaftliches Archiv*, 116(4), 685-696, <https://doi.org/10.1007/BF02696544>
- MacKinnon, James; Haug, Alfred y Michelis, Leo (1999). Numerical Distribution Functions of Likelihood Ratio Tests for Cointegration. *Journal of Applied Econometrics*, 14(5), 563-577. <https://doi.org/b3fmrn>
- Maddala, Gangadharrao Soundalayarao y Kim, In-Moo (1998). *Unit roots, cointegration, and structural change*. Cambridge University Press.
- Nishimizu, Mieko y Page, John M. (1982). Total factor productivity growth, technological progress and technical efficiency change: Dimensions of productivity change in Yugoslavia, 1965-78. *The Economic Journal*, 92(368), 920-936. <https://doi.org/10.2307/2232675>
- OIT (Organización Internacional del Trabajo) (2023). Estadísticas sobre la productividad del trabajo. OIT. <https://acortar.link/I4gj59>
- Ramcharran, Harri (2017). Bank lending to small business in India: Analyzing productivity and efficiency. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 65, 16-24. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2016.06.003>
- Ramcharran, Harri (2012). Estimating the production efficiency of US foreign direct investment. *Managerial and Decision Economics*, 33(4), 273-281. <https://doi.org/10.1002/mde.2547>
- Ramcharran, Harri (2011). The pharmaceutical industry of Puerto Rico: Ramifications of global competition. *Journal of Policy Modeling*, 33(3), 395-406. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2010.11.003>
- Ramcharran, Harri (2001). Productivity, returns to scale and the elasticity of factor substitution in the USA apparel industry. *International Journal of Production Economics*, 73(3), 285-291. <https://doi.org/cmchr4>
- Rath, Badri Narayan (2018). Productivity growth and efficiency change: Comparing manufacturing- and service-based firms in India. *Economic Modelling*, 70, 447-457. <https://doi.org/gdfwrr>
- Rath, Badri Narayan y Bhattacharya, Poulomi (2011). Productivity growth, efficiency change and technical progress. A study of registered manufacturing sector in Odisha. *The Indian Economic Journal*, 59(3), 18-37. <https://doi.org/10.1177/0019466220110303>
- Sánchez-Juárez, Isaac (2011). Estancamiento económico en México, manufacturas y rendimientos crecientes: un enfoque kaldoriano. *Investigación Económica*, 70(277), 87-126. <https://cutt.ly/YE6kYw2>

- Sinai, Allen y Stokes, Houston (1981). Money and production function: A reply to Boyes and Kavanaugh. *The Review of Economics and Statistics*, 63(2), 313-318. <https://doi.org/10.2307/1924108>
- Solow, Robert M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-329. <https://doi.org/10.2307/1926047>
- Vázquez-López, Raúl (2021). Productividad laboral y competitividad externa en el sector manufacturero mexicano tras la apertura comercial, 1996-2007. *Cuadernos de Economía*, 40(82), 137-164. <https://doi.org/mcbs>
- Vázquez Rojas, Angélica María y González Gómez, Diana Xóchitl (2018). Un análisis de la productividad manufacturera de México entre 1988 y 2013. *RICEA. Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración*, 7(13), 1-26. <https://doi.org/10.23913/ricea.v7i13.112>
- Vinod, Hrishikesh (1972). Nonhomogeneous production functions and applications to telecommunications. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 3(2), 531-543. <https://doi.org/10.2307/3003036>

**Eugenio Guzmán Soria.** Doctor en Ciencias en Economía por el Colegio de Postgraduados. Actualmente es profesor-investigador del Posgrado del Departamento de Ciencias Económico-Administrativas del Tecnológico Nacional de México, en Celaya. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Sus líneas de investigación son: análisis económico sectorial, teoría microeconómica aplicada, teoría macroeconómica aplicada y estudios estadísticos prospectivos para la gestión organizacional. Entre sus últimas publicaciones destacan, en coautoría: La demanda de carne bovina en el Estado de México, Ciudad de México y Jalisco. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 31(89): e4176 (2023); Las elasticidades de corto y largo plazos de la demanda del frijol grano, 1980-2020. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 26(01), 28-41 (2022); Variation in the orange (*Citrus sinensis* L.). *Agronomía Mesoamericana*, 32(1), 209-223 (2021).

**María Teresa de la Garza Carranza.** Doctora en Ciencias Administrativas por el Instituto Politécnico Nacional. Actualmente es profesora-investigadora del Posgrado del Departamento de Ciencias Económico-Administrativas del Tecnológico Nacional de México, en Celaya. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Sus líneas de investigación son: comportamiento organizacional, gestión organizacional y responsabilidad social corporativa. Entre sus últimas publicaciones destacan, en coautoría: Analysis of the Psychosocial Factors of University Professors. *European Journal of Contemporary Education*, 12(1), 56-70 (2023); El Conflicto trabajo-familia en relación a factores laborales en trabajadores de la salud durante la emergencia sanitaria ocasionada por el COVID-19. *Revista de Medicina e investigación de la Universidad Autónoma del Estado de México*, 11(2), 26-32 (2023); Modelo matemático de aceptación de la tecnología centrado en el uso de Google Classroom. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 10(2), 87-92 (2023).

**Quetzalli Atlatenco Ibarra.** Doctora en Ciencias de la Administración por la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es profesora en el Colegio de Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Sus líneas de investigación son: financiamiento para la vejez, inclusión financiera y aplicaciones estadísticas. Entre sus últimas publicaciones destacan, en coautoría: Pensiones por jubilación en la ley del seguro social: primeros cambios paramétricos. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 31(89): e4244 (2023); Modelo matemático de aceptación de la tecnología centrado en el uso de Google Classroom. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 10(2), 87-92 (2023); Eficiencia de gestión de las sociedades de inversión especializada en el ahorro para el retiro de los jóvenes en México. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 10(3), 359-377 (2022).

**Aníbal Terrones Cordero.** Doctor en Ciencias en Economía por el Colegio de Postgraduados. Actualmente es profesor-investigador del Instituto de Ciencias Económico Administrativas y coordinador de la Maestría en Estudios Económicos de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Sus líneas de investigación actuales son: análisis de los sectores productivos e instituciones en el contexto nacional e internacional y macroeconomía del crecimiento, de los ciclos económicos y estrategias para el desarrollo. Entre sus últimas publicaciones destacan, en coautoría: Mercado Mundial de Competencias Laborales: una aproximación desde la teoría de redes. *Redes. Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*, 34(2), 254-265 (2023); Análisis de las actividades primarias en la economía mexicana, 1970-2022. *CIENCIA ergo-sum*, 30(1): e190, 1-13 (2022); Análisis dual del comportamiento del sector primario en México 1980-2020. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(5), 1179-1187 (2020).