

Salgado Banda, Héctor; Bernal Verdugo, Lorenzo Ernesto
Funciones de costos translogarítmicas. Una aplicación para el sector manufacturero
mexicano
El Trimestre Económico, vol. LXXVII (3), núm. 307, julio-septiembre, 2010, pp. 683-717
Fondo de Cultura Económica
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31340964006>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

FUNCIONES DE COSTOS TRANSLOGARÍTMICAS

Una aplicación para el sector manufacturero mexicano*

*Héctor Salgado Banda
y Lorenzo Ernesto Bernal Verdugo***

RESUMEN

Se utiliza funciones de costos translogarítmicas para estimar elasticidades precio y de sustitución de las demandas por insumos, economías de escala y costos medios en las manufacturas mexicanas. Se analiza datos de la Encuesta Industrial Anual para 1996, 2000 y 2003. Se muestra que un modelo que no permite homoteticidad ni elasticidades unitarias en la función de costos parece ser el más adecuado para representar la estructura de producción. Elasticidades de Allen-Uzawa indican la existencia de posibilidades de sustitución entre los insumos. La demanda por electricidad es de elasticidad unitaria. Todas las elasticidades cruzadas son menores a 1. Tanto las economías de escala como los costos medios disminuyen conforme el tamaño de las clases de actividad aumenta. Las economías de escala aumentan para cualquier nivel de producción. Las diferencias en costos medios entre pequeñas y

* *Palabras clave:* modelos con ecuaciones simultáneas, función de costos translogarítmica, manufacturas. *Clasificación JEL:* C3, D24, L60. Artículo recibido al 2 de septiembre de 2008 y aceptado el 10 de agosto de 2009. Documento elaborado durante la estancia de ambos autores en el Banco de México. Agradecemos a Daniela Flores Rico su excelente ayuda en esta investigación. También agradecemos a Daniel Chiquiar, Alejandro Díaz de León, Kenjiro Hori y Eduardo Martínez por revisar versiones anteriores de este documento, así como a los participantes en el seminario del Banco de México por sus comentarios. Gerardo Leyva, Abigail Durán y Othoniel Soto del INEGI fueron de gran ayuda respondiendo nuestras dudas respecto a los datos. Todos los errores y omisiones son responsabilidad única de los autores.

** H. Salgado Banda, secretario de Economía, México (correo electrónico: hsalgado@economia.gob.mx). L. E. Bernal Verdugo, Universidad de Chicago (correo electrónico: lebernal@uchicago.edu).

grandes clases de actividad se han reducido mientras que algunas disparidades se mantienen en ciertos grupos manufactureros.

ABSTRACT

We use translog cost functions to estimate own-price and substitution elasticities of input demands, economies of scale and average costs in Mexican manufacturin. Data from the Mexican Annual Industrial Survey is used for 1996, 2000 and 2003. We show that a model that allows for nonhomotheticity and nonunitary elasticities of substitution is appropriate to represent the production structure. Allen-Uzawa elasticities indicate the existence of substitution possibilities amongst inputs. The demand for electricity is essentially unitary elastic. All cross-price elasticities are less than one. Both scale economies and average costs diminish as the size of activity class increases. Economies of scale increased for any level of output. The differences in average costs between small and large activity classes were reduced and some disparities prevail in a number of manufacturing groups.

INTRODUCCIÓN

El propósito principal de este artículo de investigación es estimar funciones de costos translogarítmicas que incluyen al capital, trabajo, electricidad y transporte como insumos de la producción para el sector manufacturero mexicano. La estimación de dichas funciones permitirá estudiar las elasticidades de la demanda por insumos, economías de escala y costos medios. Se utiliza los datos de la Encuesta Industrial Anual (EIA) elaborada por el Instituto Mexicano de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) para el periodo 1996-2003.

Existen muy pocos estudios para México que sigan el enfoque general que aquí se presenta (es decir, el uso de una función de costos translogarítmica). Por ejemplo, Sterner (1989) estudió el uso de la energía en la manufactura mexicana usando la función de costos translogarítmica para estimar las elasticidades de sustitución y la demanda por insumos durante el periodo 1966-1981. El estudio se basó en censos anuales y se seleccionaron 18 industrias. Se probaron las restricciones de homoteticidad y cambio tecnológico neutral, mismas que fueron rechazadas la mayoría de las veces; por tanto, se mantuvo el modelo no restringido. Las elasticidades precio calculadas fueron negativas. Las elasticidades precio fueron de 0.4 para la electricidad, 0.6

para el combustible, 0.5 para el trabajo, 0.3 para los materiales, y 0.2 para el capital. Con la intención de medir el grado en que los insumos de la producción pueden ser sustituidos por otros, se calcularon las elasticidades parciales de sustitución de Allen. Se encontró que, industrias, los materiales eran los sustitutos más comunes de la energía, mientras que para el sector manufacturero total, el trabajo era el principal sustituto para el combustible. Cabe señalar que únicamente se estimó el sistema con las ecuaciones de participación de los insumos, es decir, no se incluyó la función de costos totales.¹

Truett *et al* (1994) incluyeron las importaciones como un insumo de la producción con datos de 1960 a 1988 para estimar una función de costos translogarítmica agregada. Encontraron que *i*) las elasticidades precio de la demanda por insumos (capital, trabajo e importaciones) eran casi todas negativas e inelásticas, y *ii*) que tanto el trabajo como las importaciones eran sustitutos del capital. Básicamente argumentan que, manteniendo todo lo demás constante, una reducción en el precio de las importaciones reduce la cantidad demandada tanto por trabajo como por capital.

Truett y Truett (1998) analizaron la existencia de economías de escala en la industria mexicana de la maquinaria no eléctrica y calcularon tanto las elasticidades precio como las cruzadas de la demanda por estos insumos (capital, trabajo y materiales intermedios), con datos anuales de 1970 a 1992 para estimar una función de costos translogarítmica. Rechazaron las restricciones de homoteticidad y homogeneidad, considerando la ecuación translogarítmica con las restricciones básicas como el modelo final. Además, encontraron que la industria exhibe economías de escala, que las elasticidades precio de la demanda por insumos eran negativas y menores a uno, y que el capital exhibe una elasticidad precio más alta que el trabajo y que los materiales intermedios. Las elasticidades cruzadas de los insumos indicaron que éstos son sustitutos. El coeficiente de la variable de cambio tecnológico neutral fue negativo mas no significativo.

En un artículo más reciente, Truett y Truett (2005) estimaron una función de costos translogarítmica para el total de la industria automotriz mexicana con datos del periodo 1970-1997. Encontraron pruebas de rendimientos constantes a escala en esta industria y que el capital, trabajo y materiales intermedios importados podían ser sustituidos unos por otros, al igual que el

¹ Esto se explicará en la sección III.

capital y los materiales intermedios de origen nacional. El trabajo y los materiales intermedios nacionales eran complementarios.

En comparación a los estudios indicados líneas arriba, este artículo usa datos de la EIA y variables más específicas, incluyendo la electricidad y el transporte en la función de costos. También, se permite una función de producción menos restrictiva dado que presenta varias pruebas de homogeneidad, rendimientos constantes a escala y elasticidades unitarias de sustitución. En otras palabras, una ventaja de asumir este enfoque es que se puede explotar una teoría de dualidad sin imponer ninguna limitación en la tecnología subyacente.² Con mayor precisión y de acuerdo con Shepard (1970), existe una correspondencia única entre funciones de producción y de costos. Ambas funciones contienen toda la información acerca de la tecnología subyacente.

Con base en el enfoque de Christensen y Greene (1976), se hace hincapié particular en economías de escala y costos medios (CM). Dichos autores explican que la manera más conveniente de hacer esto es utilizando datos de sección cruzada. También, una ventaja importante de utilizar este tipo de datos es que permite tomar en cuenta algunas fuentes que pueden llevar a cambios en los costos medios, por ejemplo, economías de escala y cambio tecnológico. Una ventaja adicional de los datos de sección cruzada es que permiten tener una perspectiva más amplia de cómo las economías de escala varían en el tiempo. En consecuencia, para efectos del presente artículo se consideraron tres períodos de sección cruzada: 1996, 2000 y 2003. Esto se hace con el objetivo de proporcionar, mediante las estimaciones de sección cruzada, un panorama general de la estructura de costos en el sector manufacturero mexicano para determinados momentos en el tiempo. Al contar con datos de 1996-2003, la idea es presentar una perspectiva del sector al inicio, a mediados y al final del horizonte de tiempo disponible. Se excluye el periodo de crisis 1994-1995 ya que su posible inclusión seguramente sesgaría nuestras estimaciones de manera considerable.³

Finalmente, de modo similar a la mayoría de los estudios microempíricos, este artículo enfrenta algunas limitaciones que pueden sesgar los resultados. Por ejemplo, y como se revisa líneas abajo, *i)* el horizonte de tiempo es relativamente corto (ocho años), que puede no ser suficiente para con-

² La relación entre cualquier problema de maximización y su problema de minimización “dual” correspondiente.

³ De contar con suficientes años previos a la crisis, sin duda sería interesantísimo considerar dicho periodo para observar cómo se reestructuró, si fue el caso, el sector manufacturero.

cluir cualquier aspecto relacionado con el cambio tecnológico; *ii*) no se cuenta con establecimientos, empresas o compañías como unidad de estudio; en vez de eso, cada observación corresponde a una “clase de actividad” que conglomera a un número de establecimientos manufactureros dentro de ella. Implícitamente, lo anterior supone que los establecimientos dentro de cada clase de actividad son, de alguna manera, parecidos en términos de sus procesos manufactureros, tecnología, etc.; *iii*) no se pueden estimar las funciones de costos translogarítmicas para grupos/subsectores específicos de la industria manufacturera debido a las pocas observaciones disponibles; por tanto, nos enfocamos en el total del sector manufacturero; *iv*) debido a los puntos anteriores, algunos de nuestros hallazgos deberán tomarse con cierta reserva, ya que se están comparando actividades manufactureras diversas (por ejemplo, producción de azúcar o café contra producción de computadoras o automóviles), y *v*) la construcción de variables como el costo de capital, el precio de electricidad y el precio de transporte pueden sufrir problemas característicos de medición y construcción de variables (por ejemplo, modelos simples de depreciación, falta de datos, uso de *proxies* en vez de variables, variables deflacionadas con índices de precios generales, etc.).

El artículo está organizado de la siguiente manera. La sección I presenta los datos y variables utilizadas en los cálculos y estimaciones. La sección II ofrece una breve revisión de las tendencias observadas en el precio de los insumos y en los costos reales de los insumos por unidad de producto en el sector manufacturero mexicano. La sección III explica el modelo y la estrategia de estimación. La sección IV presenta los resultados principales y al final se concluye con un resumen.

I. DATOS Y VARIABLES

Se utilizó principalmente la EIA del INEGI, la cual proporciona información del sector manufacturero en los siguientes aspectos: producción, empleo, inversión y acervos de capital, consumo de energía y gastos de transporte.⁴ La EIA se ha publicado desde 1963. Ésta consideraba al inicio únicamente 29 clases de actividad, pero se extendió en 1993, tomando ventaja del Censo Industrial (CI), que considera como la población a la totalidad de los establecimientos manufactureros que existían en ese momento. Por tanto, se

⁴ La construcción de variables se hace de acuerdo a OCDE (2001).

tomó una nueva muestra para la EIA, misma que hasta 2003 incluía a más de 5 400 establecimientos agrupados en 205 clases de actividad correspondientes a los 9 subsectores de la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP).⁵ Los establecimientos encuestados producen casi 85% de la producción total manufacturera y emplean alrededor de 65% de la fuerza laboral en el sector. Para efectos del presente estudio, se consideraron tres años: 1996, 2000 y 2003.⁶ La EIA más reciente corresponde a 2004. Sin embargo, dado que sufrió cambios considerables, no se incluyó en este estudio (por ejemplo, no se pueden calcular ni el precio de la electricidad ni las remuneraciones por hora trabajada). Las variables consideradas son:

a) *Valor de los productos elaborados (Y).*⁷ Es el valor de mercado de la producción de cada clase de actividad, utilizando para su cálculo los precios promedio de venta al mayoreo. Esta variable incluye todo lo que se produce con los insumos utilizados en un año, sin importar si la producción fue vendida o no. En consecuencia, el uso de esta variable considera la variación en los inventarios dentro de los establecimientos. Su valor se deflaciona con índices de precios específicos para cada clase de actividad elaborados por el INEGI.⁸

b) *Costo del capital.* La tasa de rendimiento del capital es calculada con base en datos del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) para la industria manufacturera. En términos generales, el excedente bruto de operación (EBO) es considerado como el pago al factor capital. Sin embargo, al ser calculado como un residual (la parte del ingreso que no va a los trabajadores por concepto de remuneraciones ni al gobierno por concepto de impuestos), el EBO puede incluir otros conceptos que no forzosamente son pagos al capital, como lo son el pago al trabajo por cuenta propia, el ingreso del sector informal y el pago de algunos impuestos indirectos. Por tal motivo, es necesario extraer del EBO el pago que se hace exclusivamente al capital. Con base en Mena (1997) y OCDE (2001), esto se hace de la siguiente manera

⁵ Es importante destacar que a pesar del número de establecimientos, la muestra de la EIA está de alguna manera sesgada hacia establecimientos relativamente grandes, esto es, aquellos con más de 100 empleados, salvo algunas excepciones.

⁶ Como se dijo, no se consideró el periodo de crisis 1994-1995 ya que podría sesgar nuestros resultados.

⁷ Los resultados no cambian drásticamente cuando se utiliza el valor agregado (es decir, producción menos materiales intermedios).

⁸ Y es deflacionado por índices de precios específicos para cada clase de actividad; sin embargo, la mayoría de los establecimientos producen más de un producto único y homogéneo, esto es, un mismo índice de precios es considerado para diferentes establecimientos con diferentes rangos de productos dentro de una misma actividad.

$$r_t K_t^m \quad EBO_t^m \quad OFIL_t^m \quad \frac{Y_t^m}{PIB_T} ISR_t \quad K_t^m \quad (1)$$

en que r_t es la tasa de rendimiento neto del capital, K_t^m representa el acervo de capital, $OFIL_t^m$ son otras fuentes de ingreso laboral, denota el valor de los productos elaborados, PIB_t significa el producto interno bruto, ISR_t es el impuesto sobre la renta, Y_t^m muestra la tasa de depreciación del capital físico,⁹ en la que m y t hacen referencia al sector manufacturero y al tiempo, respectivamente. Todas las series, excepto la del ISR_t , están disponibles en pesos constantes de 1993 en las estadísticas del SCN. Para tener la serie ISR_t en pesos constantes, su valor es deflacionado con el índice de precios implícitos del PIB.

Para el cálculo de la serie de acervos de capital en el sector manufacturero basada en las estadísticas del SCN, el valor inicial de la serie (en el periodo 1988) es aproximado mediante $K_{88} = ((I_{88})/(c))$, en que I_{88} es la formación bruta de capital físico en 1988 y c representa su tasa de crecimiento promedio entre 1988 y 2003 (véase por ejemplo Hall y Jones, 1999). Para los periodos subsecuentes, la serie de acervos de capital es calculada mediante la metodología de inventarios perpetuos (OCDE, 2001).¹⁰

Si resolvemos r_t en la ecuación (1), obtenemos la tasa de rendimiento neto del capital en la totalidad del sector manufacturero para cada periodo. Finalmente, la tasa de rendimiento bruto correspondiente a cada clase de actividad es igual a esta tasa de rendimiento neto más su respectiva tasa de depreciación. En este punto, es oportuno advertir que la hipótesis de una tasa r_t constante para todas las clases de actividad/subsectores queda implícitamente validada por el supuesto de mercados de capital competitivos, en cuya presencia la asignación de este insumo (capital) en las diferentes clases de actividad y subsectores será tal que los rendimientos netos (los cuales son los que verdaderamente un inversionista toma en cuenta) del capital sean igualados. Los rendimientos brutos pueden variar de una clase de actividad a otra, debido a las diferencias inherentes en los tipos de capital que cada clase de actividad utiliza (por ejemplo, se espera que una clase de actividad que utiliza de manera relativamente intensa equipos de cómputo presente una tasa de depreciación más alta que una clase de actividad que utiliza de mane-

⁹ La tasa de depreciación se obtiene con datos del CI de 1998.

¹⁰ Dado que las observaciones de interés para este estudio son las comprendidas entre 1996 y 2003, es probable que los posibles errores o imprecisiones en la estimación del capital inicial ya hayan quedado "diluidos" para las observaciones de dicho periodo.

ra relativamente intensa equipo y maquinaria pesada). La tasa de rendimiento bruto en cada clase de actividad debe ser tal que compense por estas diferencias en depreciación, de manera que un inversionista se encuentre indiferente entre invertir en una clase de actividad o en otra (el hecho de que haya capital asignado en cierta clase de actividad indica que su rendimiento es el mismo que en cualquier otra a la que se pudiera haber asignado este insumo).¹¹ Asimismo, es importante destacar que las tasas brutas son las utilizadas en las estimaciones.

c) *Remuneraciones por hora trabajada.* Calculada como el total de remuneraciones dividida entre el total de horas trabajadas por el personal empleado.

d) *Precio de la electricidad.* Calculado con base en el gasto y consumo de electricidad. Es el precio pagado por Kw/h consumido.¹²

e) *Precio del transporte.* La EIA no proporciona información respecto al tipo principal de transporte utilizado (aéreo, ferroviario, terrestre o marítimo) ni del destino (o distancia) de la producción de las clases de actividad. Por tanto, en ausencia de datos específicos, se utilizó el gasto en transporte de los productos terminados divididos entre el valor de los productos terminados como una aproximación de este precio.¹³

II. EVOLUCIÓN RECENTE

Esta sección ofrece, con el objetivo de ilustrar y poner en contexto el estado general del sector manufacturero mexicano, un análisis general de los precios de los insumos y de los costos unitarios reales. Como se dijo líneas arriba, el presente artículo estudia las 205 clases de actividad incluidas en la EIA (es decir, al total del sector manufacturero). Sin embargo, para esta sección en particular, se analizan con mayor detalle subsectores específicos, en particular el S8 maquinaria y equipo. Para hacerlo, se clasifican las 205 clases de

11 El procedimiento seguido en la obtención de estos cálculos también se encuentra descrito en OCDE (2001), sección 5.4.2, párrafo 109, en el que se especifica que de existir diversos tipos de activos, r puede suponerse igual para todos ellos. En nuestro caso, los diversos tipos de activos corresponden a las diversas clases de actividad del sector manufacturero.

12 El cálculo del precio de la electricidad, basado en la EIA, tiene la desventaja de que para 2003 existen algunas observaciones del consumo (miles de Kw/h) que aparecen en 0, haciendo imposible calcular el precio pagado por Kw/H en 2003. Este problema se resolvió de la siguiente manera. Para cada clase de actividad, el precio por Kw/h en 2003 es igual al precio de 2002 más el incremento anual promedio entre 1996-2002. Alrededor de 29% de las clases de actividad registran un consumo igual a 0 en 2003.

13 De hecho, las mismas conclusiones se mantienen sin importar si se consideraban tres o cuatro insumos.

actividad en 14 grupos, con base en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN).

La descripción y correspondencia entre ambas clasificaciones están detalladas en el cuadro 1, que presenta: *i*) los nueve subsectores CMAP, *ii*) los 14 grupos SCIAN, y *iii*) cómo los nueve subsectores CMAP han sido reorganizados en los 14 grupos SCIAN. Por ejemplo el subsector S3 productos de madera, contiene cinco clases de actividad (los números entre paréntesis en el cuadro 1); estas mismas cinco clases de actividad son reclasificadas en dos grupos SCIAN, G3 productos de madera y G14 otras industrias manufactureras, con tres clases de actividad moviéndose hacia G3 productos de madera y las otros dos restantes desplazándose hacia G14 otras industrias manufactureras. Para mayor referencia de las principales actividades y productos en cada grupo, consúltese el apéndice.

Un método obvio a seguir para esta investigación sería estimar las funciones de costos translogarítmicas para cada subsector CMAP y/o grupo SCIAN; sin embargo, tal como se ha mostrado, estos subsectores y/o grupos tienen relativamente pocas clases de actividad (por ejemplo, G5 derivados del car-

CUADRO 1. *Correspondencia: Subsectores (CMAP) y grupos (SCIAN)*^a

<i>Subsector</i>		<i>Grupo</i>		
S1	(38)	G1	(38)	Alimentos, bebidas v tabaco
S2	(32)	G2	(32)	Textiles, prendas de vestir v cuero
S3	(5)	G3	(3)	Productos de madera
		G14	(2)	Otras industrias manufactureras
S4	(9)	G4	(9)	Productos de papel, imprentas v editoriales
S5	(38)	G2	(1)	Textiles, prendas de vestir v cuero
		G5	(2)	Derivados del carbón v del petróleo
		G6	(32)	Petróleo v químicos
		G13	(1)	Productos electrónicos v computadoras
		G14	(2)	Otras industrias manufactureras
S6	(16)	G7	(16)	Productos minerales no metálicos
S7	(7)	G8	(7)	Industrias metálicas básicas
S8	(57)	G8	(12)	Industrias metálicas básicas
		G9	(11)	Otra maquinaria
		G10	(10)	Aparatos eléctricos v componentes
		G11	(7)	Automotriz
		G12	(4)	Otro equipo de transporte
		G13	(12)	Productos electrónicos v computadoras
		G14	(1)	Otras industrias manufactureras
S9	(3)	G14	(3)	Otras industrias manufactureras

^a Número de clases de actividad entre paréntesis.

CUADRO 2. *Cambio promedio anual de los precios de los insumos^a*
(Porcentaje)

	Remuneraciones por hora	Precio de la electricidad	Precio del transporte
G11 Automotriz	1.52	12.39	1.09
G14 Otras industrias manufactureras	3.67	7.66	3.11
G7 Productos minerales no metálicos	2.42	3.72	2.39
G5 Derivados del carbón y del petróleo	3.70	2.69	4.46
G4 Productos de papel, imprentas y editoriales	1.50	2.47	1.76
G3 Productos de madera	2.00	1.79	2.40
G10 Aparatos eléctricos y componentes	2.05	0.34	2.80
G8 Industrias metálicas básicas	0.48	0.13	6.35
G6 Petróleo y químicos	2.30	0.05	1.50
G9 Otra maquinaria	1.04	0.50	0.83
G13 Productos electrónicos y computadoras	0.69	0.64	11.69
G12 Otro equipo de transporte	4.04	4.47	8.13
G2 Textiles, prendas de vestir y cuero	1.73	11.75	3.20
G1 Alimentos, bebidas y tabaco	2.78	12.99	1.26
G15 Total de las manufacturas	2.12	0.26	0.02

^a Número de clases de actividad entre paréntesis.

bón y del petróleo está compuesto por sólo dos clases de actividad), que pueden llevar a estimadores econométricos no sólidos o simplemente no permiten estimar el modelo translogarítmico. Por tanto, no se consideró a ningún subsector o grupo en particular en la sección IV. Sin embargo, se presenta información de los precios y costos unitarios de los insumos más relevantes para los 14 grupos SCIAN.

1. Precios de insumos y costos unitarios de los Insumos

En esta sección se presenta una visión general de: *i*) los precios de insumos y *ii*) los costos unitarios del trabajo y totales.

a) *Precios de insumos.* La gráfica 1 muestra los niveles en 2003 (en pesos de 1996) y el cuadro 2 presenta la tasa de cambio promedio anual en términos reales de los precios de los insumos durante 1996-2003 para cada grupo y para el total de la manufactura.

Primero, tal como se esperaba, el costo del capital es muy parecido para todos los grupos. Segundo, las remuneraciones por hora trabajada muestran considerables diferencias entre los grupos; por ejemplo, los dos grupos con las remuneraciones por hora trabajada más altas en 2003 fueron G5 deriva-

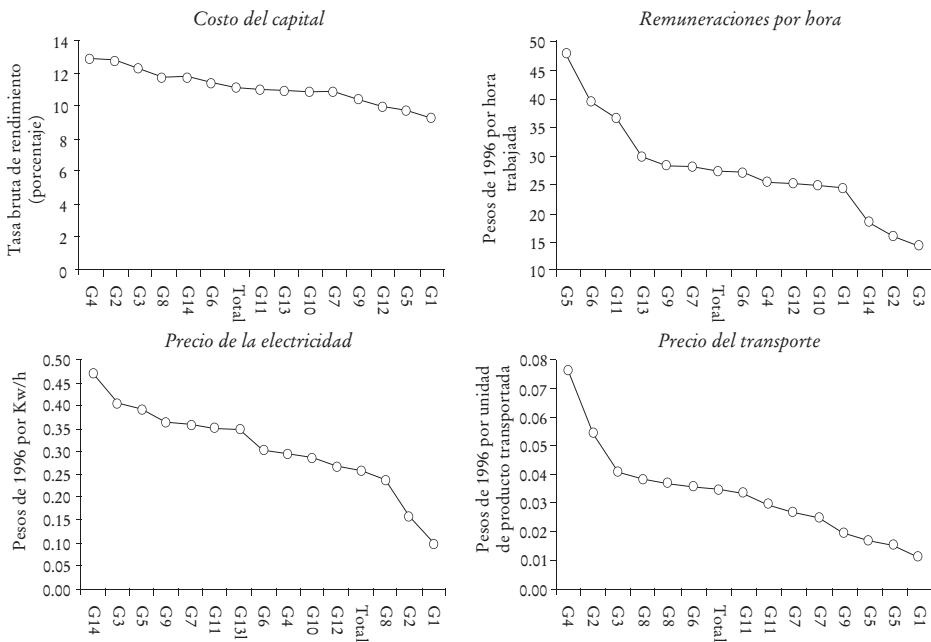
dos del carbón y del petróleo y G6 petróleo y químicos, mientras que las remuneraciones más bajas fueron pagadas por G2 textiles, prendas de vestir y cuero y G3 productos de madera. Por tanto, esto podría estar reflejando la heterogeneidad prevaleciente en capital humano y/o la existencia de diferencias en el grado probable de extracción de rentas en cada grupo (por ejemplo, algunas prestaciones asociadas con la existencia de sindicatos). Tercero, existen diferencias considerables en el costo de la electricidad dentro de los grupos, que podrían explicarse por el hecho de que la Comisión Federal de Electricidad (CFE, la empresa paraestatal mexicana encargada de la producción y distribución de casi la totalidad de la energía eléctrica consumida en el país) sigue reglas de ajuste de tarifas que diferencian entre las capacidades de voltaje de la electricidad para uso industrial (véase CFE, 2006).¹⁴ Finalmente, el precio del transporte también muestra disparidades entre los grupos, con G7 productos minerales no metálicos, G3 productos de madera y G6 petróleo y químicos pagando los precios más altos por unidad transportada de producto, mientras que los grupos que pagan los precios más bajos son G10 aparatos eléctricos y componentes y G13 productos electrónicos y computadoras.

Respecto a los cambios de los precios de los insumos en términos reales entre 1996 y 2003, en el cuadro 2 se observa que el incremento en el precio de la electricidad muestra la disparidad más grande y al mismo tiempo, los cambios en las remuneraciones por hora trabajada entre los grupos manufactureros son relativamente homogéneos.

En consecuencia, esto implica que el cambio en el precio de electricidad relativo al cambio en el precio de otros insumos es más alto en algunos grupos que en otros. Por ejemplo, y relacionado con el párrafo anterior, en un extremo se encuentra G11 automotriz, con un incremento promedio en el precio de la electricidad de 12.4% por año, y un incremento de sólo 1.5% por año en remuneraciones por hora trabajada; en el otro extremo se encuentra G1 alimentos, bebidas y tabaco, con una disminución promedio de 13% por año en el precio de la electricidad y un incremento promedio en re-

¹⁴ Por ejemplo, las tarifas para electricidad en alta tensión se ajustan en 59% de acuerdo con la inflación en tres subíndices del IPP (a saber, maquinaria y equipo, metal básico y otras manufacturas) y en 41% de acuerdo con la inflación de combustibles (incluyendo gasolina, gas natural, diesel y carbón), mientras que las tarifas para electricidad en baja tensión se incrementan en 80 y 20% de acuerdo con la inflación en estos dos grupos de índices de precios, respectivamente. Por tanto, un establecimiento cuya maquinaria y equipo productivos utilizan electricidad de alta tensión (como uno perteneciente al grupo G11) puede enfrentar tanto precios como incrementos anuales en la electricidad más altos que un establecimiento que consume electricidad de baja tensión (como 1 en el grupo G1).

GRÁFICA 1. *Precios de los insumos (niveles) (2003)*



muneraciones por hora trabajada de 2.8% por año. El cambio en el precio del transporte también es heterogéneo (11.7% en G13 productos electrónicos y computadoras y 8.1% en G12 otro equipo de transporte).

b) *Costos unitarios de los insumos.* En esta subsección se presentan los costos laborales y totales en términos reales por unidad de producto. Los costos unitarios del trabajo se calculan como el gasto en el insumo trabajo dividido entre el valor de los productos elaborados. Ambos montos se expresan en precios constantes de 1993.¹⁵ De manera similar, se calcula una medida de costos medios, con la que el numerador es igual a la suma del gasto en los cuatro insumos considerados. Se calculan índices de costos unitarios de la mano de obra y de costos medios para cada grupo y para el total del sector manufacturero, normalizando el costo a 100 en 1996. El valor de los índices en 2003, así como su variación porcentual anual promedio durante el periodo 1996-2003, se muestra en el cuadro 3.¹⁶

¹⁵ Se utilizan índices de precios específicos para cada insumo y producto. Además, cuando en lugar de Y se utiliza VA , las posiciones dentro del ordenamiento no cambian drásticamente.

¹⁶ El cálculo de estos costos se hace con la idea de extender hacia los otros insumos el enfoque representado en el índice de costos unitarios de la mano de obra del INEGI, el cual es un importante indica-

CUADRO 3. *Costos por unidad de producto^a*

(1996 = 100)

		<i>Trabajo</i>		<i>Total</i>	
		2003	Cambio anual promedio	2003	Cambio anual promedio
G13	Productos electrónicos y computadoras	33.5	14.5	36.9	13.3
G10	Aparatos eléctricos y componentes	66.3	5.7	64.7	6
G5	Derivados del carbón y del petróleo	73.4	4.3	69.7	5
G9	Otra maquinaria	74.8	4.1	73.9	4.2
G1	Alimentos, bebidas y tabaco	74.9	4	73.5	4.3
G8	Industrias metálicas básicas	75.3	4	73.8	4.3
G11	Automotriz	77.5	3.6	85.2	2.3
G3	Productos de madera	78.9	3.3	66.8	5.6
G4	Productos de papel, imprentas y editoriales	83	2.6	71.6	4.7
G7	Productos minerales no metálicos	86.6	2	78.2	3.5
G12	Otro equipo de transporte	91.2	1.3	77.5	3.6
G6	Petróleo y químicos	92.6	1.1	89.5	1.6
G14	Otras industrias manufactureras	94.7	0.8	90.5	1.4
G2	Textiles, prendas de vestir y cuero	104	0.6	92.9	1
G15	Total de las manufacturas	79.5	3.2	77	3.7

^a Grupos clasificados de acuerdo con la variación anual promedio del costo unitario del trabajo.

Primero, en referencia a los costos unitarios del trabajo, G14 otras industrias manufactureras y G2 textiles, prendas de vestir y cuero han mostrado los menores decrementos, mientras que G13 productos electrónicos y computadoras es el grupo que claramente tiene el decremento más significativo es sus costos del trabajo. Segundo, respecto a los costos medios reales, los grupos con los decrementos más significativos son G13 productos electrónicos y computadoras y G10 aparatos eléctricos y componentes, mientras que aquellos con menores decrementos son G14 otras industrias manufactureras y G2 textiles, prendas de vestir y cuero.

La función de costos tiene como argumentos a la producción y a los precios de los insumos. En particular, la función de costos translogarítmica puede ser considerada como una aproximación de Taylor de segundo orden en logaritmos a una función de costos arbitraria (véase Christensen *et al*, 1973). La especificación más generalizada de la función de costos transloga-

dor de la productividad de este sector y que puede interpretarse como el costo en términos reales de la mano de obra requerida para generar una unidad de producto. En este punto es importante destacar que los precios de los insumos por unidad de producto no son los que se utilizan en las estimaciones realizadas, sino los precios por unidad de insumo (por ejemplo, remuneraciones por hora trabajada, etc.).

rítmica no impone ninguna restricción previa a la estructura de producción, esto es, no impone, *a priori*, neutralidad, homoteticidad, homogeneidad, rendimientos constantes a escala, o elasticidades unitarias de sustitución; por lo contrario, esto permite probar estas especificaciones alternas de la estructura de producción.

La función de costos translogarítmica se establece como

$$\ln C = \sum_i i \ln P_i + \frac{1}{2} \sum_{i,j} ij \ln P_j + \gamma \ln Y + \frac{1}{2} \gamma \gamma (\ln Y)^2 + \sum_i i \gamma \ln P_i \ln Y \quad (2)$$

en la que $i, j = 1, \dots, N$ indican los N diferentes insumos considerados con $i \neq j$, C denota el costo total, Y representa la producción y los P_i son los precios de los insumos. Para que una función de costos se comporte adecuadamente debe ser homogénea de grado uno en precios, lo que implica que, para una producción fija, el costo total debe incrementarse proporcionalmente cuando todos los precios aumentan proporcionalmente. En consecuencia, se aplican las siguientes restricciones en a ecuación (2).

$$\sum_i i = 1 \quad (3)$$

$$\sum_i i \gamma = 0 \quad (4)$$

$$\sum_i ij = \sum_j ij = \sum_i i \gamma = \sum_j j \gamma = 0 \quad (5)$$

Como se dijo líneas arriba, se puede imponer un número adicional de restricciones a los parámetros de la función de costos translogarítmica, que implícitamente representa la tecnología subyacente. Homoteticidad significa que la función de costos puede ser escrita como una función separable en los precios de la producción y de los insumos.¹⁷ Para la homoteticidad, es necesario y suficiente que

$$i \gamma = 0, \quad i \quad (6)$$

La función de costos es homogénea en la producción si la elasticidad de costos respecto a la producción es constante. Esto ocurre al imponer las siguientes restricciones

$$i \gamma = 0, \quad \gamma \gamma = 0 \quad (7)$$

¹⁷ Con funciones de costos no homotéticas se permite que las demandas por insumos dependan de la producción. En contraste, con las funciones de costos homotéticas se obtiene que las demandas de insumos son independientes de la producción.

en este caso, el grado de homogeneidad es igual a $1/\gamma$. Existen rendimientos constantes a escala (RCE) en la función de producción dual cuando, en adición a la ecuación (7)

$$\gamma = 1 \quad (8)$$

Finalmente, la función translogarítmica se convierte en una función Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala, si además de las restricciones previas, se tiene que

$$\alpha_{ij} = 0, \quad i \neq j \quad (9)$$

De hecho, todas las elasticidades de sustitución pueden restringirse a la unidad mediante la eliminación de los términos de segundo orden en los precios de la función de costos translogarítmica y pueden aplicarse en los modelos translogarítmico, homotético, homogéneo y/o con RCE.

Se puede ejecutar la estimación directa de la ecuación (2). Sin embargo, se obtiene ganancias en eficiencia si las ecuaciones de demanda por insumos minimizadoras de costos, es decir, las ecuaciones de participación de los insumos, son estimadas conjuntamente con la ecuación (2). Más específicamente, si se estima con un conjunto de ecuaciones de participación de los insumos directamente relacionadas con la función de costos translogarítmica de acuerdo con la teoría de la dualidad. Con base en el lema de Shepard, las funciones de demanda derivadas para cada insumo se obtienen al diferenciar parcialmente la función de costos respecto a los precios de cada insumo $C(\cdot)/P_i Z_i$. Por tanto, la ecuación (2) se deriva parcialmente, según el lema de Shepard, para obtener las ecuaciones de participación de los insumos

$$\frac{\ln C}{\ln P_i} = \frac{P_i}{C} \frac{C}{P_i} = \frac{P_i X_i}{C} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (10)$$

en que $\sum_i P_i X_i = C$. Si $S_i = (P_i X_i)/C$, entonces $\sum_i S_i = 1$.

Las restricciones necesarias dadas por las ecuaciones (3), (4), y (5) se imponen con la restricción de $\sum_i S_i = 1$, lo cual implica que sólo $N - 1$ de las ecuaciones de participación en (10) son linealmente independientes.

Una vez que se han estimado los coeficientes, se puede calcular las elasticidades de sustitución parciales de Allen entre dos insumos i y j (Uzawa, 1962). Estas elasticidades son fundamentales para describir la pauta y grado de sustitución y complementariedad entre los insumos de la producción. Básicamente, éstos miden el porcentaje de variación en las proporciones de

los insumos debido a un cambio de 1% en sus precios relativos. Para el modelo translogarítmico esto implica

$$ij - \frac{ij}{S_i S_j} - 1 \text{ para } i \neq j \quad (11)$$

Además, uno puede calcular tanto elasticidades precio como elasticidades cruzadas de las demandas de insumos (*ceteris paribus*, cómo la demanda por insumos i responde a las variaciones en su precio o a variaciones en el precio del insumo j) como $ij - S_i - S_j$, que puede calcularse como

$$ij - \frac{ii}{S_i} - S_i - 1$$

$$ij - \frac{ij}{S_i} - S_j \text{ para } i \neq j \quad (12)$$

De acuerdo con Hanoch (1975), las economías de escala deben ser evaluadas por medio del sendero de expansión, esto es, en el que los precios de los insumos son constantes y los costos son minimizados para todos los niveles de producción, mientras que los rendimientos a escala son normalmente definidos a través de un rayo arbitrario de mezclas de insumos. De hecho, si la función de producción es homotética, tanto los retornos a escala como las economías de escala serán iguales.

Las economías de escala son definidas en términos del incremento relativo de la producción resultante de un incremento proporcional en todos los insumos. Esto se expresa como 1 menos la elasticidad de los costos totales respecto a la producción

$$1 - \frac{\ln C}{\ln Y} \quad (13)$$

es positivo para economías de escala y negativo para deseconomías de escala. Específicamente, es calculado en la especificación sin restricciones como $1 - \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln C} = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln C} - \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln P_i} - \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln P_j}$, para el caso homotético como $1 - \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln C} = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln C} - \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln P_i}$, y para el modelo homogéneo como $1 - \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln C} = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln C} - \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln P_i}$.

2. Estrategia empírica

Para la estimación conjunta de la función de costos y de las ecuaciones de participación de los insumos se utiliza el método de máxima verosimilitud

con información completa. Como establecen Christensen y Greene (1976), la inclusión de las ecuaciones de participación de los insumos implica la ganancia de grados de libertad sin la adición de restricciones en los coeficientes de la regresión, lo cual arroja estimadores más eficientes de los parámetros. Se incluyen únicamente $N - 1$ ecuaciones de participación de los insumos en el sistema para evitar problemas de singularidad. Véase más información en Barten (1969) y Kmenta y Gilbert (1968).

En este artículo, los modelos son estimados después de imponer las condiciones de simetría en la función translogarítmica y las restricciones de homogeneidad de grado 1 en los precios de los insumos. Particularmente, los modelos considerados son: *i*) una función de costos translogarítmica sin restricciones (A), *ii*) una estructura de costos homotética (B), *iii*) una estructura de costos con homogeneidad impuesta (C), *iv*) una estructura con rendimientos constantes a escala (D) y *v*) los modelos E, F, G y H que corresponden a los modelos A, B, C y D, respectivamente, con elasticidades unitarias de sustitución impuestas en cada caso. En suma, se estiman ocho modelos diferentes para los tres diferentes períodos (1996, 2000 y 2003).

La aceptación de cualquiera de las estructuras previas es determinada por pruebas de razones de verosimilitud, una vez que se obtienen los estimadores de los parámetros de máxima verosimilitud. En particular

$$\text{Estadístico de prueba LR: } 2(\bar{R} - \bar{U}) \quad (14)$$

en que \bar{R} y \bar{U} son el logaritmo de los valores de la función de verosimilitud con y sin restricciones, respectivamente. La ecuación (14) se distribuye asintóticamente como una variable aleatoria χ^2 , con grados de libertad igual al número de restricciones independientes que se hayan impuesto.

IV. RESULTADOS EMPÍRICOS

Como se señaló líneas arriba, es deseable iniciar el análisis de la estructura de producción de cualquier industria o actividad económica con el modelo con las menores restricciones posibles, en nuestro caso, con un modelo que permita una estructura no homotética y elasticidades de sustitución no unitarias. En la subsección 1 se presenta los resultados de la estimación de funciones de costos para el total de la industria manufacturera mexicana, mientras que en la subsección 2 se muestra los resultados correspondientes a economías de escala y costos medios.

CUADRO 4. *Funciones de costos para modelos con elasticidades de sustitución no unitarias (2003)^a*

	Translog				Homotético				Homogéneo				RCE				
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
0	5.213** (1.114)	3.452** (1.203)	1.226** (0.422)	0.742* (0.325)	KK				0.036* (0.016)	0.047** (0.016)	0.044** (0.015)	0.037** (0.015)					
Y	0.324** (0.135)	0.498** (0.155)	0.811** (0.020)	1.000 —	LL				0.034 (0.022)	0.026 (0.021)	0.026 (0.019)	0.039** (0.019)					
K	0.466** (0.082)	0.337** (0.098)	0.324** (0.089)	0.316** (0.091)	EE				0.001 (0.006)	0.003 (0.006)	0.003 (0.006)	0.003 (0.006)					
L	0.542** (0.137)	0.389** (0.124)	0.389** (0.113)	0.314** (0.112)	TT				0.061** (0.002)	0.058** (0.002)	0.059** (0.002)	0.061** (0.002)					
E	0.097 (0.074)	0.035 (0.057)	0.027 (0.057)	0.006 (0.059)	KL				0.009 (0.016)	0.016 (0.016)	0.016 (0.014)	0.013 (0.015)					
T	0.089* (0.040)	0.310** (0.029)	0.314** (0.031)	0.363** (0.029)	KE				0.007 (0.007)	0.006 (0.006)	0.005 (0.006)	0.003 (0.007)					
YY	0.034** (0.009)	0.026* (0.011)	0.026* (0.012)	0.020** (0.011)	KT				0.020** (0.005)	0.024** (0.005)	0.024** (0.005)	0.020** (0.005)					
KY					LE				0.011 (0.011)	0.017 (0.010)	0.016 (0.010)	0.011 (0.010)					
LY	0.015 (0.008)				LT				0.036** (0.005)	0.026** (0.005)	0.027** (0.005)	0.036** (0.005)					
EY	0.007 (0.004)				ET				0.005 (0.003)	0.008** (0.002)	0.008** (0.002)	0.004 (0.003)					
TY	0.020** (0.002)				Rests.	Ninguna	3	4	5	Ninguna	3	4	5				

^a Errores estándar entre paréntesis.
* y ** indican significación estadística a 5 o 1%, respectivamente.

1. *Funciones de costos para la manufactura mexicana*

Esta subsección presenta los resultados de la estimación de funciones de costos correspondientes a los ocho modelos A-H para los años 1996, 2000 y 2003. El capital, el trabajo, la electricidad y el transporte se denotan, respectivamente, por los subíndices K , L , E y T .

Las restricciones de homogeneidad lineal de grado 1 en los precios de los insumos fueron impuestas en todos los modelos para asegurar que las funciones de costos estimadas representen estructuras de producción con un comportamiento adecuado.

Para el caso particular de 2003, los cuadros 4 y 5 presentan el conjunto completo de los parámetros estimados según los diferentes modelos, el primero de ellos con elasticidades de sustitución no unitarias (modelos A-D) y el segundo con elasticidades de sustitución unitarias impuestas (modelos E-H). El cuadro 6 presenta los parámetros estimados correspondientes al modelo A para las muestras de 1996 y 2000.

Las estimaciones apuntan a una no homoteticidad estadísticamente significativa implicado al capital ($_{KY}$) y al transporte ($_{TY}$) en 2003, al transporte ($_{TY}$) y al trabajo ($_{LY}$) en 2000, y al transporte ($_{TY}$) en 1996. Además, los parámetros de sustitución $_{KT}$ y $_{LT}$ son estadísticamente significativos para los tres años. Esto da un indicio de que ni la hipótesis de homoteticidad ni la de elasticidades de sustitución unitarias son compatibles con los datos.

Como se explicó, es necesario probar la validez de las restricciones impuestas a los modelos B-H; por tanto, el cuadro 7 muestra los valores de los estadísticos de prueba LR para las tres muestras de datos. Se pueden rechazar cómodamente todas las hipótesis de restricciones de parámetros para las tres muestras con una significación de 5%. En consecuencia, el modelo A, que permite no homoteticidad y elasticidades de sustitución no unitarias, es el que mejor representa la estructura de producción de la industria manufacturera mexicana.

Como se analizó líneas arriba, la medida con la que un insumo puede sustituirse por otro está dada por las elasticidades parciales de sustitución de Allen-Uzawa, las cuales miden el cambio porcentual en las proporciones de los insumos como resultado de un cambio de 1% en sus precios relativos. Las posibilidades de sustitución prevalecientes en la manufactura mexicana se presenta en el cuadro 8, dadas por las elasticidades parciales de sustitución de Allen-Uzawa.

CUADRO 5. *Funciones de costos para modelos con elasticidades de sustitución unitarias (2003)*^a

	Translog			Homotético			Homogéneo			RCE			Translog			Homotético			Homogéneo			RCE					
	E	F	G	E	F	G	H	E	F	H	E	F	G	H	E	F	G	H	E	F	G	H	E	F			
0	5.086** (1.163)	4.649** (1.213)	2.079** (0.292)				1.730** (0.103)			YY				0.034** (0.009)				0.026** (0.011)									
Y	0.246 (0.168)	0.322 (0.179)	0.721** (0.021)				1.000			KY				0.012** (0.005)													
K	0.426** (0.050)	0.244** (0.009)	0.244** (0.009)				—							0.244** (0.009)				0.015 (0.008)									
L	0.707** (0.086)	0.597** (0.012)	0.597** (0.012)				0.597** (0.012)			LY				0.595** (0.012)				0.007 (0.004)									
E	0.051 (0.050)	0.068** (0.007)	0.068** (0.007)				0.068** (0.007)			TY				0.070** (0.007)				0.020** (0.002)									
T	0.081* (0.038)	0.091** (0.006)	0.091** (0.006)				0.091** (0.006)			EY				0.091** (0.006)													
Rests.	6	9	10				11							6				9				10			11		

^a Errores estándar entre parentesis.

* y ** indican significación estadística a 5 o 1%, respectivamente.

CUADRO 6. *Funciones de costos para modelo A*
(2000 y 1996)^a

	2000	1996		2000	1996		2000	1996
0	3.460*	4.456**	KY	0.004	0.007	TT	0.062**	0.051**
	(1.355)	(1.491)		(0.005)	(0.007)		(0.002)	(0.002)
Y	0.528**	0.400	LY	0.021**	0.014	KL	0.001	0.003
	(0.180)	(0.215)		(0.008)	(0.009)		(0.017)	(0.021)
K	0.320**	0.440**	EY	0.005	0.006	KE	0.001	0.003
	(0.087)	(0.091)		(0.004)	(0.004)		(0.008)	(0.010)
L	0.638**	0.529**	TY	0.020**	0.016**	KT	0.017**	0.021**
	(0.126)	(0.117)		(0.002)	(0.002)		(0.005)	(0.005)
E	0.072	0.068	KK	0.018	0.028	LE	0.011	0.008
	(0.055)	(0.037)		(0.018)	(0.022)		(0.010)	(0.010)
T	0.113**	0.098*	LL	0.029	0.024	LT	0.039**	0.029**
	(0.037)	(0.036)		(0.022)	(0.025)		(0.005)	(0.005)
YY	0.023	0.032*	EE	0.007	0.005	ET	0.006	0.000
	(0.013)	(0.016)		(0.007)	(0.007)		(0.003)	(0.004)

a Errores estándar entre paréntesis.

* y ** indican significación estadística a 5 o 1%, respectivamente

CUADRO 7. *Estadísticos de prueba de restricciones al modelo A*

	Elasticidades de sustitución no unitarias		
	Homotético	Homogéneo	RCE
Número de restricciones	3	4	5
Valor crítico ² (5%)	7.81	9.49	11.07
² para 1996	55.66	57.96	124.88
² para 2000	83.12	84.07	145.11
² para 2003	112.70	119.45	184.23
Elasticidades de sustitución unitarias			
	Translog	Homotético	Homogéneo
Número de restricciones	6	9	10
Valor crítico ² (5%)	12.59	16.92	18.31
² para 1996	244.27	266.54	270.74
² para 2000	292.82	315.34	316.69
² para 2003	316.05	362.46	367.41
			RCE

CUADRO 8. *Elasticidades de sustitución de Allen-Uzawa^a*

	1996	2000	2003
<i>KL</i>	0.985** (0.115)	0.992** (0.0105)	0.938** (0.114)
<i>KE</i>	0.827 (0.558)	1.053* (0.486)	0.575 (0.608)
<i>KT</i>	0.180 (0.730)	0.269 (0.579)	0.052 (0.778)
<i>LE</i>	1.298** (0.417)	1.329** (0.373)	1.260** (0.333)
<i>LT</i>	0.222 (0.617)	0.230 (0.517)	0.314 (0.466)
<i>ET</i>	1.016** (0.035)	0.107 (1.281)	0.174 (1.017)

^a Errores estándar entre paréntesis.

* y ** indican significación estadística a 5 o 1%, respectivamente.

Todas las elasticidades parciales indican la existencia de posibilidades de sustitución entre los distintos insumos para los tres años.¹⁸ Considerando las elasticidades estadísticamente significativas del cuadro 8, existe una importante capacidad de sustitución, para los tres años, entre capital y trabajo (*KL*), y trabajo y electricidad (*LE*). También para 1996 existe capacidad de sustitución entre la electricidad y el transporte (*ET*), y para 2000, entre capital y electricidad (*KE*).

Con referencia a las elasticidades precio y elasticidades cruzadas para la demanda de insumos, éstas se presenta en el cuadro 9, en el que cada elemento es la elasticidad de la demanda por el insumo en el renglón ante el cambio en el precio del insumo en la columna, para los tres años estudiados. Todas las elasticidades precio de la demanda por insumos, en la diagonal principal, son consistentes con la teoría microeconómica y tienen el signo negativo correcto. En términos generales, se puede decir que la demanda de electricidad es, básicamente, de elasticidad unitaria, mientras que los otros insumos son inelásticos.¹⁹

Las elasticidades cruzadas, los términos fuera de la diagonal, contienen la misma información que las elasticidades de sustitución en el cuadro 8. Sin

¹⁸ Las complementariedades entre electricidad y transporte (*ET*) parecen aumentar únicamente para 2000. Sin embargo, el aumento no es estadísticamente significativo.

¹⁹ Todos estadísticamente significativos, excepto transporte, con una significancia de 5 por ciento.

CUADRO 9. *Elasticidades precio y elasticidades cruzadas de la demanda por insumos^a*

	<i>Capital</i>	<i>Trabajo</i>	<i>Electricidad</i>	<i>Transporte</i>
<i>1996</i>				
Capital	0.564** (0.098)	0.509** (0.138)	0.042 (0.040)	0.013 (0.054)
Trabajo	0.354** (0.105)	0.436** (0.125)	0.066 (0.496)	0.016 (0.047)
Electricidad	0.297 (0.217)	0.671* (0.271)	1.042** (0.162)	0.074 (0.065)
Transporte	0.065 (0.263)	0.115** (0.050)	0.052 (0.035)	0.231 (0.543)
<i>2000</i>				
Capital	0.665** (0.102)	0.579** (0.151)	0.062 (0.061)	0.023 (0.053)
Trabajo	0.268* (0.106)	0.367** (0.133)	0.079 (0.071)	0.020 (0.050)
Electricidad	0.285* (0.170)	0.775** (0.286)	1.051** (0.187)	0.009 (0.111)
Transporte	0.073 (0.159)	0.134** (0.047)	0.006 (0.076)	0.200 (0.458)
<i>2003</i>				
Capital	0.611** (0.076)	0.568** (0.149)	0.039 (0.054)	0.004 (0.067)
Trabajo	0.225* (0.096)	0.338* (0.133)	0.085 (0.080)	0.027 (0.045)
Electricidad	0.138 (0.157)	0.763** (0.268)	0.916** (0.100)	0.015 (0.090)
Transporte	0.012 (0.187)	0.190** (0.045)	0.012 (0.069)	0.214 (0.459)

a Errores estándar entre paréntesis.

* y ** indican significación estadística a 5 o 1%, respectivamente.

embargo, estas elasticidades cruzadas no son simétricas, dado que dependen de la participación de los insumos. Se observa, en los tres períodos muestra, que todas las elasticidades cruzadas son menores a uno.

Dos son las elasticidades más altas, ambas implican al trabajo: L_N 0.5 y E_L 0.67. La elasticidad cruzada entre trabajo y capital, L_K , es 0.35 para 1996 y 0.23 para 2003.²⁰ En 2000 se da una elasticidad estadísticamente sig-

²⁰ Las elasticidades K_L , LE y L_K son estadísticamente significativas.

CUADRO 10. *Economías de escala para modelos con elasticidades de sustitución no unitaria^a*

Conjuntos de tamaño	Translogarítmico (A)			Homotético (B)			Homogéneo (C)		
	1996	2000	2003	1996	2000	2003	1996	2000	2003
Conjunto 1	0.293** (0.031)	0.313** (0.033)	0.372** (0.028)	0.182** (0.030)	0.179** (0.028)	0.196** (0.030)	0.157** (0.020)	0.157** (0.019)	0.159** (0.020)
Conjunto 2	0.280** (0.025)	0.345** (0.029)	0.321** (0.022)	0.159** (0.021)	0.161** (0.018)	0.160** (0.018)	0.157** (0.020)	0.157** (0.019)	0.159** (0.020)
Conjunto 3	0.275** (0.029)	0.284** (0.025)	0.318** (0.024)	0.146** (0.023)	0.152** (0.018)	0.146** (0.018)	0.157** (0.020)	0.157** (0.019)	0.159** (0.020)
Conjunto 4	0.242** (0.032)	0.296** (0.029)	0.271** (0.025)	0.132** (0.029)	0.143** (0.022)	0.124** (0.023)	0.157** (0.020)	0.157** (0.019)	0.159** (0.020)
Conjunto 5	0.181** (0.044)	0.254** (0.036)	0.271** (0.034)	0.113* (0.042)	0.129** (0.031)	0.096** (0.030)	0.157** (0.020)	0.157** (0.019)	0.159** (0.020)

^a Errores estándar entre paréntesis.

* y ** indican significación estadística a 5 o 1%, respectivamente.

CUADRO 11. *Economías de escala para modelos con elasticidades de sustitución unitarias^a*

Conjuntos de tamaño	Translogarítmico (E)			Homotético (F)			Homogéneo (G)		
	1996	2000	2003	1996	2000	2003	1996	2000	2003
Conjunto 1	0.292** (0.046)	0.315** (0.042)	0.271** (0.029)	0.262** (0.048)	0.288** (0.043)	0.320** (0.031)	0.222** (0.022)	0.259** (0.021)	0.279** (0.021)
Conjunto 2	0.269** (0.024)	0.314** (0.024)	0.297** (0.020)	0.228** (0.026)	0.264** (0.023)	0.277** (0.021)	0.222** (0.022)	0.259** (0.021)	0.279** (0.021)
Conjunto 3	0.249** (0.024)	0.272** (0.021)	0.292** (0.023)	0.208** (0.024)	0.252** (0.021)	0.261** (0.021)	0.222** (0.022)	0.259** (0.021)	0.279** (0.021)
Conjunto 4	0.221** (0.031)	0.271** (0.028)	0.261** (0.027)	0.188** (0.032)	0.238** (0.027)	0.235** (0.025)	0.222** (0.022)	0.259** (0.021)	0.279** (0.021)
Conjunto 5	0.161** (0.054)	0.232** (0.045)	0.286** (0.037)	0.158** (0.054)	0.219** (0.044)	0.202** (0.035)	0.222** (0.022)	0.259** (0.021)	0.279** (0.021)

^a Errores estándar entre paréntesis.

* y ** indican significación estadística a 5 o 1%, respectivamente.

nificativa entre la electricidad y el capital (ρ_{EK} 0.285). En 2003 ésta decrece a 0.138; sin embargo no es significativa. El efecto que tienen las variaciones en el precio tanto de la electricidad como del transporte en otros insumos es insignificante y no es estadísticamente significativo. Dichas elasticidades cruzadas son importantes para afectar la cantidad en que se usa un insumo en específico y permiten conocer la dirección en que los precios deberían modificarse.

2. *Economías de escala y costos medios*

Siguiendo cercanamente a Christensen y Greene (1976), esta subsección estudia economías de escala para los tres años considerados. Un estimado del grado de economías de escala puede derivarse para cada clase de actividad al evaluar las fórmulas presentadas al final de la subsección III con el nivel observado de producción y de precios de los insumos.

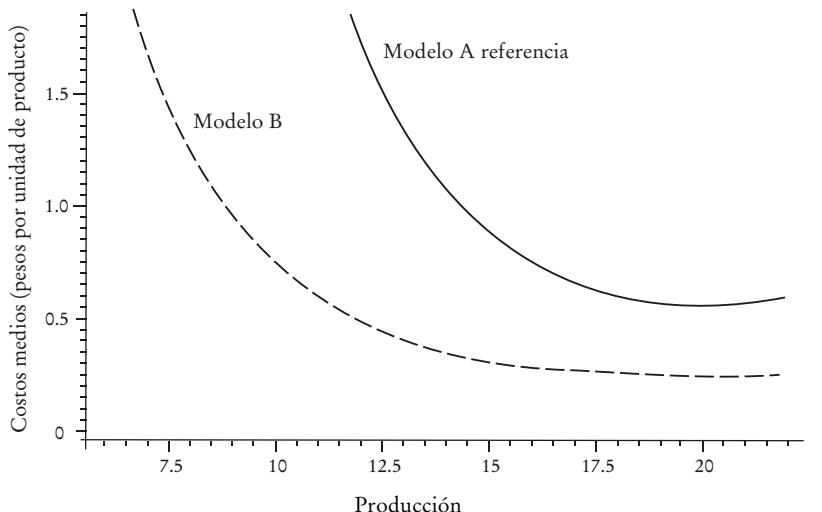
Como en Christensen y Greene (1976), la muestra se divide en cinco “conjuntos” de clases de actividad de acuerdo con su producción (el conjunto 1 es el más pequeño, mientras que el conjunto 5 es el más grande). En los cuadros 10 y 11 se presenta estimaciones del grado de economías de escala para la clase de actividad con la producción promedio en cada grupo, utilizando los seis modelos que permiten dicho análisis.²¹ Antes de comentar algunos de los principales resultados, vale la pena señalar que los cálculos en todos los modelos fueron estadísticamente significativos.

Como es sabido, los estimadores de economías de escala para los modelos homogéneos (C y G) son constantes en todos los niveles de producción. Es interesante destacar que, desde 1996 hasta 2003, se han incrementado las economías de escala.²²

Respecto a los otros modelos en que las economías de escala pueden variar con la producción (A, B, E, F), observamos que, para los tres años analizados, las economías de escala disminuyen en la medida en que el tamaño de la clase de actividad aumenta (excepto para el modelo E en 2003). Adicionalmente, los cálculos son de alguna manera similares entre los modelos A, E y F, con el modelo B, presentando los estimadores más pequeños. De hecho, no existe una diferencia considerable entre los cálculos correspondientes a

²¹ Los resultados no cambian considerablemente cuando se usa la de producción más alta o el promedio.

²² Modelo C: de 0.157 a 0.159; modelo G: de 0.22 a 0.28.

GRÁFICA 2. *Curvas de costos medios, modelos A y B (2003)^a*

2003	1	1	1	1	7	17	27	66	42	32	8	2
	(0.0002)	(0.0003)	(0.001)	(0.002)	(0.05)	(0.38)	(1.49)	(10.09)	(17.18)	(33.41)	(19.19)	(18.21)

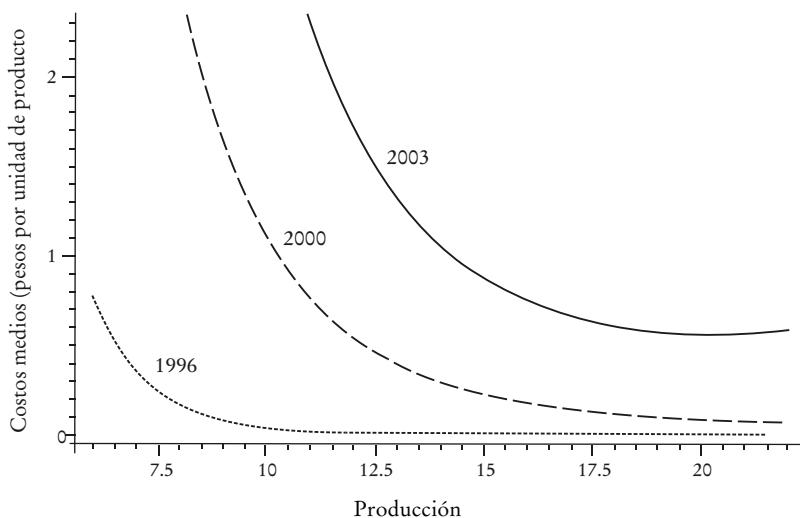
Distribución de clases de actividad por tamaño

^a Los números entre paréntesis denotan participación en la producción.

los cinco conjuntos en cada modelo. Por ejemplo, basados en los resultados de 2003, el estimador de economías de escala para el conjunto 1 en el modelo A, que fue aceptado como modelo final en la sección anterior, es 0.37 mientras que para el conjunto 5 es 0.27. También se observa que con el modelo A las economías de escala aumentaron entre 1996 y 2003 para los cinco conjuntos.

Para efectos únicamente de exposición, se derivan las curvas de costos medios estimadas para el sector manufacturero con base en los dos mejores modelos de cálculo: A y G. La curva de costos medios se obtiene evaluando la función de costos medios para distintas producciones mientras se mantienen fijos los precios de los insumos e iguales al promedio de la muestra. La gráfica 2 muestra las curvas para estos dos modelos contenidos en el cuadro 10 para 2003 con el tamaño de distribución de clases de actividad en el eje horizontal junto con su participación en la producción. Se puede observar que hay un indicio inicial de que ninguna clase de actividad se encontraba cerca del punto de costos medios mínimos (indicados por las líneas verticales punteadas).

GRÁFICA 3. *Curvas de costos medios para el modelo A (1996, 2000 y 2003)^a*



		Producción												
		1	2	4	17	36	69	46	23	6	1			
1996		(0.0004)		(0.01)	(0.05)	(0.52)	(2.72)	(13.56)	(24.47)	(29.29)	(17.72)	(11.67)		
2000		1	1	6	16	28	59	51	34	7	1	1		
2003		1 (0.0002)	1 (0.0003)	1 (0.001)	1 (0.002)	7 (0.05)	17 (0.38)	27 (1.49)	66 (10.09)	42 (17.18)	32 (33.41)	8 (19.19)	2 (18.21)	

Distribución de clases de actividad por tamaño

^a Las curvas de costos medios de 1996 y 2000 alcanzan sus mínimos a la derecha del correspondiente a 2003. Los números entre paréntesis denotan participación en la producción.

En la gráfica 3 se presenta las curvas de costos medios para 1996, 2000 y 2003, para el modelo A, con la distribución de clases de actividad por tamaño debajo del eje horizontal para cada año. Se observa que la curva de costos medios para 1996 es más plana que las otras dos curvas, lo cual es congruente con nuestros hallazgos anteriores al identificar economías de escala más bajas en 1996. También, como se muestra en el recuadro inferior a las curvas de costos, las clases de actividad están localizadas hacia la izquierda de los puntos de costos medios mínimos (aquellos para 1996 y 2000 no se muestran en la gráfica 3). El que se encuentren alejadas del punto mínimo de la curva de costos medios no forzosamente significa que las clases de actividad están operando por debajo de su óptimo: en el punto mínimo se sabe que costo medio = costo marginal, por lo que las clases de actividad no deberían

tener ganancias extraordinarias; en niveles de producción a la izquierda de este punto, las clases de actividad deberían tener ganancias mayores a 0.²³ Por tanto, esto pudiera ser más un tema de competencia (estructura de mercado) en el mercado de bienes de producción.

Además, se observa que el punto mínimo de la curva de costos medios en 2003 está localizado en la parte superior izquierda (noroeste) de los otros dos puntos mínimos (no mostrados en la gráfica 3), lo que implica que se requiere menor producción para lograr alcanzar la región de costos más bajos. Esto puede proporcionar pruebas de que la curva de costos medios está desplazándose hacia arriba debido a que tanto los costos fijos como los variables están aumentando.

Como se señaló en la subsección 1, se debe tener cautela al inferir conclusiones de si efectivamente puede haber algún cambio tecnológico negativo o un incremento genuino en costos en la gráfica 3 ya que diversos factores (por ejemplo, asuntos de medición, agregación de datos, falta de datos y uso de *proxies*, construcción de variables, posibles cambios en la composición/estructura de la industria, etc.) pudieran sesgar los resultados en un periodo tan corto como el disponible.²⁴ Finalmente, como se analizó, se considera como punto de referencia al sector manufacturero total, que pudiera no ser la manera más precisa de determinar si existe o no un cambio tecnológico cuando se están analizando unidades de estudio muy diferentes (por ejemplo, procesamiento de carne *vs* manufactura de equipo e instrumentos dentales); idealmente, el análisis aquí esbozado debería aplicarse a grupos manufactureros específicos utilizando datos de establecimientos. Por tanto, sería de alguna manera aventurado concluir que con el tiempo las clases de actividad se han tornado técnicamente menos eficientes.

Para formalizar estadísticamente la existencia o no de economías de escala, y con base en Christensen y Greene (1976), el cuadro 12 presenta las clases de actividad y la proporción de la producción total en 1996, 2000 y 2003, localizada en cada una de las tres regiones de la curva de costos medios para el total del sector representadas en la gráfica 3: *i*) economías de escala estadísticamente significativas, *ii*) economías o deseconomías de escala no significativas y *iii*) deseconomías de escala estadísticamente significativas. Una vez más nuestro punto de referencia (el total del sector manufacturero) pue-

²³ Cuando el precio disminuye, una clase de actividad tendría que incrementar su producción a niveles en los que los costos medios sean más bajos, hasta llegar al punto mínimo.

²⁴ Christensen y Greene (1976) tienen observaciones anuales para 1955 y 1970.

CUADRO 12. *Economías y deseconomías de escala significativas*

	1996	2000	2003
<i>Economías de escala significativas</i>			
Número de clases de actividad	194	205	203
Participación en la producción total	0.63	1.000	0.82
<i>Economías o deseconomías no significativas</i>			
Número de clases de actividad	11	0	2
Participación en la producción total	0.37	0	0.18
<i>Deseconomías de escala significativas</i>			
Número de clases de actividad	0	0	0
Participación en la producción total	0	0	0

de no ser el mejor dado que la diversidad en los procesos y productos manufactureros inherentes en nuestros datos es considerable.

Se observar que, en 1996, existían 11 clases de actividad que representaban 37% de la producción total que no mostraban economías o deseconomías a escala estadísticamente significativas. Este número disminuyó a ninguna clase de actividad en 2000 y a dos clases de actividad que representaban 18% de la producción total en 2003.²⁵ Además, ninguna clase de actividad mostró deseconomías de escala estadísticamente significativas en ninguna de las tres muestras estudiadas.

Para concluir esta sección y para establecer una comparación de costos un tanto más válida entre las clases de actividad en cada grupo manufacturero se presenta el cuadro 13, en el que los renglones del cuadro muestran el costo medio para la clase de actividad representativa de un tamaño particular para cada grupo como porcentaje del punto mínimo en la curva de costos medios para el total del sector manufacturero en 2003.

En particular, las clases de actividad representativas se clasifican en tres diferentes niveles/categorías de producción (*proxy* de tamaño) para los 14 grupos manufactureros. Los tres niveles de producción considerados dentro de cada uno de los 14 grupos manufactureros son: *i*) categoría chica, producción promedio de las clases de actividad que en conjunto representan un porcentaje de la producción, en su respectivo grupo manufacturero, cerca-

²⁵ Basados en Christensen y Greene (1976), la confianza para determinar economías de escala estadísticamente significativas se establece en 95%. Cualquier punto en la curva de costos medios con la correspondiente que sea menor a 1.96 veces su error estándar se considera en la región “plana” (con economías o deseconomías de escala no significativas).

²⁶Estas dos clases de actividad fueron: *i*) producción, ensamble y reparación de computadoras, y *ii*) producción y ensamble de automóviles y camiones.

CUADRO 13. Costos medios para grupos manufactureros en 2003, como porcentaje del costo medio mínimo del sector manufacturero

Grupo	Tamaño de clase de actividad			Dif. (p. p.) en 2003		Dif. (p. p.) en 1996	
	Chica	Mediana	Grande	Chica-grande	Chica-grande	Chica-grande	Chica-grande
G1 Alimentos, bebidas y tabaco	170	149.8	122.6		4.5		139.1
G2 Textiles, prendas de vestir y cuero	205.5	186.2	141.3		674.3		184.2
G3 Productos de madera	201.9	191.8	172.6		29.3		52.9
G4 Productos de papel, imprentas y eds.	173.5	164.8	130		43.5		121.5
G5 Derivados del carbón y del petróleo	173.4	n.d.	151.6		21.8		38.4
G6 Petróleo y químicos	173	156.3	124.3		48.7		150.3
G7 Productos minerales no metálicos	189.3	173.3	129.3		60.1		167.3
G8 Industrias metálicas básicas	172.5	155.2	122		50.5		153.2
G9 Otra maquinaria	189.8	180.6	141.2		48.7		107
G10 Aparatos eléctricos y componentes	166.2	153.5	129.5		36.7		96.7
G11 Automotriz	150	151.9	109.1		40.9		127.1
G12 Otro equipo de transporte	239.7	213.5	183.1		56.6		114.7
G13 Productos electrónicos y comps.	179.7	183.4	112.8		66.9		197
G14 Otras industrias manufactureras	193.1	174.5	165.6		27.6		92.4
Diferencia (p.p.) en 2003	89.7	63.7	74				
Diferencia (p.p.) en 1996	242.7	165	255.1				

no a 15%;²⁷ *ii)* categoría mediana, la clase de actividad en cada grupo con el nivel de producción mediano, y *iii)* categoría grande, la clase de actividad con la producción más alta en cada grupo.²⁸

Congruente con nuestros resultados anteriores, el costo medio disminuye en la medida en que el tamaño de la clase de actividad aumenta en cada uno de los grupos manufactureros. Además, los porcentajes más bajos se encuentran en la categoría grande para G11 automotriz y G13 productos electrónicos y computadoras, mientras que los porcentajes más altos corresponden a G12 otro equipo de transporte tanto en las categorías chica como mediana y en G2 textiles, prendas de vestir y cuero en la categoría chica. Los resultados sugieren la influencia o existencia de importantes costos fijos para algunos grupos en particular.

Es muy interesante observar la diferencia de costos: *i)* entre tamaños de categorías dentro de los grupos y *ii)* entre grupos manufactureros dentro de una misma categoría. De acuerdo con los últimos renglones del cuadro 13, que muestra para cada una de las tres categorías de tamaño, la diferencia entre el porcentaje más alto y el porcentaje más bajo a lo largo de los 14 grupos manufactureros, para 2003 y 1996, el diferencial más bajo se encuentra en la categoría mediana. Las últimas columnas del cuadro 13 muestran la diferencia entre el tamaño de las clases de actividad (chica-grande) en cada grupo manufacturero para 2003 y 1996, respectivamente.²⁹ Además, todas las categorías de tamaño y los grupos experimentaron reducciones en sus diferenciales respectivos; en otras palabras, al parecer hubo menos dispersión en la escala de producción en 2003 que en 1996.³⁰ Esto es de esperarse ya que, como se analizó líneas arriba, los costos medios mínimos para el total del sector se han movido ascendente y hacia la izquierda, y en comparación, un mayor número de clases de actividad estaban más cerca de la región de costos mínimos en 2003 que en 1996.

CONCLUSIONES

Este documento estimó funciones de costos translogarítmicas para el sector manufacturero mexicano. Los insumos de la producción incluidos fueron el

²⁷ Si consideramos la clase de actividad más pequeña en lugar de ésta la intuición de los resultados no cambia.

²⁸ A excepción de G1, la clase de actividad más grande en cada grupo representa más de 15% de la producción de su grupo.

²⁹ Resultados muy similares -en el ordenamiento- se obtienen para el año inicial: 1996.

³⁰ En consecuencia, entre 1996 y 2003, los costos medios han disminuido en cada renglón del cuadro 13.

capital, el trabajo, la electricidad y el transporte. Se utilizaron datos de la EIA para el periodo 1996-2003. Realizarlo de esta manera permitió considerar una estructura de producción menos restrictiva, ya que se consideraron varias pruebas de las hipótesis de homoteticidad, homogeneidad, rendimientos constantes a escala y elasticidades de sustitución unitarias. Además, con base en a Christensen y Greene (1976), se estimaron particularmente economías de escala y costos medios.

Las remuneraciones por hora trabajada y el precio de la electricidad presentaron grandes diferencias entre los grupos manufactureros. En referencia a los cambios relativos en términos reales de los precios de los insumos entre 1996 y 2003, los incrementos en los precios de electricidad y transporte presentaron la disparidad más significativa, mientras que los cambios en las remuneraciones por hora trabajada fueron de alguna manera homogéneos entre los grupos manufactureros.

En relación con la estimación de la función de costos translogarítmica se encontró que, después de imponer varias condiciones a la ecuación básica, el mejor modelo para el sector manufacturero mexicano el caracterizado por no homoteticidad y elasticidades de sustitución no unitarias. Las elasticidades parciales de sustitución estimadas revelaron que existen opciones de sustitución entre los insumos considerados. Todas las elasticidades de la demanda por insumos presentaron el signo negativo correcto; en particular, la demanda por electricidad es de elasticidad unitaria, seguida por el capital, trabajo y transporte (inelástico). Las elasticidades cruzadas fueron menores a 1.

Respecto al cálculo de economías de escala y costos medios en este sector, se encontraron dos resultados interesantes. Primero, para los modelos cuyos estimadores del grado de economías de escala pueden variar según la producción, se observó que, en general, las economías de escala disminuyen con la producción, lo que significa ganancias en la eficiencia para clases de actividad con una producción más alta. Segundo, existe un incremento generalizado en las economías de escala estimadas en el tiempo para cualquier monto de producción.

Congruente con los hallazgos para las economías de escala, los costos medios disminuyen en la medida en que el tamaño de la clase de actividad aumenta. Por grupos manufactureros se observa que, en general, G2 textiles, prendas de vestir y cuero, G3 productos de madera y G12 otro equipo de transporte muestran los costos medios más altos, mientras que G11 automotriz es el grupo con los costos medios más bajos. A pesar de que las diferencias

en costos medios entre clases de actividad pequeña y grande disminuyen en todos los grupos manufactureros en 2003, respecto a 1996, algunas diferencias importantes permanecen en los varios grupos. Aun así, existen indicios de convergencia y/o homogeneidad entre los grupos de la industria manufacturera.

Como se ha analizado en este artículo, algunos resultados pueden estar sesgados debido a diferentes aspectos relacionados con el periodo, la disponibilidad de datos, la agregación de los datos, etc.

APÉNDICE

Composición de los grupos

Cada grupo manufacturero está compuesto principalmente de las siguientes actividades y productos:

- G1 Alimentos, bebidas y tabaco: procesamiento de carne, lácteos, cereales, panadería, tortilla, industria azucarera, dulces, café, alcohol, bebidas y tabaco.
- G2 Textiles, prendas de vestir y cuero: fibras, telas, ropa, bienes de piel, pieles, zapatos.
- G3 Productos de madera: procesamiento de madera, suministros de construcción y contenedores.
- G4 Productos de papel, imprentas y editoriales: manufactura de productos de papel, impresos, periódicos, libros, revistas.
- G5 Derivados del carbón y del petróleo: coque, aceites minerales y aditivos.
- G6 Petróleo y químicos: química básica de aceite, fertilizantes, insecticidas, resinas, pinturas, farmacéuticos, perfumes, llantas, hule, tubería, suministros de plástico para el hogar.
- G7 Productos minerales no metálicos: materiales de construcción, vidrio, cemento, concreto, cerámica.
- G8 Industrias metálicas Básicas: Hierro, acero, aleaciones, aluminio, calentadores.
- G9 Otra maquinaria: tractores, maquinaria, suministros agrícolas, bombas, filtros.
- G10 Aparatos eléctricos y componentes: estufas, hornos, refrigeradores, lavadoras, calentadores, boilers, baterías, focos, componentes eléctricos automotrices.
- G11 Automotriz: producción, ensamblaje y reparación de automóviles, camiones, máquinas, motores, transmisiones, suspensiones, frenos.
- G12 Otro equipo de transporte: producción, ensamblado y reparación de buques de navegación y barcos, equipo de ferrocarril, motocicletas, bicicletas y partes.

G13 Productos electrónicos y computadoras: computadoras, radios, televisiones, fotografía, equipo médico, equipo de medición, lentes, máquinas de escribir, cassetes, discos.

G14 Otras industrias manufactureras: joyería, juguetes, suministros de oficina, colchones, muebles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barten, A. P. (1969), "Maximum Likelihood Estimation of a Complete System of Demand Equations", *European Economic Review* 1, pp. 7-73.

CFE (2006), "Factores para el ajuste a las tarifas de baja, media y alta tensión por variaciones en los precios de combustibles y la inflación nacional", Subdirección de Programación. México (disponible en <http://aplicaciones.cfe.gob.mx/aplicaciones/ccfe/tarifas/factores/factores.asp>).

Christensen, L. R., D. W. Jorgenson y L. J. Lau (1973), "Transcendental Logarithmic Production Frontiers", *Review of Economics and Statistics* 55(1), pp. 25-45.

—, y W. H. Greene (1976), "Economies of Scale in U.S. Electric Power Generation", *Journal of Political Economy* 84(4), pp. 655-676.

Hall, R., y C. Jones (1999), "Why Do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker Than Others?", *Quarterly Journal of Economics* 114(1), pp. 83-119.

Hanoch, G. (1975), "The elasticity of Scale and the Shape of Average Costs", *American Economic Review* 65(3), pp. 492-497.

Kmenta, J., y R. F. Gilbert (1968), "Small Sample Properties of Alternative Estimators of Seemingly Unrelated Regressions", *Journal of American Statistics Association* 63, pp. 1180-1200.

Mena, D. (1997), "Acervos y rendimiento del capital en México, 1960-1997", tesis de licenciatura en Economía, ITAM, julio.

OCDE (2001), "Measurement of Aggregate y Industry-Level Productivity Growth", *OCDE Manual*, París.

Shepard, R. W. (1970), *Theory of Cost y Production Functions*, Princeton, Princeton University Press.

Sterner, T. (1989), "Factor Demand and Substitution in a Developing Country: Energy Use in Mexican Manufacturing", *Scandinavian Journal of Economics* 91(4), pp. 723-739.

Truett, D. B., y L. J. Truett (2005), "NAFTA's Impact on the Mexican Automotive Sector", *Journal of Economic Development* 30(2), pp. 155-176.

—, y — (1998), "A Cost Function Analysis of the Mexican Nonelectrical Machinery Industry", *Applied Economics* 30, pp. 1027-1035.

Truett, D. B., y L. J. Truett y B. E. Apostolakis (1994), "The Translog Cost Function and Import Demand: The Case of Mexico", *Southern Economic Journal* 60(3), pp. 685-700.

Uzawa, H. (1962), "Production Functions with Constant Elasticities of Substitution", *Review of Economics and Statistics* 44(4), pp. 291-299.