



**UNIVERSIDAD AUTONOMA
METROPOLITANA**

**Programa de Doctorado en Ciencias
Económicas**

**PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL
Y CAMBIO TECNOLÓGICO:
UN ENSAYO METODOLÓGICO APLICADO AL
CASO DE LAS MANUFACTURAS MEXICANAS**

T E S I S

**QUE PRESENTA PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS ECONOMICAS**

Mtra. FLOR BROWN GROSSMAN

**DIRECTOR DE LA TESIS:
DR. ENRIQUE HERNANDEZ LAOS**

México, D. F., Agosto de 1994

**A Shloime, Marcos y Rosy por
su amor y apoyo incondicional.**

**Al Dr. Enrique Hernández Laos en
agradecimiento por su ayuda en
la elaboración de este trabajo.**

PRESENTACION

La presente investigación fue realizada durante tres años en los seminarios de Industrialización y Distribución del Ingreso que dirige el Dr. Enrique Hernández Laos, en el marco del programa de Doctorado en Ciencias Económicas de la Universidad Autónoma Metropolitana.

La discusión de la dinámica industrial ha adquirido creciente importancia en los modernos esquemas de desarrollo manufacturero en el mundo. Por ello, surge la necesidad de contar con métodos de medición de la productividad que permitan comparar inequívocamente el dinamismo productivo entre países e industrias.

La finalidad principal de este trabajo consiste en evaluar los supuestos teóricos y los resultados estadísticos que se obtienen con las distintas medidas de productividad, así como discutir los criterios para el establecimiento de una medida adecuada de la productividad industrial. Como caso de estudio se aborda el de la industria manufacturera mexicana en el período 1984-1990.

La investigación se concentra en el análisis teórico y estadístico de dos acepciones de la productividad: como medida de la eficiencia productiva o Productividad Total de los Factores (PTF) y, como medida del cambio tecnológico. Los resultados obtenidos en la investigación muestran importantes diferencias en la cuantificación de la PTF y el cambio tecnológico, derivados tanto en los supuestos como de los métodos empíricos aplicados. Se demuestra que en virtud de los distintos dinamismos en términos de productividad que generan los métodos analizados, pueden ser incorrectas las conclusiones que se derivan de las comparaciones del dinamismo productivo entre industrias o países realizadas con distintos métodos de estimación.

Se demuestra, que con algunas excepciones, existen coincidencias en la selección de las ramas con altas y bajas tasas de crecimiento de la PTF, calculadas con los diversos métodos aplicados. En el caso de las manufacturas mexicanas, la excepción la constituyen las comparaciones de ramas con altas y/o bajas tasas de crecimiento de productividad realizadas con el método de Solow y los derivados de la estimación de funciones de producción translogarítmicas (con y sin restricciones).

A partir del análisis de las diferencias en los supuestos teóricos y la evaluación estadística de los resultados obtenidos, llegamos a la conclusión de que las medidas adecuadas de productividad para el caso de las manufacturas mexicanas, son las de carácter general que se identifican con cambios en la eficiencia conjunta en el uso de los factores. En esta cuantificaciones están incluidas -de alguna manera difícil de precisar-, las modificaciones en la escala de producción; la eficiencia en el uso de cada uno de los insumos y, en general, se incluyen los efectos del cambio tecnológico. Se demuestra que la intención de algunos métodos de medición, de aislar el cambio tecnológico de los efectos de cambios en la escala de producción y de otras causas adicionales de la PTF, dependen de manera determinante de los supuestos implícitos en esas mediciones, supuestos que el caso mexicano no se comprueban estadísticamente en la mayoría de las ramas de actividad industrial en el periodo analizado.

Nuestra posición consiste, por tanto, en señalar la conveniencia de cuantificar índices generales de la PTF y proceder en una etapa posterior a su explicación cuantitativa utilizando para ello las diversas hipótesis sugeridas en la literatura especializada. Así, en futuras investigaciones, será de interés analizar la casualidad entre el comportamiento de los niveles de productividad y entre otras las siguientes variables: el cambio tecnológico; los cambios en el entorno productivo y en la estructura industrial por ejemplo.

Deseo agradecer al Lic. Abigaíl Durán director de la Encuesta Industrial Anual del INEGI, por permitirme utilizar la información de la Encuesta Industrial Anual, así como también por sus comentarios a los capítulos estadísticos de ésta tesis doctoral; al Lic. Fernando Vallejo por su ayuda en la redacción de algunas demostraciones matemáticas; al Mtro. Martín Puchet por sus valiosos comentarios a todo el trabajo; al Mtro. Guillermo Peláez por sus comentarios y sugerencias a la parte estadística de la investigación. Mi agradecimiento también al Lic. Mario Raul Guzmán por su apoyo en la edición; a la Lic. Carolina Fernández Alvarado por el trabajo de edición e impresión; así como a los maestros del Doctorado en Ciencias Económicas de la Universidad Autónoma Metropolitana y mis compañeros de la Maestría en Ciencias Económicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, por el apoyo que me brindaron a lo largo de esta investigación.

Por último, me gustaría expresar mi gratitud al Dr. Enrique Hernández Laos quien me guió a través de este proyecto. Durante toda la investigación me estimuló continuamente con nuevas ideas y desafíos, su ayuda ha sido muy valiosa en mi formación profesional y la realización de esta tesis doctoral. Por supuesto, la responsabilidad del trabajo es mía por completo.

México, D.F., Agosto de 1994.

CONTENIDO

CAPÍTULO 1: IMPORTANCIA ACTUAL DE LA PRODUCTIVIDAD

1.1 La PTF como medida de la eficiencia productiva y del cambio tecnológico	1.4
1.1.1 <i>Diferencias entre los métodos de medición de la PTF y sus implicaciones</i>	1.5
1.1.2 <i>Problemas derivados de los datos</i>	1.7
1.2 Objetivos y resultados esperados de la investigación	1.9

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DE LAS MEDICIONES DE LA PTF

2.1 Interpretación teórica del concepto PTF	2.1
2.2 El problema de los números índices	2.2
2.2.1 <i>El tiempo y la medición de la PTF y el cambio tecnológico</i>	2.7
2.3 Bases económicas y supuestos en las mediciones de la PTF	2.8
2.3.1 <i>El método de Kendrick</i>	2.8
2.3.2 <i>El método de Hernández Laos</i>	2.13
2.3.3 <i>La teoría de los números índices y los índices de la PTF de Kendrick y Hernández Laos</i>	2.17
2.4 Resumen y consideraciones finales	2.18

CAPÍTULO 3: FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DE LA MEDICIÓN DEL CAMBIO TECNOLÓGICO

3.1	Las mediciones no paramétricas del cambio tecnológico	3.1
3.1.1	<i>El método de Solow</i>	3.1
3.1.1.1	<u>La teoría de los números índices y el índice del cambio tecnológico de Solow</u>	3.4
3.1.2	<i>El método de Diewert, Jorgenson, Christensen y Griliches</i>	3.6
3.1.2.1	<u>Construcción del índice "exacto" para una función de producción translogarítmica</u>	3.8
3.1.2.2	<u>La teoría de los números índices y los índices translogarítmicos del cambio tecnológico</u>	3.12
3.2	Las mediciones paramétricas del cambio tecnológico	3.12
3.2.1	<i>Los supuestos en la función de producción agregada</i>	3.13
3.2.2	<i>Los supuestos de las distintas mediciones paramétricas</i>	3.15
3.2.2.1	<u>Método de Zellner para la estimación de funciones de producción translogarítmicas restringidas y no restringidas</u>	3.15
3.2.2.2	<u>Método de mínimos cuadrados para la estimación de funciones de producción translogarítmicas</u>	3.18
3.2.3	<i>Los supuestos estadístico-probabilísticos de un modelo econométrico</i>	3.19
3.3	Resumen y consideraciones finales	3.23

CAPÍTULO 4: LAS VARIABLES EMPÍRICAS UTILIZADAS EN LA MEDICIÓN DE LA PTF

4.1	La medición del producto	4.1
4.1.1	<i>Valor Bruto de la Producción y Valor Agregado</i>	4.1
4.1.2	<i>Producto Nacional Bruto y Producto Nacional Neto</i>	4.5
4.2	Los insumos productivos	4.8
4.2.1	<i>El insumo trabajo</i>	4.8
4.2.2	<i>Estimación del insumo trabajo para este estudio</i>	4.10
4.2.3	<i>El insumo capital</i>	4.12

a)	<u>Valuación de los diferentes bienes de capital</u>	4.14
b)	<u>La estimación del acervo de capital físico</u>	4.14
c)	<u>Acervos y flujos de capital</u>	4.15
d)	<u>Depreciación</u>	4.15
e)	<u>Capital bruto o neto de depreciación</u>	4.16
f)	<u>Ajustes por la tasa de utilización de los acervos de capital</u> ...	4.17
4.2.4	<i>Estimación del insumo capital para este estudio</i>	4.18
4.3	Resumen y consideraciones finales	4.21

CAPÍTULO 5: LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA MEXICANA: 1984-1990

5.1	Introducción	5.1
5.2	Los métodos no paramétricos	5.2
5.2.1	<i>Evaluación estadística de los métodos no paramétricos de la PTF en la industria manufacturera mexicana</i>	5.2
5.2.2.1	<u>Determinación del dinamismo de la ptf entre ramas</u>	5.7
5.2.2.2	<u>Identificación de las industrias con altas tasas de crecimiento de la PTF y las industrias con bajas tasas de crecimiento</u>	5.9
5.3	Los métodos paramétricos	5.10
5.3.1	<i>Los métodos paramétricos y la PTF de la industria manufacturera mexicana</i>	5.11
5.3.1.1	<u>Determinación del dinamismo de la PTF entre ramas</u> ..	5.14
5.3.1.2	<u>Identificación de las industrias con altas tasas de crecimiento de la PTF y de las industrias con bajas tasas de crecimiento</u>	5.15
5.3.2	<i>Evaluación econométrica de los métodos paramétricos</i>	5.16
5.4	Comparación de los métodos paramétricos y los no paramétricos ...	5.22
5.4.1	<i>Determinación del dinamismo de la PTF entre ramas</i>	5.22
5.4.2	<i>Identificación de las industrias con altas tasas de crecimiento de la PTF y de las industrias atrasadas</i>	5.27
5.5	Resumen y conclusiones	5.28

CAPÍTULO 6: REFLEXIÓN FINAL, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	Evaluación de los supuestos teóricos alternativos	6.1
6.2	Características estadísticas de las mediciones	6.2
6.3	La hipótesis de invarianza de Hall	6.3
6.3.1	<i>La hipótesis de invarianza y los índices del cambio tecnológico de la industria manufacturera mexicana</i>	6.4
6.4	Conclusiones y recomendaciones	6.8

CAPÍTULO 1

IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD

CAPÍTULO 1

IMPORTANCIA ACTUAL DE LA PRODUCTIVIDAD

Las décadas de los setenta y los ochenta de este siglo se caracterizan por los profundos cambios en la denominada reestructuración industrial. Entre los rasgos importantes de este proceso destacan: i) los avances tecnológicos que sostienen el crecimiento¹; ii) el agotamiento del paradigma de producción en serie y su reemplazo por uno de especialización flexible², y iii) la intensificación de la globalización y la competencia internacional³.

Los acontecimientos iniciados en la década de los setenta, entre ellos las crisis petroleras y los problemas financieros, suscitaron un proceso acelerado de cambios cuantitativos. El resultado es una transformación cualitativa: la globalización de la economía mundial. Los componentes de la globalización son la innovación tecnológica, la internacionalización de la producción y la distribución, las nuevas ventajas competitivas, el auge del sector servicios, la importancia del empleo calificado y la caída de los precios relativos de los productos primarios. En pocas palabras, la economía mundial se transformó en una inmensa unidad interdependiente. El ámbito del análisis desbordó el país para abarcar a un mundo en el cual las políticas económicas nacionales tienen éxito en la medida en que logran una posición competitiva internacional⁴.

En tal contexto, la nueva competitividad industrial no puede explicarse por las teorías clásicas de las ventajas competitivas basadas en la dotación de los factores. Una visión distinta debe partir de las ventajas competitivas de las empresas, fundamentadas en la investigación y el desarrollo, la innovación y la tecnología. Por estas razones, señala Porter, la medición de la productividad adquiere relevancia para analizar las ventajas competitivas de los países; ya que la competitividad de un país depende de su capacidad

¹ Los ciclos anteriores a la reestructuración industrial tuvieron como base los textiles, el acero, el ferrocarril y el motor de combustión interna, mientras que el ciclo vigente está basado en la microelectrónica. Véase: Freeman, C., Clark, J., y Soete, L., *Unemployment and Technical Innovation: a Study of Long Waves and Economic Development*, Dover, New Hampshire, Frances Pinter Publishers, Ltd, 1982.

² Véase: Piore, M. y Sabel, C., *The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity*, Basic Books, New York, 1984.

³ Michael Mortimore, "El nuevo orden industrial internacional", *Revista de la CEPAL*, Santiago de Chile, 1992.

⁴ Kuri, A., "La globalización hacia un nuevo tipo de hegemonía", *Comercio Exterior*, vol. 42, Núm. 12, México, 1992, pp., 1169-1172.

de innovación y perfeccionamiento industrial⁵.

El examen de los diversos indicadores de la posición competitiva de los países o industrias adquiere particular importancia, habida cuenta la globalización y la competencia internacional. Entre estos indicadores destaca la dinámica de la productividad y su relación con la orientación del desarrollo industrial y el comercio exterior.

De esta manera, Nishimizu y Robinson⁶ a partir de un estudio comparativo entre la dinámica de la productividad de Japón, Corea, Turquía y Yugoslavia, determinan las diferencias en sus respectivos desarrollos industriales. En el periodo 1950-1970, el crecimiento industrial de Japón y Corea tuvo un carácter "intensivo", ya que la contribución de la Productividad Total de los Factores (PTF) al crecimiento del producto fue más importante que la de los insumos. El crecimiento de Turquía y Yugoslavia tuvo en contraste un carácter "expansivo" debido a que la contribución de los insumos al crecimiento del producto fue más importante que la de la PTF.

El crecimiento de la PTF en Turquía, Yugoslavia y Corea se explica por la dinámica de las exportaciones y la sustitución de las importaciones, lo cual no es el caso de Japón. También se observan importantes diferencias en los efectos de estas variables sobre el crecimiento de la PTF en estos países. De los 28 sectores industriales de los cuatro países, la relación exportaciones-PTF sólo resultó negativa en dos casos, mientras que la relación PTF-sustitución de importaciones fue negativa en 13 de los 21 casos estudiados. La relación positiva entre la PTF y la expansión de las exportaciones se debe al mayor aprovechamiento de las economías de escala o bien al efecto que genera el aumento de la competitividad.

Entre los escasos estudios que analizan la dinámica de la PTF de México para periodos largos, su relación con el desarrollo industrial y su comparación con otros países, destacan los de E. Hernández Laos. Al comparar la productividad de México con la de otros países el autor señala que el desempeño de la productividad de las manufacturas mexicanas en los años setenta fue similar al de los países desarrollados como Canadá, Estados Unidos y el Reino Unido. Sin embargo, fue considerablemente menor que el de Japón, Francia, Alemania y Corea del Sur, y similar al obtenido por países como Turquía, Yugoslavia y China. Sólo Singapur y la India registraron desempeños de productividad total de los

⁵ Porter, M., *The Competitive Advantage of Nations*, Free Press, New York, 1990, pp. 73 y 84-85.

⁶ Nishimizu, M. y Robinson, S., "Productivity growth in manufacturing", Chenery, H., Robinson, S. y Syrquin, M. *Industrialization and Growth a Comparative Study*, Oxford University Press, World Bank, 1986.

factores menos favorables que el de las manufacturas mexicanas en este periodo. También la dispersión de las tasas de crecimiento de la PTF fue mayor que en la mayoría de los países, con la excepción de Singapur, lo que confirma el desigual desempeño comparativo de la productividad en las manufacturas mexicanas. Durante los ochenta, el desempeño de la productividad de las manufacturas mexicanas fue mayor que el de Estados Unidos y el de China, aunque para este periodo es escasa la información.

Las conclusiones sobre la dinámica de la PTF entre países o industrias, como las arriba mencionadas de las diversas investigaciones de Hernández Laos, Nishimizu y Robinson y Chenery, en las cuales las mediciones de la PTF se efectuaron con distintos métodos de estimación, pueden ser cuestionables. En virtud de que con diferentes métodos de medición de la PTF se corre el riesgo de formular resultados disímiles aun habiendo utilizado datos idénticos para el mismo periodo.

Por ejemplo, los resultados de estimaciones recientes de la PTF realizadas para la industria manufacturera mexicana en el periodo 1970-1980, no son iguales. Hernández Laos calcula para tal periodo una tasa de crecimiento promedio anual de la PTF de 2.2%⁷, mientras que la estimación de Dollar y Sokoloff es de 0.8%⁸. Ambas son incompatibles porque Dollar y Sokoloff incluye en sus cálculos insumos intermedios, pero su resultado tampoco es similar a la tasa promedio de 0.10% del Banco Mundial⁹ (con insumos intermedios) para el mismo periodo.

Por consiguiente, en las comparaciones interindustriales o entre países, es difícil determinar hasta qué punto las diferencias de productividad se deben a discrepancias en los métodos de medición. Por tanto, surge la necesidad de revisar la consistencia teórica y empírica de estas comparaciones.

Para que las comparaciones de la PTF tengan sentido, es menester que el método para su cuantificación sea idéntico y que la información utilizada para el cálculo sea equivalente. A mayor número de insumos incluidos en la cuantificación, es menor el crecimiento de la PTF; conforme se incorpore una más exhaustiva "calificación" de los insumos, mayor será el crecimiento de la producción atribuible a los insumos y menor el de la PTF; por último,

⁷ Véase: Hernández Laos, E., "Política de desarrollo industrial y evolución de la productividad total de los factores en la industria manufacturera mexicana", Informe al Fondo de Estudios e Investigaciones Ricardo J. Zevada, México, 1990.

⁸ Dollar, D. y Sokoloff, K., "Two paths of industrial expansion: manufacturing productivity growth in Mexico and South Korea", Mimeo, University of California, 1960-1980, pp. 17.

⁹ World Bank, "Industrial growth, structure and productivity", Mimeo, 1986, p. 70.

como las mediciones son sensibles al grado de utilización de la capacidad instalada, se requiere que los insumos de capital sean ajustados por un índice de utilización o que las comparaciones se lleven a cabo en años de elevada actividad económica¹⁰.

Jorgenson y Griliches también señalan que la información estadística de insumos y productos utilizada para el cálculo de la PTF determina su magnitud. Muestran cómo cuando se contabilizan adecuadamente los cambios en la calidad y en los flujos de los insumos, la PTF tiende a cero. Es decir, el crecimiento del producto se "explica" por el crecimiento de los insumos y los cambios en la calidad de los mismos¹¹. Por consiguiente, al efectuar comparaciones de la PTF es necesaria la misma metodología para las distintas agregaciones tanto de los insumos de acuerdo con sus calidades como para el cálculo de los flujos de los servicios que generan.

En suma en virtud de la creciente importancia que han adquirido las comparaciones de productividad entre industrias y países, resulta relevante calcular las formas alternativas de cuantificación de la PTF, mediante un análisis teórico y estadístico adecuado.

1.1 La PTF como medida de la eficiencia productiva y del cambio tecnológico

El término Productividad Total de los Factores se ha vinculado con distintos significados teóricos. Así, en la literatura especializada se encuentran dos acepciones: la PTF como medida de la eficiencia productiva y como medida del cambio tecnológico¹². Ambas se

¹⁰ Véase: Hernández Laos, E., "Política de desarrollo industrial y evolución de la productividad total de los factores en la industria manufacturera mexicana", Informe al Fondo de Estudios e Investigaciones Ricardo J. Zevada, México, 1990, p. 16.

¹¹ Jorgenson, D., y Griliches, Z., "The explanation of productivity change", *Review of Economic Studies*, vol. 34, Núm. 99, 1967, pp. 249-280. Otros autores señalan que la demostración de Jorgenson y Griliches sólo es correcta cuando las contribuciones de los diferentes factores se reflejan de manera adecuada en sus precios. Véase: Nadiri, I., "Some approaches to the theory and measurement of total factor productivity: a survey", en *Journal of Economic Literature*, Vol. VIII, No. 4, pág. 1168.

¹² La noción de cambio tecnológico implícita en este enfoque lo considera de naturaleza exógena, como el desplazamiento de la función de producción. Esta noción difiere de las concepciones modernas del crecimiento económico, que conciben al cambio tecnológico de manera endógena, es decir, inducido por las fuerzas propias del mercado. Para este último enfoque véase: Romer, P., "El cambio tecnológico endógeno", en *El Trimestre Económico*, Vol. LVIII, México, Septiembre de 1991, pp. 441-480, Romer, P., "Increasing returns and long run growth", en *Journal of Political Economy*, Vol 94, Núm. 5, The University of Chicago Press, October 1986, pp. 1002-1038, Romer, P., "Growth based on increasing returns due to specialization" en *The American Economic Review*, May 1987, pp.56-63.

En nuestra investigación no contemplamos la medición del cambio tecnológico desde este último punto de vista, porque hasta el momento, esta teoría ha sido poco utilizada en cuantificaciones empíricas. Para una discusión de este enfoque véase el capítulo seis de esta tesis.

distinguen por los supuestos teórico-económicos y por los de la teoría de los números índices.

1.1.1 Diferencias entre los métodos de medición de la PTF y sus implicaciones

La PTF, como medida de la eficiencia productiva, es una relación de producto a insumos. En esta línea destacan las propuestas de J.W. Kendrick y E. Hernández Laos. Ambas difieren por sus supuestos teórico-económicos. Los principales en el enfoque de Kendrick son, a saber: condiciones de competencia perfecta, cambio tecnológico neutral, funciones de producción homogéneas de grado uno y rendimientos constantes a escala. Hernández Laos propone una medida de la eficiencia productiva similar a la de Kendrick, pero sin suponer condiciones de competencia perfecta en el mercado de productos y factores. La ventaja de este método consiste en que la ausencia de condiciones de competencia perfecta en los mercados no invalida el análisis.

Desde el punto de vista de la teoría de los números índices, los índices de la PTF de Kendrick y de Hernández Laos pueden sesgar la estimación de la PTF porque no satisfacen las pruebas de reversión en el tiempo y circularidad de Fisher y por mantener constantes las ponderaciones del año base, particularmente en periodos marcados por cambios importantes en las participaciones de las remuneraciones de los insumos en el producto.

Las medidas del desplazamiento de una función de producción o cambio tecnológico, son un concepto relacionado también con la PTF. Pueden clasificarse en dos grupos: a) las no paramétricas, llamadas así porque para su medición no es necesario estimar una función de producción, y b) las paramétricas, que requieren de la estimación de funciones de producción específicas. Unas y otras tienen supuestos distintos. Así, para las estimaciones no paramétricas del cambio tecnológico, es necesario considerar tanto sus supuestos teórico-económicos como los de la teoría de los números índices, mientras que para las paramétricas se requiere analizar además de los supuestos teórico-económicos, los que se refieren a: a) la función de producción agregada; b) los específicos de cada estimación paramétrica, y c) los estadísticos-probabilísticos del modelo econométrico general.

En la línea de las mediciones del cambio tecnológico no paramétricas destacan las propuestas de Solow, Diewert, Jorgenson, Christensen y Griliches. Sus principales supuestos son: rendimientos constantes a escala, cambio tecnológico neutral y condiciones de competencia perfecta. En los índices de cambio tecnológico de Diewert, Jorgenson, Christensen y Griliches se suponen, además, funciones de producción translogarítmicas de grado uno para cada sector productivo.

Desde el punto de vista de la teoría de los números índices, el índice del cambio tecnológico de Solow es un índice Divisia, en virtud de que en su construcción se supone: i) una función de producción continua y diferenciable; ii) una función de producción homogénea de grado uno, y iii) tiempo continuo. El principal problema del índice de Solow es el cálculo del cambio infinitesimal de las participaciones de los insumos en el producto. Como los datos para el cálculo de las participaciones en el producto son discretos y no continuos, es necesario plantear una aproximación discreta y simple, consistente en variar para cada año del periodo de estudio la participación de los distintos insumos en el producto. Esta aproximación discreta del cambio infinitesimal de la participación de los insumos en el producto, como cualquier otra¹³, introduce un sesgo en el cálculo del cambio tecnológico, sesgo relacionado con la variación de las participaciones relativas en el tiempo y con la magnitud del periodo de estudio¹⁴.

Por otra parte, los números índices del cambio tecnológico elaborados por Diewert, Jorgenson, Christensen y Griliches son los índices "exactos" de las funciones de producción translogarítmicas. Tales índices se construyen a partir de determinadas funciones de producción, razón por la cual se supone que no se presenta ningún sesgo en la aproximación discreta al tiempo continuo implícito en la función de producción. Sin embargo, el problema es que en la teoría de los números índices "exactos" no se dilucida cual es la magnitud del sesgo en las estimaciones del cambio tecnológico cuando la verdadera función de producción no tiene las características de la función de producción teórica.

Por último, los supuestos implícitos en las estimaciones paramétricas del cambio tecnológico son numerosos y restrictivos: condiciones de competencia perfecta, cambio tecnológico neutral, funciones de producción homogéneas de primer grado y algunos concernientes a las funciones de producción agregada. Su incumplimiento puede cuestionar el significado de la estimación. Desde el punto de vista estadístico, sólo cuando las estimaciones cumplen con un conjunto de supuestos del modelo econométrico general, pueden considerarse como una adecuada estimación del cambio tecnológico.

Las diferencias entre los métodos de estimación de la PTF, derivadas de los conceptos, de sus premisas teóricas y de los números índices utilizados, sugieren la necesidad de una discusión exhaustiva de los fundamentos teóricos de dichos métodos y, por otra parte, de

¹³ Véase: Christensen, L. y Jorgenson, D., "U.S. real produce and real factor input, 1929-1967," *The Review of Income and Wealth*, Núm. 16, 1970, pp. 19-50.

¹⁴ Para una demostración de esta conclusión con análisis numérico, véase: Trivedi, P., "Some discrete approximations to Divisia integral indices", *International Economic Review*, Vol. 22, 1981, pp. 71-77.

la realización de estimaciones empíricas de la PTF, para obtener una idea de la magnitud y dirección de los sesgos en que se incurren al estimar la PTF con estos métodos.

1.1.2 Problemas derivados de los datos

Otro elemento repercute en los resultados de las estimaciones empíricas de la PTF: la elección y construcción de las variables empíricas utilizadas en las diversas cuantificaciones. Así, por ejemplo, el producto puede medirse tomando en consideración sólo la producción de los bienes y servicios finales, es decir, empleando el concepto de Valor Agregado, o incluyendo también a los productos intermedios; en otras palabras, el producto puede medirse utilizando el Valor Bruto de la Producción (VBP). La elección del concepto depende de los propósitos de la investigación. Si la intención es analizar, además de las diferencias intersectoriales de productividad, las posibilidades de sustitución entre todos los insumos utilizados en la producción, la medida del producto adecuada es el Valor Bruto de la Producción. Pero si interesa obtener medidas de la PTF sectoriales compatibles con las de la economía en su conjunto, la medida del producto adecuada es el Valor Agregado y no el Valor Bruto de la Producción.

Con uno u otro concepto del producto se obtienen estos o aquellos resultados de la estimación de la PTF. Al emplear como medida del producto el Valor Bruto de la Producción, se subestima el crecimiento de la productividad (en una cuantía equivalente a 1 - la participación de los insumos intermedios en el VBP), aun en el caso en que los insumos sean complementarios y su participación en el VBP sea constante. Estas diferencias son consecuencia de los cambios que acaecen, en el periodo de estudio, en: i) la elasticidad de sustitución entre los factores productivos; ii) la participación de los insumos intermedios en el VBP, y iii) los precios de los insumos intermedios.

En la literatura sobre el crecimiento económico y la productividad se discute la conveniencia de restarle al producto la depreciación de los activos fijos. Kendrick señala que para evitar distorsiones en las expectativas del bienestar, lo correcto en las estimaciones de productividad es restarle al producto la depreciación de los activos fijos, es decir, utilizar el producto neto. Jorgenson y Griliches apuntan que los aumentos en productividad se convierten en incrementos en el Producto Nacional Bruto y, por tanto, es correcto utilizar el Producto Bruto en las estimaciones de la PTF. No existe acuerdo en torno a la ventaja de uno u otro concepto. Al parecer, el empleo del Producto Neto o Bruto en las

estimaciones de la PTF depende de la intención de cada investigación. Según Hulten¹⁵, el concepto que debe utilizarse en las estimaciones de la PTF es el Producto Bruto, mientras que el Producto Neto es la variable que debe emplearse para analizar las consecuencias del crecimiento económico.

La construcción de series de insumos que cumplan con los supuestos implícitos en las funciones de producción, también presenta diversas dificultades empíricas. Así, en las distintas mediciones de la PTF se utiliza como insumo trabajo el número de personas empleadas o el número de horas trabajadas. Es preferible usar las horas trabajadas, ya que el número de personas empleadas durante un lapso en una empresa o en las distintas ramas industriales no representa necesariamente los servicios que se obtienen de los trabajadores. La evidencia empírica muestra que pueden realizarse distintas mediciones del insumo trabajo, según los diversos criterios con los cuales se ajustan las horas trabajadas. No existe acuerdo en torno a cuál es el método que ajuste las horas trabajadas para que reflejen, con los menores sesgos posibles, los servicios del trabajo en la forma requerida por la teoría de la producción.

Entre los supuestos teóricos de la agregación del capital, destacan: la no reversión del capital; el cambio doble; los bienes de capital de la misma edad son idénticos; los bienes de capital del último periodo son más productivos que los del periodo anterior por un factor constante; la tasa marginal de sustitución entre los distintos bienes de capital de distintas edades es independiente de la de los demás insumos; para las distintas edades de los bienes de capital la productividad marginal del trabajo es la misma, y la cantidad de capital es independiente de su precio.

Los problemas empíricos concernientes a la medición de los servicios de capital también son cuantiosos; y entre ellos destacan: la valuación de los diferentes bienes de capital, la estimación del acervo de capital físico, la utilización de los acervos y flujos de capital, el cálculo de la depreciación, la utilización del capital bruto y del neto de depreciación y los ajustes por la tasa de utilización de los acervos de capital.

En suma, la diversidad de criterios existentes para el cálculo del producto o de los insumos que deben utilizarse en las estimaciones de la PTF, sugiere la necesidad de discutir los procedimientos empleados en la construcción de las variables empíricas usadas en las diversas cuantificaciones de la PTF.

¹⁵ Hulten, R.C., "Accounting for the wealth of nations: the net versus gross output controversy and its ramifications", *Scandinavian Journal of Economics*, 94, Supplement, 9-24, 1992.

1.2 Objetivos y resultados esperados de la investigación

Como arriba se mencionó, la creciente importancia de la productividad en los modernos esquemas de desarrollo manufacturero mundiales, requieren realizar con mayor frecuencia, comparaciones del desempeño de la productividad entre industrias y países.

Sin embargo, debido a los enormes problemas teóricos y estadísticos que registra la medición de la PTF, las conclusiones extraídas de las comparaciones de la productividad entre industrias y países pueden no ser certeras. Entonces adquiere relevancia el análisis teórico y estadístico de los métodos comúnmente utilizados, para hacer posible una cuantificación de la PTF que compare inequívocamente el dinamismo entre países e industrias.

Por consiguiente, el objetivo de esta investigación es evaluar los supuestos en que se basan los métodos de estimación de la PTF, y asimismo los resultados diversos que se obtienen con su utilización. Dos cosas se pretenden: 1) determinar la validez o no de las comparaciones de la PTF entre países o industrias, efectuadas con distintos métodos de estimación, y 2) definir los criterios para establecer una "medida adecuada" de la PTF. Como caso de estudio se aborda el de la industria manufacturera mexicana en el periodo 1984-1990¹⁶.

El propósito es mostrar que pueden ser incorrectas las conclusiones que se fundamentan en: a) La identificación de las ramas dinámicas y atrasadas cuando se comparan medidas de eficiencia productiva no paramétricas y medidas de cambio tecnológico no paramétricas; b) La identificación de las ramas dinámicas y atrasadas cuando se comparan medidas de eficiencia productiva no paramétricas con medidas del cambio tecnológico paramétricas; c) La identificación de las ramas dinámicas y atrasadas cuando se comparan distintas medidas paramétricas del cambio tecnológico; y d) La identificación de las ramas con altas y/o menores tasas de crecimiento de la PTF cuando se comparan las medidas del cambio tecnológico no paramétricas con medidas del cambio tecnológico paramétricas. Mientras que son adecuadas las conclusiones que se deducen de la identificación de las ramas industriales con altas y/o menores tasas de crecimiento de la PTF y del cambio tecnológico, cuando se comparan medidas de eficiencia productiva no paramétricas y del cambio tecnológico no paramétricas.

¹⁶ El análisis de la productividad en este periodo resulta relevante debido a los cambios en la política industrial.

El contenido del trabajo es el siguiente. En el capítulo 2 se exponen en primer término: i) las diferencias entre las distintas interpretaciones teóricas de la PTF; ii) el problema de los números índices utilizados en su construcción, y iii) el supuesto del tiempo en cada uno de los enfoques. En segundo lugar, se discuten los supuestos teóricos y de la teoría de los números índices implícitos en las distintas mediciones de la PTF o eficiencia productiva.

En el capítulo 3 se analizan las propuestas teórico-metodológicas de medición que vinculan el concepto PTF con el cambio tecnológico o desplazamiento de una función de producción. Asumiendo los procedimientos utilizados en el cálculo, tales mediciones se clasifican en dos grupos: a) las no paramétricas, que no requieren de la estimación de una función de producción, y b) las paramétricas, que requieren de la estimación de funciones de producción específicas.

El capítulo está dividido en dos partes. En la primera se analizan las propuestas de medición del cambio tecnológico no paramétricas y se revisan los supuestos de los índices del cambio tecnológico sugeridos por Solow, Diewert, Jorgenson, Christensen y Griliches. En la segunda se describen los supuestos teórico-económicos y estadísticos de las estimaciones paramétricas.

En el capítulo 4 se describe el procedimiento utilizado en la elaboración de las distintas variables empíricas que se emplearon para la cuantificación de la PTF de la industria manufacturera mexicana, los supuestos requeridos para la construcción de los insumos productivos y los posibles sesgos al utilizar estas variables.

El objetivo del capítulo 5 es analizar las diferencias en la magnitud de las distintas estimaciones de la PTF calculadas para la industria manufacturera mexicana en el periodo 1984-1990.

El capítulo consta de tres partes. En la primera se examinan las distintas magnitudes obtenidas con los métodos no paramétricos, aplicando varias pruebas estadísticas. En la segunda parte se analizan las diferencias entre los distintos métodos paramétricos. También se evalúa la confiabilidad econométrica de las estimaciones paramétricas de la PTF mediante las llamadas pruebas de diagnóstico. En la tercera sección se discuten las diferencias estadísticas entre las estimaciones de la PTF paramétricas y no paramétricas. En la parte final del capítulo se reflexiona en torno a validez de las conclusiones que se fundamentan en las comparaciones de la PTF, realizadas con distintos métodos de estimación.

Con el propósito de esclarecer hasta qué punto existe una medida adecuada de la productividad industrial para el caso de las manufacturas mexicanas, en el capítulo 6 se definen algunos criterios relacionados con: a) los diversos supuestos teóricos de las medidas de productividad; b) las características estadísticas de las mediciones de productividad, y c) el criterio de invarianza de Hall.

En la primera sección del capítulo se evalúan los supuestos de las distintas medidas de la PTF, destacando las disimilitudes entre las medidas de eficiencia productiva y las del cambio tecnológico. En la segunda se exhiben las diferencias empíricas y estadísticas entre las mediciones de eficiencia y cambio tecnológico para la industria manufacturera mexicana. En la tercera parte se presenta el criterio de invarianza de Hall, que permite determinar las condiciones bajo las cuales los índices del cambio tecnológico son una adecuada medida del desplazamiento de una función de producción. Se discuten los resultados obtenidos al someter a verificación el citado criterio en el caso de la antedicha industria. Sobre la base de la discusión precedente, en la última sección del capítulo se elige una medida adecuada de la productividad para el caso de la industria manufacturera mexicana en el periodo 1984-1990.

CAPÍTULO 2
FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS
DE LAS MEDICIONES DE LA PTF

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DE LAS MEDICIONES DE LA PTF

Las medidas de la Productividad Total de los Factores (PTF) comúnmente utilizadas para evaluar la dinámica de la productividad difieren en tres aspectos principales: a) en su interpretación teórica del concepto PTF; b) en sus supuestos teórico-económicos, y c) en los supuestos de la teoría de los números índices utilizados en su construcción.

Por consiguiente, antes de analizar los fundamentos teórico-metodológicos de las distintas mediciones de la PTF se presentan en la siguiente sección las interpretaciones teóricas del concepto PTF, en la segunda algunos aspectos de la teoría de los números índices y en la última sección del capítulo se examinan las diferencias teórico-metodológicas implícitas en las mediciones de la PTF que la vinculan con la eficiencia productiva. Queda para el siguiente capítulo la discusión de los métodos que relacionan el concepto PTF con el cambio tecnológico.

2.1 Interpretación teórica del concepto PTF

El término productividad fue introducido hace más de un siglo en la literatura económica, cuando Jevons formuló su teoría de la productividad marginal¹. Desde entonces, tanto la productividad como la PTF se han vinculado con significados teóricos disímiles. Así, la literatura especializada registra dos conceptos teóricos de la ptf: a) la ptf como medida de la eficiencia productiva, y b) la ptf como medida del cambio tecnológico.

- a) *La PTF como medida de la eficiencia productiva.* Para varios autores, la ptf es, simplemente, una relación de producto a insumos. Por tanto, es una medida de la capacidad de la economía para producir un volumen mayor de producto con una mejor utilización de insumos. Por ejemplo, si en una economía se duplica la cantidad de trabajo y de capital y, consecuentemente, se obtiene el doble del producto, la relación producto a insumos no se modifica y tampoco se registra un cambio en la ptf. De acuerdo con este concepto, para incrementar la ptf es necesario que el producto crezca en una mayor proporción que los insumos. En este caso, como la ptf es un indicador del crecimiento del producto no explicado por el

¹ Jevons, S., *Theory of Political Economy*, reimp. Kelly and Millman, New York, 1957.

aumento de los insumos, se le da el nombre de "residuo"².

Diversas dificultades se presentan a la hora de calcular la PTF como medida de la eficiencia productiva. En primer término, en una industria hay diversos productos e insumos y, por tanto, es difícil definir un método para su correcta agregación. En segundo lugar, es necesario suponer que no se presentan economías y deseconomías de escala ya que se intenta medir sólo el crecimiento del producto como consecuencia de una mejor utilización de los insumos³. Tales problemas de medición y los supuestos teóricos de este enfoque, se precisan en la exposición de las propuestas de J.W. Kendrick y E. Hernández Laos.

- b) *La PTF como cambio tecnológico.* Frecuentemente se interpreta la PTF como el incremento de la capacidad productiva de una economía que se deriva del cambio tecnológico o desplazamiento de la función de producción. Según este enfoque, un cambio en la PTF ocurre cuando se desplaza la función de producción. Para efectuar una medición de esta naturaleza debe adoptarse un conjunto de supuestos vinculados tanto con las características tecnológicas (es decir, con la forma de las funciones de producción) como con las peculiaridades del cambio tecnológico. El examen de estos supuestos se efectúa en el siguiente capítulo, al discutir las propuestas teórico-metodológicas de Solow, Diewert, Christensen, Jorgenson y Tybout.

2.2 El problema de los números índices

El problema de los números índice surge de la necesidad de cuantificar un conjunto complejo de unidades con propiedades distintas pero representadas en el conjunto⁴. Para solucionar este problema, Fisher⁵, en su obra clásica de 1922, analiza 126 índices, así como también las propiedades que deben reunir. Para facilitar la exposición de tales propiedades, utilizamos índices de precios, postergando el análisis de los índices de la PTF correspondientes a los distintos enfoques de medición.

² Fabricant, S., *Basic facts on productivity change*, Columbia University Press, New York, 1959.

³ Baumol, J., Blackman, B. y Wolf, N., *Productivity and american leadership: the long view*, MIT Press edition, 1991, pp. 226-249.

⁴ Hansen, B. y Lucas, E., "On the accuracy of index numbers", *Review of Income and Wealth*, Series 18, 1972, p. 27.

⁵ Fisher, I., *The making of index numbers*, Houghton Mifflin, Boston, 1922.

Sea P_{01} el índice de precio que expresa la relación entre el nivel del precio en el año 1, y el nivel del precio en el año 0 ó año base. P_{01} depende de los precios $p_0^1 \dots p_0^N, p_1^1 \dots p_1^N$, y de las cantidades $q_0^1 \dots q_0^N, q_1^1 \dots q_1^N$. Algunas de las propiedades más importantes que deben cumplir los números índices son⁶:

- a) *Identidad.* El precio relativo para un periodo dado con respecto al mismo periodo es 1, es decir, $P_{00} = 1$.
- b) *Reversión del tiempo y de factores.* Cuando los índices de dos periodos se intercambian, por ejemplo P_{01} y P_{10} , éstos deben ser recíprocos, es decir, $P_{01} * P_{10} = 1$. La propiedad de la reversión de los factores, establece que el índice de los precios P_{α} multiplicado por el de las cantidades Q_{α} debe ser igual al respectivo índice del valor, es decir, $P_{\alpha} * Q_{\alpha} = V_{\alpha}$.
- c) *Circularidad.* $P_{01} * P_{12} = P_{02}$.
- d) *Conmensurabilidad.* El índice P_{α} no debe cambiar cuando se modifican las unidades de medida de algún bien.
- e) *Determinación.* El índice P_{α} no puede ser igual a cero, infinito o indeterminado cuando algún precio o cantidad de algún bien es igual a cero.
- f) *Proporcionalidad.* Si todos los precios cambian en la misma proporción entre 0 y 1, P_{α} cambia en la misma proporción.

Por ejemplo, el índice simple de la media aritmética de la relación de precios propuesto por Saurbeck's:

$$P_{01} = \frac{1}{N} \sum \frac{p_1}{p_0}$$

Sólo satisface las propiedades de identidad, conmensurabilidad y proporcionalidad.

Los índices de Laspeyres y de Paasche:

⁶ Frisch R., "Annual Survey of General Economic Theory: The Problem of Index Numbers", *Econometrika*, Vol. 4, pps. 1-39.

$$P_{01}^{LA} = \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0}$$

$$P_{01}^{PA} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}$$

Satisfacen las propiedades de conmensurabilidad, determinación y proporcionalidad, pero no la de reversión del tiempo ni tampoco la de circularidad.

Para satisfacer la propiedad de reversión aunque no la de circularidad, Fisher propone una combinación de los índices de Laspeyres y Paasche, conocida con el nombre de índice ideal de Fisher:

$$P_{01}^{IF} = \sqrt{P_{01}^{LA} \cdot P_{01}^{PA}}$$

Por último, los índices que satisfacen todas las propiedades, incluso la de circularidad, incluyen algunas ponderaciones constantes, como por ejemplo el siguiente índice:

$$P_{01}^{PC} = \frac{\sum p_1 q}{\sum p_0 q}$$

El problema con esta solución es que carece de sentido suponer cantidades constantes (q) cuando el interés es, como en el caso de la PTF, analizar variaciones en el tiempo. (Este tema del tiempo y su relación con los números índice lo consideramos en el siguiente inciso.)

Un procedimiento para solucionar el problema del incumplimiento de las propiedades que deben cumplir los números índice, en particular la propiedad de reversión del tiempo y circularidad de Fisher, es el método del encadenamiento de índices. Consiste en calcular índices para un periodo determinado, utilizando cualquiera de los índices mencionados (Laspeyres, Paasche, etcétera) y encadenarlos. Por ejemplo, para el periodo 1975-1983 el encadenamiento es:

$$I_{83,75} = I_{76,75} \times I_{77,76} \times I_{78,77} \times I_{79,78} \times I_{80,79} \times I_{81,80} \times I_{82,81} \times I_{83,82}$$

Asumiendo esta idea de la interrelación de los índices en un periodo determinado, Divisia propuso el índice Divisia. Para la construcción de este índice, y también para los supuestos en que se sostiene, el razonamiento es el siguiente:⁷

El punto de partida de Divisia fue la descomposición del valor total Σpq en el producto de dos factores, P y Q, es decir:

$$PQ = \Sigma p q_i \quad (1)$$

Donde P representa el nivel general de los precios y Q el nivel general del volumen físico. Para construir el índice, Divisia considera la trayectoria histórica en un periodo determinado de los $p^1 \dots p^N$ precios y las $q^1 \dots q^N$ cantidades. Divisia supone que las variables son funciones continuas. Este supuesto permite diferenciar (1) respecto al tiempo:

$$P dQ + Q dP = \Sigma p dq + \Sigma q dp \quad (2)$$

Dividiendo (2) entre (1)

$$\frac{dQ}{Q} + \frac{dP}{P} = \frac{\Sigma p dq_i}{\Sigma p q_i} + \frac{\Sigma q dp_i}{\Sigma p q_i}$$

Multipliando y dividiendo el segundo y tercer término por q y p

$$\begin{aligned} \frac{dQ}{Q} + \frac{dP}{P} &= \frac{\Sigma p q_i (dq_i / q_i)}{\Sigma p q_i} + \frac{\Sigma q p_i (dp_i / p_i)}{\Sigma p q_i} \\ \frac{dQ}{Q} + \frac{dP}{P} &= \Sigma w_i \frac{dq_i}{q_i} + \Sigma w_i \frac{dp_i}{p_i} \quad (3) \\ \text{donde } w_i &= \frac{p_i q_i}{\Sigma p q_i} \end{aligned}$$

⁷ Silver, M., *Productivity Indices, methods and applications*, Gower Publishing Co., Vermont, USA, 1984, pp. 79-81.

De (3) se deduce que:

$$\frac{dP}{P} = \sum w_i \frac{dp_i}{p_i} \quad y \quad \frac{dQ}{Q} = \sum w_i \frac{dq_i}{q_i}$$

considerando que

$$\frac{dQ}{Q} = \sum w_i \frac{dq_i}{q_i} \quad y$$

$$\frac{dP}{P} = \sum w_i \frac{dp_i}{p_i}$$

entonces

$$d(\ln Q) = \sum w_i d(\ln q_i) \quad (4)$$

$$d(\ln P) = \sum w_i d(\ln p_i) \quad (5)$$

Las ecuaciones (4) y (5) son la definición diferencial del índice de cantidad y precio, respectivamente. El lado derecho de estas ecuaciones es la aproximación discreta del índice Divisia de la cantidad y el precio, es decir, es la aproximación discreta de la trayectoria de las cantidades y los precios en un periodo determinado. En el índice Divisia, el método del encadenamiento consiste en cambiar las ponderaciones en el tiempo. Debido a que el índice Divisia es un índice con encadenamientos, cumple con todas las propiedades de Fisher, incluyendo las de circularidad y reversión del tiempo.

Para calcular el índice Divisia de precios o cantidades, suponiendo que las variables son funciones continuas, las anteriores ecuaciones se expresan así:

$$\sum w_i d(\ln q_i) = f(t) dt \quad (6)$$

$$d(\ln Q) = f(t) dt \quad (7)$$

$$\sum w_i p_i d(\ln p_i) = f(t) dt \quad (8)$$

$$d(\ln P) = f(t) dt \quad (9)$$

Por último, la expresión de la trayectoria continua de las cantidades y los precios o, en otras palabras, la versión del índice Divisia para el caso en el cual el tiempo es continuo, se obtiene de la siguiente manera:

$$\int_0^t f(s) ds = f(T) = \ln Q_t - \ln Q_0$$

$$\int_0^t f(s) ds = f(T) = \ln P_t - \ln P_0$$

A pesar de que el índice Divisia reúne todas las propiedades de Fisher, no está exento de dificultades. Una que se señala con frecuencia es su dependencia en el tiempo. Puede darse el caso en el cual se intenta evaluar el cambio ocurrido en el producto de dos sectores en un periodo dado. El índice Divisia dependerá no sólo de la variación total del producto en ese periodo, sino también de los cambios ocurridos durante el transcurso del tiempo, ya que el índice se calcula tomando en consideración las modificaciones del periodo. Así, se puede dar este caso: a pesar de que el monto de la variación total del producto de los dos sectores sea el mismo, se obtendrán índices distintos en virtud de los diferentes encadenamientos efectuados en el cálculo del índice Divisia para cada uno de los sectores.

2.2.1 El tiempo y la medición de la PTF y el cambio tecnológico

La elección de un número índice depende del supuesto del tiempo. Por ejemplo, si se relaciona el concepto PTF con el cambio tecnológico o desplazamiento de una función de producción, se está suponiendo (como en la teoría de la producción neoclásica) que el tiempo es continuo y, por tanto, el índice adecuado para la medición de la PTF es un índice Divisia.

Por el contrario, si se considera a la PTF como una medida de la eficiencia productiva, el concepto de la función de producción no es relevante en la elaboración del índice de la PTF;

por tanto, se supone que el tiempo es discreto y no son indispensables los índices Divisia en la cuantificación de la PTF.

En los siguientes apartados se aprecian críticamente las premisas teórico-económicas y de los números índices implícitos en las propuestas de medición de la PTF.

2.3 Bases económicas y supuestos en las mediciones de la PTF

2.3.1 El método de Kendrick

J.W. Kendrick construye un índice de la PTF para cuantificar la productividad de la industria manufacturera de Estados Unidos en el periodo 1889-1956⁸. Para este autor, la PTF es una relación entre el producto real y los insumos.

El punto de partida de su propuesta es una función de producción del tipo $Q = f(X_1, \dots, X_n)$, donde Q = valor agregado del proceso de producción⁹ y $(X_1, \dots, X_n)$ = son los factores "tangibles" que se utilizan en la producción. La anterior función de producción expresa que el volumen neto de producción depende de la cantidad y de la eficiencia (o productividad) con las cuales los distintos insumos son utilizados en el proceso productivo.

Kendrick señala que para cuantificar la PTF deben medirse los cambios reales (o físicos) de la relación producción a insumos. Como esta relación involucra distintos productos e insumos, es preciso convertirlos en unidades iguales, es decir, en valores. Para ello, Kendrick propone ponderar las unidades físicas de productos e insumos con sus respectivos precios. El problema, entonces, es seleccionar los precios que permitan ponderar adecuadamente productos e insumos y llevar a cabo las comparaciones de eficiencia en el tiempo. Para fundamentar la elección de esos precios Kendrick recurre a la teoría neoclásica de la producción según la cual, en condiciones de equilibrio competitivo, los precios de insumos y de productos pueden interpretarse sin ambigüedades.

En el caso de los productos, la teoría convencional señala que en condiciones de competencia perfecta y equilibrio del productor, el producto físico neto es igual a la

⁸ Kendrick, J., *Productivity trends in the United States*, Princeton University Press, New York, 1961.

⁹ Kendrick utiliza en la medición de la PTF el valor agregado para evitar duplicaciones al hacer agregaciones a nivel nacional; es decir, elimina los insumos intermedios utilizados en cada una de las actividades económicas. En los siguientes capítulos se discute con detalle los supuestos y consecuencias implícitos en la utilización del valor agregado en la construcción de los índices de la PTF.

cantidad utilizada de los insumos primarios multiplicada por su productividad marginal¹⁰, es decir:

$$Q = PML * L + PMK * K \quad (1)$$

donde:

Q	=	Producto físico neto
PML	=	Productividad marginal del trabajo
L	=	Unidades físicas de trabajo
PMK	=	Productividad marginal del capital
K	=	Unidades físicas de capital

Si se multiplica (1) por el precio del producto (P) se obtiene el valor del producto, que es igual a la suma de los valores de los productos marginales multiplicados por las unidades físicas de los insumos primarios utilizados en la producción, es decir:

$$PQ = (PML * P) * L + (PMK * P) * K \quad (2)$$

donde:

PQ	=	Valor del Producto Neto (en términos de Valor Agregado)
(PML * P)	=	Valor del producto marginal del trabajo y
(PMK * P)	=	Valor del producto marginal del capital

Por tanto, el precio que sirve para ponderar los distintos productos es aquel que expresa el valor correspondiente al costo de los factores, excluyendo el monto de los impuestos indirectos, los subsidios y la depreciación del capital, porque estos conceptos no están incluidos en el concepto neoclásico del producto marginal neto, correspondiente a los factores primarios de la producción.

De la expresión (2) se observa que, en el caso de los insumos, el ponderador debe ser el valor del producto marginal de cada insumo. En palabras de Kendrick:

¹⁰ Véase Koutsoyiannis, A., *Modern Microeconomics*, The Macmillan Press, Hong Kong, 1980, pps.437-482.

En condiciones de competencia perfecta los precios factoriales representan, por una parte, el valor de producto marginal de los insumos y, por la otra, la desutilidad marginal del trabajo y el ahorro. El valor de los productos marginales indica lo que el productor puede pagar por el uso de los insumos, mientras que las desutilidades marginales son un indicador de lo que el productor tiene que pagar para hacer que los individuos trabajen en vez de descansar, o para que ahorren o inviertan en lugar de preferir un mayor consumo o liquidez¹¹.

Al ponderar los productos con los respectivos precios al costo de los factores y los insumos con los precios factoriales, Kendrick advierte que en el año base el valor del producto es proporcional al valor de los servicios de los factores utilizados en la producción, y los valores de los insumos son proporcionales a la participación de los servicios factoriales en el producto. Por ejemplo, si llamamos a $P_0 Q_0$ al producto al costo de los factores y a w_0 y r_0 a los precios factoriales, entonces en el año base

$$P_0 Q_0 = w_0 L_0 + r_0 K_0.$$

Kendrick señala que la variación en los precios relativos de insumos y productos, junto con la consiguiente sustitución de unos por otros, es un serio problema para el cálculo de la PTF:

Si los precios relativos y las tasas marginales de sustitución de los insumos se mantienen constantes, el uso de los precios relativos factoriales como ponderadores para determinar el cambio neto en el volumen total de los insumos proporciona un resultado preciso. Si los precios relativos cambian pero las proporciones entre los insumos se mantienen en términos reales, el cambio en el volumen total de los insumos también puede medirse con precisión. Pero si como generalmente sucede, ocurren cambios en los precios relativos factoriales y en las proporciones en las que se combinan los insumos, la dirección del cambio en el volumen de los insumos totales no puede calcularse con precisión¹².

Debido a lo anterior, Kendrick supone constantes las tasas marginales de sustitución técnica entre los factores durante el periodo de estudio, por lo que no altera las ponderaciones factoriales ni los precios de los productos. Así se evitan posibles distorsiones sobre las comparaciones de eficiencia productiva en el tiempo, debidas a los cambios en los precios relativos y a la sustitución entre factores.

La PTF, afirma Kendrick, es la relación entre el producto real de la economía o de la industria al costo de los factores y los insumos utilizados en la producción, deflactados por

¹¹ Kendrick, J., *Productivity trends in the United States*, Princeton University Press, New York, 1961, p. 9.

¹² Kendrick, J., *Productivity trends in the United States*, Princeton University Press, New York, 1961, p. 10.

los precios factoriales correspondientes.

Si los productos y los insumos del periodo (II) se ponderan con los correspondientes precios al costo de los factores y los precios factoriales del periodo base (I), entonces el significado de la relación producto a insumos puede establecerse de la siguiente manera. Estamos comparando lo que hubieran costado los productos en II a los precios y requerimientos de I (producto real) con lo que costaron en I a precios constantes de los factores pero al nivel de la eficiencia productiva de II (insumo real). Alternativamente estamos comparando el producto real de II con el producto que hubieran generado los factores en II si la eficiencia productiva de I se hubiera mantenido constante¹³.

En virtud de los supuestos de Kendrick arriba mencionados, si se valúan tanto los productos como los factores del año "t" a los precios del año base "0", se infiere la siguiente relación producto a insumos o índice de la PTF:

$$PTF = \pi_t = \frac{P_0 Q_t}{w_0 L_t + r_0 K_t} \quad (1)$$

Kendrick apunta que la eficiencia o productividad definida en los párrafos anteriores, puede ser el resultado de un cambio en: a) la tecnología; b) la escala de producción o utilización de la capacidad instalada, y c) el "capital intangible", por ejemplo la mejora en la calidad de la fuerza de trabajo. Por ello, estos factores están incluidos en la medición de la productividad.

Es importante mencionar las limitaciones que Kendrick atribuye a los índices de productividad:

- i) Los índices de las productividades parciales del trabajo y el capital no son una medida de la eficiencia particular de alguno de los insumos, porque en estos índices subyace la influencia de la sustitución de un insumo por otro.
- ii) La PTF es una medida de la eficiencia en el uso de los recursos, pero no permite analizar el grado de utilización de los mismos. Por ejemplo, si se registra un incremento de la PTF, pero una parte del producto potencial se pierde debido a la subutilización de los recursos, este aspecto debe considerarse al evaluar el comportamiento de los sistemas económicos.

¹³ Kendrick, J., *Productivity trends in the United States*, Princeton University Press, New York, 1961, p. 11.

- iii) Partiendo de los índices de la PTF no se puede saber hasta qué punto se emplearon los distintos tipos de insumos en los usos más productivos, habida cuenta la tecnología existente, los recursos y aun los deseos de los individuos. En virtud de que en el mercado existen prácticas monopólicas e impedimentos para la libre movilidad de los recursos, los precios relativos de los productos no son iguales a los que se establecen en condiciones de competencia perfecta. Ello distorsiona la asignación de los recursos y provoca que no se les pague a los factores productivos el valor de sus productos marginales.
- iv) Los índices de la PTF no son tampoco una medida de los cambios en el bienestar económico de las personas, porque la cuantificación de las modificaciones en el bienestar de las personas es una medida compleja que debe tomar en consideración aspectos tales como los cambios poblacionales, las modificaciones en la distribución del ingreso y los precios relativos.

De varios supuestos teóricos depende la propuesta de Kendrick. El de los mercados competitivos le permite al autor afirmar que los precios factoriales representan el valor del producto marginal de los insumos, a su vez le permite comparar la eficiencia productiva del periodo II con la del I.

Por otra parte, para cuantificar los cambios en la eficiencia productiva es necesario, indica Kendrick, que no se modifiquen los precios relativos factoriales ni las proporciones en las que se combinan los insumos, condiciones que sólo se registran cuando se supone que el cambio tecnológico es neutral y que hay rendimientos constantes a escala.

Kendrick utiliza la función de producción sólo para describir las relaciones entre las distintas variables económicas, ya que no vincula a la PTF con el traslado de una función de producción. Para establecer la relación:

$$PTF = \pi_t = \frac{P_0 Q_t}{w_0 L_t + r_0 K_t} \quad (1)$$

Kendrick partió de la ecuación $Q_0 = w_0 L_0 + r_0 K_0$ en la cual subyacen el teorema de la distribución de Euler y una función de producción homogénea de grado uno.

En suma, las ponderaciones de los insumos realizadas con los precios factoriales que representan sus productividades marginales, constituyen el supuesto fundamental en que Kendrick basa la construcción de su índice de la PTF. De él se derivan varios más: condiciones de competencia perfecta, cambio tecnológico neutral, funciones de producción

homogéneas y rendimientos constantes a escala.

2.3.2 El método de Hernández Laos

E. Hernández Laos analiza en varios estudios la evolución de la PTF de la industria manufacturera mexicana¹⁴. Demuestra que es posible una formulación de la PTF sin las premisas teóricas de Kendrick, en especial las referidas a las condiciones de competencia perfecta en el mercado de productos y factores.

El desarrollo del índice de la PTF de Hernández Laos sobre bases menos restrictivas que las derivadas del enfoque neoclásico es el siguiente:

Partiendo de:

$$Y_0 = W_0 + U_0$$

en donde

Y_0 expresa el valor agregado neto de la industria;

W_0 expresa la remuneración a los asalariados en esa industria, y

U_0 los beneficios netos de la industria.

Descomponiendo cada una de esas magnitudes en sus componentes de quantum y de precio se tiene:

$$Q_0 * P_0 = [w_0 * L_0] + [r_0 * K_0] \quad (1)$$

en donde Q_0 es el quantum de producción; P_0 es el precio unitario del valor agregado neto; w_0 mide el salario promedio por obrero ocupado en la industria; r_0 expresa la tasa promedio de beneficio neto de la industria y K_0 mide el valor de los acervos de capital fijo neto utilizados en la industria. Todas las magnitudes anteriores se refieren al periodo base del análisis.

¹⁴ Hernández Laos, E., "Tendencias recientes de la productividad industrial en México", *Investigación Económica*, UNAM, Octubre-Diciembre, 1991, pp. 11-44; y Hernández Laos, E., *Evolución de la productividad total de los factores en la economía mexicana (1970-1989)*, STPS, México, 1992.

Dividiendo (1) entre Q_0 se tiene:

$$P_0 = w_0 * [L_0 / Q_0] + r_0 [K_0 / Q_0]$$

si se llama

$$A_0 = [L_0 / Q_0] \text{ y } B_0 = [K_0 / Q_0]$$

entonces:

$$P_0 = [w_0 * A_0] + [r_0 * B_0] \quad (2)$$

Esta ecuación expresa el precio promedio del valor agregado neto de la industria en el periodo base de comparación. Ahora bien, si se valúa el producto de la industria en el año "t" a los precios del periodo "o", se tiene:

$$\begin{aligned} Q_t * P_0 &= Q_t * [w_0 * A_0] + [r_0 * B_0] \\ &= [w_0 * A_0 * Q_t] + [r_0 * B_0 * Q_t] \end{aligned}$$

Dado que $Q_t = [K_t / B_t] = [L_t / A_t]$ sustituyendo se tiene:

$$Q_t * P_0 = [w_0 * (A_0 / A_t) * L_t] + [r_0 * (B_0 / B_t) * K_t] \quad (3)$$

Los cocientes (A_0 / A_t) y (B_0 / B_t) representan, respectivamente, el inverso de la evolución de los requerimientos de mano de obra y de capital fijo por unidad de valor agregado, es decir, miden la evolución de la productividad parcial del trabajo y del capital, respectivamente. Expresando esta evolución a través de la variable π como a continuación:

$$\pi_L = (A_0 / A_t) \text{ y } \pi_K = (B_0 / B_t)$$

Sustituyendo en (3)

$$Q_t * P_0 = [w_0 * \pi_L * L_t] + [r_0 * \pi_K * K_t] \quad (4)$$

Si se supone que el cambio tecnológico es neutral, es decir, que ahorra tanto mano de obra como capital fijo reproducible por unidad de producto, entonces

$$\pi_L = \pi_K = \pi$$

Por tanto (4) se puede expresar:

$$Q_t * P_0 = \pi * [w_0 * L_t] + [r_0 * K_t]$$

Dividiendo y multiplicando por L_0 y K_0

$$\begin{aligned} Q_t * P_0 &= \pi * [w_0 * L_0 * L_t / L_0] + [r_0 * K_0 * K_t / K_0] \\ &= \pi * [W_0 * (L_t / L_0) + U_0 * (K_t / K_0)] \end{aligned} \quad (5)$$

donde $W_0 = w_0 * L_0$ y $U_0 = r_0 * K_0$

Dividiendo (5) por $Q_0 P_0 = Y_0$ se tiene

$$Q_t / Q_0 = \pi * [(W_0 / Y_0) * (L_t / L_0) + (U_0 / Y_0) * (K_t / K_0)]$$

De donde se sigue que el índice de la PTF (π) es

$$\pi = \frac{Q_t / Q_0}{\alpha * (L_t / L_0) + \beta * (K_t / K_0)}$$

donde:

Q_t y Q_0 son, respectivamente, el índice de volumen del PIB al costo de los factores de la industria, en el periodo t y 0 respectivamente

L_t y L_0 son, respectivamente, el índice de los insumos de mano de obra en el periodo t y 0

K_t y K_0 son, respectivamente, el índice de los acervos netos de capital fijo reproducible, valuados a precios constantes, en el periodo t y 0

$\alpha = (W_0/Y_0)$ es la ponderación de los insumos de mano de obra en los insumos totales (igual a la vez a la participación de las remuneraciones de los asalariados en el PIB al costo de los factores en el año base)

$\beta = (U_0/Y_0)$ es la ponderación de los insumos de capital en los insumos totales (e igual a $1-\alpha$)

El significado intuitivo del índice es sencillo: expresa una relación entre productos e insumos. Relaciona el índice de crecimiento del valor agregado (valuado a precios constantes) con un índice de crecimiento de los insumos primarios (ponderados de acuerdo a su participación en el valor agregado en el año base).

Al igual que Kendrick, Hernández Laos sostiene que los cambios en la eficiencia o productividad son resultado de un cambio en: a) la tecnología; b) la escala de producción; c) la utilización de la capacidad instalada, y d) el "capital intangible", por ejemplo la mejora en la calidad de la fuerza de trabajo. Por ello, estos aspectos están incluidos en la medición de la productividad.

En el enfoque de Kendrick, la existencia de mercados competitivos es el supuesto que permite igualar los precios factoriales con las productividades marginales, con lo cual es posible comparar la eficiencia productiva de un año respecto al otro. En la propuesta de Hernández Laos no se requiere suponer mercados competitivos y, por tanto, los precios factoriales no representan las productividades marginales de los insumos.

Al abandonarse tal supuesto, la cuantificación de la eficiencia productiva sólo puede efectuarse definiendo un conjunto arbitrario de precios como los precios relevantes para el análisis. Dado que es posible elegir cualquier conjunto arbitrario de precios, las medidas de eficiencia no serán invariables cuando haya cambios en los precios seleccionados; es decir, *"en un mercado no perfectamente competitivo no existen medidas de eficiencia invariables y consistentes"*¹⁵.

Al suponer que el precio relevante para la elaboración del índice de la PTF es el precio promedio del valor agregado neto de la industria en el periodo base de comparación, Hernández Laos obtiene un resultado similar al de Kendrick requiriendo solamente suponer

¹⁵ Hernández Laos, E., *La productividad y el desarrollo industrial en México*, Fondo de Cultura Económica, México, 1985, p. 127.

cambio tecnológico neutral y ninguno relacionado con el tipo de los mercados prevalecientes.

En suma, la diferencia entre el método de Kendrick y el de Hernández Laos radica en la elección de los precios factoriales o ponderaciones de los insumos. Como Kendrick supone condiciones de competencia perfecta, los precios reflejan las productividades marginales de los factores; en el enfoque de Hernández Laos deben elegirse estos precios.

Desde el punto de vista empírico, al aplicar el método de Hernández Laos, si se elige como precio relevante para el análisis el precio promedio del valor agregado neto de la industria en el periodo base de comparación, los resultados de la cuantificación de la PTF que así se obtiene y el método de Kendrick, son idénticos. La ventaja del método de Hernández Laos es que la ausencia de condiciones de competencia perfecta en los mercados no invalida el análisis.

Cabe reiterar que estas propuestas para la cuantificación de la PTF se diferencian una de la otra también por las características de los supuestos de la teoría de los números índices. En el siguiente apartado se analizan estos aspectos.

2.3.3 La teoría de los números índices y los índices de la PTF de Kendrick y Hernández Laos

Para sus propuestas de medición de la PTF, Kendrick y Hernández Laos utilizaron índices Laspeyres. En ambos casos se mide el cambio ocurrido en el producto y los insumos manteniendo constantes los precios del año base. Empleando estos índices los cambios en el producto se expresan así:

$$\frac{\sum P_0 Q_t}{\sum P_0 Q_0} = \frac{\sum P_0 Q_0 (Q_t / Q_0)}{\sum P_0 Q_0}$$

Varios autores¹⁶ analizan los sesgos posibles a la hora de calcular los cambios ocurridos en el producto con un índice del tipo Laspeyres. De acuerdo con Bergson¹⁷, el sesgo en

¹⁶ Véase: Fisher, F. M., *The economic theory of price indices*, Academic Press, New York, 1972, y Sato, K., "The meaning and measurement of the real value added index", *Review of Economics and Statistics*, Núm. 58, 1976, pp. 434-442.

¹⁷ Véase: Bergson, A., "Index numbers and the computation of factor productivity", *The Review of Income and Wealth*, Vol. 21, Núm. 1, 1975, y Moorsteen, R., "On measuring productive potential and relative efficiency", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 65, August, 1961.

el que se incurre dependerá de la forma de la frontera de producción real del sector o de la economía y la que se supone a priori. Así, por ejemplo, si se piensa en una frontera de producción curvilínea cóncava desde abajo, el índice de Laspeyres subestima el crecimiento del producto; si no se conoce la forma de la frontera es difícil conocer a priori el sesgo en el que se está incurriendo, es decir, si el crecimiento del producto está sobreestimado o subestimado.

Kendrick supone condiciones de competencia perfecta y funciones de producción homogéneas de primer grado; por lo tanto, de acuerdo con el argumento anterior, es posible incurrir en algún sesgo al calcular el crecimiento del producto en el índice de la PTF. Sin embargo, desde el punto de vista empírico, el argumento carece de sentido ya que no se puede determinar ni la magnitud ni la dirección del sesgo; sólo se puede afirmar que en ausencia de condiciones de competencia perfecta y desconocimiento de la verdadera función de producción, el índice de Laspeyres del producto difiere del "verdadero índice"¹⁸.

Por otra parte, en virtud de que el índice de la PTF propuesto por Hernández Laos no está fundamentado en la premisa de la competencia perfecta, la discusión anterior no tiene sentido ni teórica ni empíricamente.

Tomando en consideración la teoría de los números índices, los índices de la PTF de Hernández Laos y de Kendrick no cumplen con la prueba de reversión en el tiempo ni con la de circularidad; por ello, de acuerdo con la teoría de Fisher, no son medidas "ideales" de los cambios en la PTF.

En la construcción de los índices de la PTF de Kendrick y de Hernández Laos se mantienen constantes las participaciones de los insumos en el producto en el periodo de estudio, procedimiento con el cual se puede incurrir en sesgos de sobreestimación o subestimación de la PTF cuando las participaciones del año base cambian en el tiempo.

En suma, aun considerando los argumentos teóricos, podría afirmarse que el índice de la PTF de Kendrick puede sobreestimar o subestimar el crecimiento de la productividad por ser un índice de Laspeyres, mas desde una perspectiva empírica esta discusión pierde sentido. Ni teórica ni empíricamente el argumento anterior tiene importancia en el enfoque de la PTF de Hernández Laos. Sin embargo, ambas propuestas pueden incurrir en algunos sesgos al estimar la PTF porque mantienen constantes las ponderaciones del año base

¹⁸ Véase: Mundlak Y. y Razin A., "Aggregation, index numbers and the measurement of technical change", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 51, 1969, pp. 166-175.

sobre todo en periodos de cambios importantes en las participaciones de las remuneraciones de los insumos en el producto y porque no satisfacen las pruebas de reversión en el tiempo y circularidad de Fisher.

2.4 Resumen y consideraciones finales

Existen dos conceptos teóricos de la PTF: a) como medida de la eficiencia productiva, la PTF es una relación de producto a insumos. Por tanto, mide la capacidad de la economía para producir un volumen mayor de producto utilizando mejor los insumos, y b) la medición de la PTF se relaciona con el desplazamiento de la función de producción o cambio tecnológico.

De acuerdo con Fisher, un número índice "ideal" cumple con las propiedades de identidad, circularidad, reversión de factores y tiempo, conmensurabilidad, determinación y proporcionalidad.

Los números índices de Laspeyres y de Paasche satisfacen las propiedades de conmensurabilidad, determinación y proporcionalidad, pero no la de reversión del tiempo ni tampoco la de circularidad; los índices Divisia sí cumplen con todas las propiedades pero no son independientes de la trayectoria en el tiempo.

La elección de cualquier número índice para la cuantificación de la PTF depende del supuesto del tiempo. Por ejemplo, si se relaciona el concepto PTF con el cambio tecnológico o desplazamiento de una función de producción, se está suponiendo (como en la teoría de la producción neoclásica) que el tiempo es continuo y, por tanto, el índice adecuado para la medición de la PTF es un índice Divisia. Por el contrario, si se considera a la PTF como una medida de la eficiencia productiva, se supone que el tiempo es discreto y, por tanto, no es indispensable un índice Divisia para la cuantificación de la PTF.

En la propuesta de Kendrick, las ponderaciones de los insumos realizadas con los precios factoriales que representan las productividades marginales de los insumos, constituyen la premisa fundamental para la construcción del índice de la PTF. De ella se derivan varios supuestos, a saber: condiciones de competencia perfecta, cambio tecnológico neutral, funciones de producción lineales homogéneas y rendimientos constantes a escala.

La diferencia entre Kendrick y Hernández Laos radica en la elección de los precios factoriales o ponderaciones de los insumos. Como Kendrick supone condiciones de competencia perfecta, los precios reflejan las productividades marginales de los factores; en el enfoque de Hernández Laos deben elegirse estos precios.

Desde el punto de vista empírico, al aplicar el método de Hernández Laos, si se elige como precio relevante para el análisis el precio promedio del valor agregado neto de la industria en el periodo base de comparación, los resultados de la cuantificación de la PTF obtenidos con este procedimiento y los que se consiguen con el método de Kendrick, son idénticos. La ventaja del método de Hernández Laos es que la ausencia de condiciones de competencia perfecta en los mercados no invalida el análisis.

El índice de la PTF de Kendrick puede sobreestimar o subestimar el crecimiento de la productividad por ser un índice de Laspeyres; pero ni teórica ni empíricamente el argumento anterior tiene importancia en el enfoque de la PTF de Hernández Laos. Sin embargo, ambos pueden incurrir en algunos sesgos en la estimación de la PTF por mantener constantes las ponderaciones del año base sobre todo en periodos de cambios importantes en las participaciones de las remuneraciones de los insumos en el producto y por no satisfacer las pruebas de reversión en el tiempo y circularidad de Fisher.

CAPÍTULO 3
FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DE
LA MEDICIÓN DEL CAMBIO TECNOLÓGICO

CAPÍTULO 3

FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DE LA MEDICIÓN DEL CAMBIO TECNOLÓGICO

En este capítulo se analizan las propuestas teórico-metodológicas de medición que vinculan el concepto PTF con el cambio tecnológico o desplazamiento de una función de producción. Considerando los procedimientos utilizados en el cálculo, estas mediciones se clasifican en dos grupos: a) las no paramétricas, se calculan sin necesidad de estimar una función de producción, y b) las paramétricas requieren de la estimación de funciones de producción específicas.

Existen diferencias entre ambos tipos de estimación, porque sus supuestos son distintos. Así en las estimaciones no paramétricas del cambio tecnológico deben considerarse tanto los supuestos teórico-económicos como los que se derivan de la teoría de los números índices; para las paramétricas se requiere analizar, además de los supuestos teórico-económicos, los que se refieren a: a) la función de producción agregada; b) los específicos de cada estimación paramétrica, y c) los estadístico-probabilísticos del modelo econométrico general.

El capítulo está dividido en dos partes. En la primera se examinan las propuestas de medición del cambio tecnológico no paramétricas y se revisan los supuestos de los índices del cambio tecnológico sugeridos por Solow, Diewert, Jorgenson, Christensen y Griliches. En la segunda se describen los supuestos teórico-económicos y estadísticos de las estimaciones paramétricas. Estas medidas se caracterizan por utilizar los parámetros estimados de distintos modelos econométricos, en el cálculo del índice del cambio tecnológico.

3.1 Las mediciones no paramétricas del cambio tecnológico

3.1.1 *El método de Solow*

El primer autor que identificó el concepto PTF con el cambio tecnológico o desplazamiento de una función de producción fue Solow¹. De manera sencilla, el concepto es el siguiente:

¹ Solow, R., "Technical change and the aggregate production function", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, 1957, pp. 312-320.

Cuando los insumos crecen y el producto aumenta en la misma proporción se origina un movimiento de un punto al otro sobre la misma función de producción, sin cambio técnico alguno. En cambio, cuando el producto crece en una proporción mayor (o menor) que el aumento de los insumos, la diferencia entre producto e insumos representa un traslado de la función de producción. Es decir, el cambio técnico se expresa como un crecimiento del producto "no explicable" por el crecimiento de los insumos.

Tal concepto simplifica la definición del cambio tecnológico. Se sabe que por alguna razón la función de producción se desplazó, pero se desconocen las múltiples causas del cambio técnico (mejoras en la administración, cambios en la organización del trabajo, modificaciones en la política económica, etcétera). Por tanto, según esta concepción, las estimaciones del cambio técnico incluyen todos los cambios que afectan al proceso de producción². Las mediciones tratan a las unidades de producción como una caja negra: se miden los insumos y la producción pero no hay descripción de lo que sucede en el interior de la empresa³.

Los supuestos de la teoría de la producción neoclásica que Solow incorpora en la construcción del índice del cambio tecnológico son los siguientes:

- a) Rendimientos constantes a escala. Por este supuesto Solow se libra, entre otras cosas, de formular un supuesto adicional en relación al mercado del capital, ya que la elasticidad del capital con respecto al producto es igual a 1 menos la elasticidad del trabajo. Calcular así la elasticidad del capital supone además que las decisiones de inversión basadas en diversas expectativas de las empresas no influyen en la medición del cambio técnico⁴;
- b) Cambio tecnológico neutral. Cuando se traslada la función de producción se mantienen las mismas productividades marginales de los factores, y
- c) Condiciones de competencia perfecta. Se supone que se paga a los factores productivos de acuerdo con su productividad marginal; que las empresas pueden obtener en el mercado del trabajo cualquier cantidad de este insumo al precio del mercado; que la elasticidad del trabajo con respecto al producto es igual a la participación del salario en el ingreso y, por

² Abramovitz llama a este concepto del cambio técnico "la medida de nuestra ignorancia", debido al desconocimiento de su causalidad. Véase Abramovitz, M., "Resources and output trends in the United States since 1870", *American Economic Review, Papers and Proceedings*, Vol. XLVI, May, 1956, pp. 5-23.

³ Para una interpretación similar a las medidas de productividad, véase Nishimizu, M. y Robinson, S., "Productivity growth in manufacturing", Chenery H., *Industrialization and growth*, World Bank Research Publications, Oxford University Press, 1986.

⁴ Véase Hall, R. "Invariance properties of Solow's productivity residual", Diamond, P., *Growth, productivity and unemployment*, The MIT Press, Cambridge Mass, London, 1990, p. 75.

tanto, no existen "ganancias extraordinarias", es decir, no hay precios de los productos mayores a los costos medios de las empresas.

Partiendo de dichos supuestos, Solow relaciona el crecimiento del producto con el de los insumos de la siguiente manera:

Sea $Q = A(t) f(K, L)$ una función de producción donde K representa el capital, L el trabajo y $A(t)$ el cambio técnico o PTF.

Diferenciando la función de producción con respecto al tiempo y dividiendo entre Q se obtiene:

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{A}}{A} + A \frac{\partial f}{\partial K} \frac{\dot{K}}{Q} + A \frac{\partial f}{\partial L} \frac{\dot{L}}{Q}$$

donde $\dot{Q}$, $\dot{A}$, $\dot{K}$, $\dot{L}$ son las derivadas con respecto al tiempo

definiendo a $\alpha = \frac{\partial Q}{\partial K} \frac{K}{Q}$ y $\beta = \frac{\partial Q}{\partial L} \frac{L}{Q}$

como las participaciones del trabajo y el capital en el producto

y además como:

$$A \frac{\partial f}{\partial L} = \frac{\partial Q}{\partial L}$$

entonces

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{A}}{A} + \alpha \frac{\dot{K}}{K} + \beta \frac{\dot{L}}{L}$$

La tasa de crecimiento del producto es igual a la tasa de incremento del cambio técnico más la tasa de crecimiento de los insumos. Por tanto el índice del cambio técnico ó $\dot{A}/A$ es igual a la tasa de crecimiento del producto menos las tasas de incremento ponderadas de los insumos, es decir:

$$\Delta q_t - \alpha_t \Delta L_t - (1 - \alpha) \Delta K_t = \theta_t$$

donde Δ = tasa de crecimiento y θ = índice del cambio técnico

En síntesis, estos son los principales supuestos teóricos del índice del cambio técnico de Solow: condiciones de competencia perfecta, rendimientos constantes a escala, cambio tecnológico neutral y funciones de producción homogéneas de primer grado. Son restrictivos y tienen consecuencias importantes para la medición del índice del cambio técnico. Por ejemplo, el pago que reciben los factores productivos en condiciones monopolísticas u oligopólicas en los mercados de productos y factores no es igual a su productividad marginal, lo cual sesga el cálculo de las participaciones del trabajo y el capital en el producto y, por tanto, el índice del cambio técnico. Asimismo, el incumplimiento de los supuestos de rendimientos constantes a escala y cambio técnico neutral pueden cuestionar la estimación del cambio técnico.

3.1.1.1 La teoría de los números índices y el índice del cambio tecnológico de Solow

El índice del cambio tecnológico de Solow es un índice Divisia, en virtud de que en su construcción se supone: i) una función de producción continua y diferenciable; ii) una función de producción homogénea de grado uno, y iii) tiempo continuo. El razonamiento implícito es el siguiente:

Escribiendo la función de producción:

$Y(t) = F(x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t); t)$ donde Y es el producto, x_i es el insumo "i" y t es el tiempo.

Tomando logaritmos y diferenciando con respecto al tiempo se obtiene:

$$\frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} = \frac{\sum_1^n F_{x_i}(t) \dot{x}_i(t)}{F(t)} + \frac{F_t(t)}{F(t)}$$

donde el punto sobre la variable indica la derivada respecto al tiempo y $F_{x_i} = \partial F / \partial x_i$, $F_t = \partial F / \partial t$, $x_i / x_i = 1$ Arreglando se tiene:

$$\frac{F_t(t)}{F(t)} = \frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} - \sum_1^n \frac{F_{x_i}(t) x_i(t)}{F(t)} \frac{\dot{x}_i(t)}{x_i(t)}$$

Haciendo a $F_i x_i / F$ que es la participación de cada insumo en el producto igual a β_i se obtiene la siguiente ecuación:

$$\frac{F_i(t)}{F(t)} = \frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} - \sum_i^n \beta_i(t) \frac{\dot{x}_i(t)}{x_i(t)}$$

La anterior ecuación mide el desplazamiento de la función de producción, en palabras de Solow es igual a $A(t)/A(t)$ por tanto:

$$\frac{\dot{A}(t)}{A(t)} = \frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} - \sum_i^n \beta_i(t) \frac{\dot{x}_i(t)}{x_i(t)}$$

Por último, integrando para obtener el índice del cambio tecnológico:

$$\frac{A(T)}{A(0)} = \frac{Y(T)}{Y(0)} \exp \left(- \sum_i^n \int_0^T \beta_i(t) \frac{\dot{x}_i(t)}{x_i(t)} dt \right)$$

De la ecuación anterior, el principal problema empírico es el cálculo del cambio infinitesimal de las participaciones de los insumos en el producto, es decir, el cálculo de:

$$\int_0^T \beta_i(t) \frac{\dot{x}_i(t)}{x_i(t)} dt$$

Ahora bien, como los datos para el cálculo de las participaciones en el producto son discretos y no continuos, debe plantearse una aproximación discreta, la que propone Solow, consistente en variar, para cada año del periodo de estudio, la participación de los distintos insumos en el producto⁵. Esta aproximación discreta del cambio infinitesimal de

⁵ Otros ejemplos de una aproximación discreta de las participaciones de los insumos en el producto son: i) la de Christensen y Jorgenson, que consiste en una aproximación promedio de las participaciones, es decir, $w_k = 1/2(w_{i,t} + w_{i,t-1})$ donde w = participación de los insumos en el producto, y ii) la de Star y Hall, que consiste en aproximarse a las participaciones de los insumos en el producto

la participación de los insumos en el producto, como cualquier otra⁶, introduce un sesgo en el cálculo del cambio tecnológico, relacionado con la variación de las participaciones relativas en el tiempo y con la magnitud del periodo de estudio⁷.

Portanto, aunque frecuentemente se señala que los índices del cambio tecnológico Divisia (como el de Solow) reducen los errores de aproximación en virtud de los encadenamientos con la información de todo el periodo, pueden sesgar la estimación por los errores que se introducen en la aproximación discreta de las participaciones en el producto.

3.1.2 El método de Diewert, Jorgenson, Christensen y Griliches

Estos autores coinciden con Solow: la PTF es la medida del desplazamiento de la función de producción o cambio tecnológico. La diferencia radica en la propuesta de un índice "exacto" para cualquier función de producción⁸.

Debido a las características de las funciones de producción translogarítmicas, Diewert propone para la medición del cambio tecnológico un índice que es "exacto" para este tipo de funciones. Estas son un caso particular de las funciones flexibles que son, a su vez, una aproximación a la función lineal general. Las funciones translogarítmicas se obtienen mediante una aproximación logarítmica de una función $h(z)$ con una serie de Taylor evaluada en el punto $z^0 = 1$ de la siguiente manera:

$$\ln h(z) = \ln h(z^0) + \sum_{i=1}^n \frac{\partial \ln h(z^0)}{\partial \ln z_i} \ln z_i + 1/2 \sum_i \sum_j \frac{\partial^2 \ln h(z^0)}{\partial \ln z_i \partial \ln z_j} \ln z_i \ln z_j$$

Haciendo que:

con el promedio aritmético de estas participaciones al inicio y al final del periodo de estudio, es decir:
 $w = 1/2[w_t(0) + w_t(T)]$ donde $t = 0, 1, \dots, T$.

⁶ Véase Christensen L. y Jorgenson D., "U.S. real produce and real factor input, 1929-1967", *The Review of Income and Wealth*, Núm. 16, 1970, pp. 19-50.

⁷ Para una demostración de esta conclusión con el análisis numérico, véase Trivedi, P., "Some discrete aproximations to Divisia integral indices", *Intemational Economic Review*, Vol. 22, febrero, 1981, pp. 71-77.

⁸ Diewert llama a los índices consistentes con una función de producción "superlativos" y Lau los denomina "exactos". Véase Diewert, W., E., "Superlative index numbers and consistency in aggregation", *Econometría*, Vol. 46, Núm. 4, 1978, y Lau, J.L., "On exact index numbers", *The Review of Economics and Statistics*, april, 1979, pp. 73-82.

$$\ln h(z^0) = \beta_0$$

$$\frac{\delta \ln h(z^0)}{\delta \ln z_i} = \beta_i$$

$$\frac{\delta^2 \ln h(z^0)}{\delta \ln z_i \delta \ln z_j} = \beta_{ij}$$

Entonces:

$$\ln h(z) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln z_i + 1/2 \sum_i \sum_j \beta_{ij} \ln z_i \ln z_j$$

Al utilizar este tipo de funciones como funciones de producción no es necesario ningún supuesto en relación con la sustitución de los factores productivos. Por otra parte, la función translogarítmica es homogénea de primer grado si se cumple que:

$$\sum \beta_i = 1 \text{ y } \sum \beta_{ij} = \sum \beta_{ji} = 0.$$

Bajo condiciones de competencia perfecta y rendimientos constantes a escala, Diewert y Lau demuestran que es posible la construcción de un índice del cambio tecnológico "exacto" para una función de producción translogarítmica⁹.

En síntesis, los supuestos de un índice "exacto" para una función de producción translogarítmica son: condiciones de competencia perfecta, rendimientos constantes a escala, funciones de producción translogarítmicas de grado uno para cada sector productivo y ningún supuesto en relación con la sustitución de un factor por el otro.

Las funciones de producción translogarítmicas tienen una ventaja: son una aproximación a una función del tipo lineal general. Además no es necesario suponer ningún comportamiento en cuanto a la sustitución de un factor productivo por el otro. Sin embargo,

⁹ La demostración de Lau se presenta en el anexo de este capítulo. Para una demostración de la consistencia de otros números índices con otras funciones, véase Diewert, W.E., "Superlative index numbers and consistency in aggregation", *Econometrica*, Vol. 46, Núm. 4, 1978, y Lau, J.L., "On exact index numbers", *The Review of Economics and Statistics*, april, 1976, pp. 73-82.

los supuestos restrictivos del método de Solow también prevalecen en este caso. La construcción de un índice del cambio tecnológico "exacto" para una función de producción translogarítmica se describe en el siguiente apartado.

3.1.2.1 Construcción del índice "exacto" para una función de producción translogarítmica

Para construir el índice del cambio tecnológico consistente con una función de producción translogarítmica, es necesario suponer condiciones de competencia perfecta, rendimientos constantes a escala, y funciones de producción para cada uno de los sectores económicos. Si al Valor Agregado se le llama Z_i , al Capital K_i y al Trabajo L_i , entonces: $Z_i = F^i(K_i, L_i, T)$ representa la función de producción "i" de cada uno de los n sectores¹⁰.

En condiciones de competencia perfecta la participación de las ganancias (v_k^i) y las remuneraciones en el Valor Agregado (v_l^i), son iguales a la elasticidad del Capital y del Trabajo respecto del Valor Agregado es decir:

$$v_k^i = \frac{p_k^i K_i}{q_i Z_i} = \frac{\delta \ln Z_i}{\delta \ln K_i} = \frac{G_i}{VA_i} =$$

Participación de las ganancias en el Valor Agregado del sector "i"

$$v_l^i = \frac{p_l^i L_i}{q_i Z_i} = \frac{\delta \ln Z_i}{\delta \ln L_i} = \frac{W_i}{VA_i} =$$

Participación de las remuneraciones en el Valor Agregado del sector "i"

donde q_i , p_k^i , y p_l^i , son los precios del Valor Agregado, el Capital y el Trabajo, respectivamente.

En condiciones de competencia perfecta y rendimientos constantes a escala, la suma de las elasticidades anteriores es igual a la unidad y además:

$$q_i Z_i = p_k^i K_i + p_l^i L_i$$

¹⁰ Una discusión amplia de esta metodología se encuentra en Jorgenson, D., Gollop, F., y Fraumeni, B., *Productivity and U.S. Growth*, Cambridge, Mass., 1987, Cap., 2.

La función de producción de cada uno de los "i" sectores se definió en términos del Valor Agregado, el Capital y el Trabajo; sin embargo, tanto el Capital como el Trabajo de cada sector es un agregado que depende a la vez de las cantidades individuales de estos agregados, es decir:

$$K_i = K_i(K_{1i}, K_{2i}, \dots, K_{pi}) \quad y$$

$$L_i = L_i(L_{1i}, L_{2i}, \dots, L_{qi})$$

Como se suponen funciones de producción homogéneas de grado uno, los cambios en las cantidades de los insumos ocasionan cambios proporcionales en el agregado del conjunto $\{K_{ki}\}$ de los "p" bienes de Capital y en el conjunto $\{L_{qi}\}$ de las "q" clases de trabajo del sector "i", y las participaciones de las distintas clases de trabajo y capital en sus correspondientes agregados son iguales a las elasticidades de sus agregados respecto a los distintos trabajos y capitales individuales, es decir:

$$v_{Kk}^i = \frac{p_{Kk}^i K_{ki}}{p_K^i K_i} = \frac{\delta \ln K_i}{\delta \ln K_{ki}}(K_{1i}, K_{2i}, \dots, K_{pi})$$

$$v_{Ll}^i = \frac{p_{Ll}^i L_{li}}{p_L^i L_i} = \frac{\delta \ln L_i}{\delta \ln L_{li}}(L_{1i}, L_{2i}, \dots, L_{qi})$$

y además:

$$p_K^i K_i = \sum p_{Kk}^i K_{ki}$$

$$p_L^i L_i = \sum p_{Ll}^i L_{li}$$

Por último, manteniendo constantes los insumos se define a la tasa de crecimiento del cambio tecnológico (v_T^i) de cada uno de los sectores como la tasa de crecimiento del Valor Agregado, manteniendo constantes los insumos, es decir:

$$v_T^i = \frac{\delta \ln Z_i}{\delta T}(K_i, L_i, T)$$

Hasta aquí, sólo se han expresado una serie de consideraciones para la construcción del índice del cambio tecnológico. Para la elaboración de este índice es necesario partir de una función de producción translogarítmica para cada uno de los "i" sectores:

$$\ln VA_i = \alpha'_0 + \alpha'_l \ln L_i + \alpha'_k \ln K_i + \alpha'_t T + \frac{1}{2} \beta'_{kk} (\ln K_i)^2 + \beta'_{kl} \ln K_i / \ln L_i \\ + \beta'_{kt} \ln K_i T + \frac{1}{2} \beta'_{ll} (\ln L_i)^2 + \beta'_{lt} \ln L_i T + \frac{1}{2} \beta'_{tt} T^2$$

En donde:

$$\frac{\partial \ln Z_i}{\partial \ln K_i} = v'_k = \alpha'_k + \beta'_{kk} \ln K_i + \beta'_{kl} \ln L_i + \beta'_{kt} T$$

$$\frac{\partial \ln Z_i}{\partial \ln L_i} = v'_l = \alpha'_l + \beta'_{ll} \ln L_i + \beta'_{kl} \ln K_i + \beta'_{lt} T$$

$$\frac{\partial \ln Z_i}{\partial T} = v'_T = \alpha'_t + \beta'_{lt} \ln L_i + \beta'_{kt} \ln K_i + \beta'_{tt} T$$

Como se suponen rendimientos constantes a escala, entonces:

$$\alpha'_k + \alpha'_l = 1$$

$$\beta'_{kk} + \beta'_{kl} = 0$$

$$\beta'_{ll} + \beta'_{kl} = 0$$

Si se consideran dos puntos discretos en el tiempo T y T-1, la tasa de crecimiento del cambio tecnológico del sector "i" es igual a la tasa de crecimiento del Valor Agregado menos las tasas de crecimiento ponderadas de los insumos, es decir:

$$\bar{v}'_T = \ln VA_i(T) - \ln VA_i(T-1) - \bar{v}'_k [\ln K_i(T) - \ln K_i(T-1)] - \bar{v}'_l [\ln L_i(T) - \ln L_i(T-1)]$$

Donde:

$$\bar{v}'_T = \frac{1}{2}[v'_T(T) + v'_T(T-1)]$$

$$\bar{v}'_K = \frac{1}{2}[v'_K(T) + v'_K(T-1)]$$

$$\bar{v}'_I = \frac{1}{2}[v'_I(T) + v'_I(T-1)]$$

Así como fue punto de partida para la construcción del índice del cambio tecnológico una función de producción para cada uno de los sectores, también los agregados de los insumos productivos Capital (K_i) y Trabajo (L_i) se expresan como una función translogarítmica de las distintas clases de capital y trabajo en cada uno de los sectores de la siguiente manera:

$$\ln K_i = \alpha'_1 \ln K_{1i} + \alpha'_2 \ln K_{2i} + \dots + \alpha'_p \ln K_{pi} + \frac{1}{2} \beta'_{11} (\ln K_i)^2 + \beta'_{12} (\ln K_{1i} \ln K_{2i} + \dots + \frac{1}{2} \beta'_{pp} \ln(K_{pi})^2$$

$$\ln L_i = \alpha'_1 \ln L_{1i} + \alpha'_2 \ln L_{2i} + \dots + \alpha'_q \ln L_{qi} + \frac{1}{2} \beta'_{11} (\ln L_i)^2 + \beta'_{12} (\ln L_{1i} \ln L_{2i} + \dots + \frac{1}{2} \beta'_{qq} \ln(L_{qi})^2$$

Considerando dos puntos en el tiempo, la tasa de crecimiento de los insumos Capital y Trabajo es igual a la suma ponderada de las tasas de crecimiento de sus respectivos componentes individuales:

$$\ln K_i(T) - \ln K_i(T-1) = \sum \bar{v}'_{Kk} [\ln K_{ki}(T) - \ln K_{ki}(T-1)]$$

$$\ln L_i(T) - \ln L_i(T-1) = \sum \bar{v}'_{Ll} [\ln L_{li}(T) - \ln L_{li}(T-1)]$$

donde:

$$\bar{v}'_{Kk} = \frac{1}{2}[v'_{Kk}(T) + v'_{Kk}(T-1)]$$

$$\bar{v}'_{Ll} = \frac{1}{2}[v'_{Ll}(T) + v'_{Ll}(T-1)]$$

3.1.2.2 La teoría de los números índices y los índices translogarítmicos del cambio tecnológico

La construcción de los índices translogarítmicos del cambio tecnológico de Christensen y Jorgenson tiene por cimientos la teoría de los números índices "exactos" de Diewert. De acuerdo con esta teoría, la construcción de estos índices parte de la especificación de una función de producción de la cual se deriva su correspondiente índice.

Los números índices "exactos" tienen importancia por su aproximación discreta al tiempo continuo. Al derivar un índice "exacto" para una determinada función de producción, se demuestra que no existe ningún sesgo en la aproximación discreta al tiempo continuo implícito en la función de producción. Sin embargo, el problema estriba en que la teoría de los números índices "exactos" no dilucida la magnitud del sesgo en las estimaciones del cambio tecnológico cuando la verdadera función de producción no es una función de producción translogarítmica¹¹.

Desde una perspectiva empírica, el problema con estos índices es que además de la competencia perfecta y de los rendimientos constantes a escala, habría que suponer funciones de producción translogarítmicas para cada uno de los sectores industriales y los agregados de los insumos productivos. Al igual que en los casos anteriores, el incumplimiento de los supuestos puede invalidar el significado de la medición del cambio tecnológico. No existe evidencia teórica ni empírica que permita establecer la dirección y la magnitud del sesgo que provoca la estimación del cambio tecnológico llevada a cabo con estos índices.

3.2 Las mediciones paramétricas del cambio tecnológico

En la literatura especializada¹² se menciona la conveniencia de estimar los parámetros de las funciones de producción para utilizarlos en el cálculo del cambio tecnológico, ya que con este procedimiento no hay ningún supuesto en torno a las elasticidades de los insumos respecto al producto, las economías de escala, los rendimientos, etcétera. Debido a las propiedades de las funciones de producción translogarítmicas, éstas han sido, en las investigaciones de los años recientes, frecuentemente utilizadas en las estimaciones paramétricas del cambio tecnológico. En seguida se analizan los supuestos de las

¹¹ Trivedi, P., "Some discrete approximations to Divisia Integral Indices", *International Economic Review*, Vol. 22, febrero, 1981, p. 77.

¹² Berndt, E., *The practice of econometrics: classic and contemporary*, Addison-Wesley Publishing, 1991.

estimaciones paramétricas del cambio tecnológico, agrupados en tres grupos: a) los que se refieren a la función de producción agregada; b) los específicos de cada estimación paramétrica, y c) los estadístico-probabilísticos del modelo econométrico general.

3.2.1 Los supuestos en la función de producción agregada

En la literatura¹³ se reconoce que los supuestos que garantizan la existencia teórica de una función de producción agregada, son múltiples y restrictivos. Se mencionan a continuación algunos de los más importantes.

Por claridad expositiva supóngase que en una economía existen n empresas. La empresa " v " produce sólo un producto $Y(v)$ utilizando una clase de trabajo $L(v)$ y un tipo de capital $K(v)$; por tanto, su función de producción se puede expresar como:

$$Y(v) = f^v[K(v), L(v)] \quad (1)$$

Por el momento, para la economía en su conjunto supóngase que los productos que fabrican las empresas son iguales, que todas utilizan la misma clase de trabajo y que el capital en cada caso es diferente, es decir, cada empresa tiene una tecnología distinta. Entonces, la función de producción agregada puede formularse como:

$$Y = \sum Y(v) = F(J, P) \quad (2)$$

donde $J = J(K_1, \dots, K_n)$ y $P = P(L_1, \dots, L_n)$

Fisher señala que tales supuestos no alcanzan para garantizar la existencia de la función de producción agregada: habría que suponer, además, que la función de producción de cada una de las empresas es separable en trabajo y capital, es decir, que (1) se puede escribir como:

$$f^v(K(v), L(v)) = \phi^v K(v) + \psi^v L(v)$$

También habría que suponer rendimientos constantes a escala, es decir, ninguna diferencia entre una empresa grande y una pequeña; en otras palabras, que la producción

¹³ Véase Fisher, F., "The existence of aggregate production function", *Econometrica*, Vol. 37, Núm. 4, 1969, pp. 552-573, Sato, K., *Production function and aggregation*, North-Holland Publishing Co., New York, 1975, y Muellbauer J., "Aggregate production functions and productivity measurement: A New Look", Myles G., *Measurement and Modelling in Economics*, Elsevier Science Publishing, 1990.

no depende de cómo ésta se distribuye entre las empresas. Por último, para garantizar la adecuada maximización del producto, habría que suponer libre movilidad de los recursos.

En los párrafos anteriores se supuso que los productos y el trabajo son homogéneos, pero no así el capital. Por ello, habría que agregar los supuestos relativos a la agregación del capital. Por lo pronto, sólo se mencionan algunos de los más importantes, ya que en el siguiente capítulo se analiza con mayor detalle este tema.

Fisher señala que para poder agregar el capital es necesario suponer, entre otras cosas, que: a) cada empresa tiene una función de producción separable en trabajo y capital. Desde el punto de vista del capital, esto significa la imposibilidad de que dos empresas produzcan el mismo producto con procesos de producción distintos; por ejemplo, no es posible que para el mismo producto una empresa cuente con un proceso productivo totalmente automatizado y la otra no; b) rendimientos constantes a escala para garantizar que las empresas difieren unas de otras sólo por la eficiencia en el uso del capital, y c) cuando los bienes de capital son distintos, habría que suponer además que las tasas marginales de sustitución entre los distintos bienes de capital son independientes entre sí. Por ejemplo, si existen dos bienes de capital K_1 y K_2 , la tasa marginal de sustitución entre K_1 y K_2 es independiente de la agregación del capital del tipo K_1 .

Por último, los supuestos relativos a la agregación del producto y el trabajo son también bastante restrictivos. Si se anulara el supuesto del producto y trabajo homogéneos, para poder agregar trabajos y productos heterogéneos habría que suponer: a) que no hay empleados especializados; b) que sólo existe un conjunto de salarios y las empresas emplean la misma combinación de distintos trabajos; c) que todas las empresas enfrentan los mismos precios relativos y producen la misma combinación de productos, es decir, no existe especialización en la producción.

En suma, incumplir alguno de los supuestos restrictivos de la función de producción agregada, puede ocasionar que las conclusiones que se desprenden de las estimaciones de estas funciones sean cuestionables. Para el caso concreto de la estimación del cambio tecnológico, el incumplimiento de dichos supuestos puede invalidar su significado.

3.2.2. Los supuestos de las distintas mediciones paramétricas

Los modelos econométricos frecuentemente utilizados en las estimaciones paramétricas del cambio tecnológico son: a) las estimaciones de funciones de producción translogarítmicas restringidas y no restringidas utilizando el método propuesto por Zellner, y b) la estimación de una función de producción translogarítmica empleando el método de

mínimos cuadrados ordinarios. A continuación se describen los rasgos y los supuestos de estos modelos.

3.2.2.1 Método de Zellner para la estimación de funciones de producción translogarítmicas restringidas y no restringidas

El primer paso para efectuar la estimación de una función de producción es la especificación del modelo econométrico. En el caso de la función de producción translogarítmica, la función a estimar es:

$$\ln VA_i = \alpha'_0 + \alpha'_1 \ln L_i + \alpha'_k \ln K_i + \alpha'_T T + \frac{1}{2} \beta'_{kk} (\ln K_i)^2 + \beta'_{kl} \ln K_i \ln L_i \\ + \beta'_{kt} \ln K_i T + \frac{1}{2} \beta'_{ll} (\ln L_i)^2 + \beta'_{lt} \ln L_i T + \frac{1}{2} \beta'_{TT} T^2 + u_i$$

donde:

VA_i es el Valor Agregado, L_i es el Trabajo y K_i el Capital en el sector productivo "i"

La anterior función no puede estimarse directamente porque las variables independientes están altamente correlacionadas, lo cual ocasiona problemas de multicolinealidad.

Para resolver tales problemas, se estima la función de producción translogarítmica con un sistema de tres ecuaciones. Las dos primeras son las siguientes:

$$v_{Kk} = \frac{\partial \ln VA_k}{\partial \ln K_k} = v'_k = \alpha'_k + \beta'_{kk} \ln K_k + \beta'_{kl} \ln L_k + \beta'_{kt} T + u_{Kk} \quad (1)$$

$$v_{Ll} = \frac{\partial \ln VA_k}{\partial \ln L_k} = v'_l = \alpha'_l + \beta'_{lk} \ln K_k + \beta'_{ll} \ln L_k + \beta'_{lt} T + u_{Ll} \quad (2)$$

y la tercera ecuación es:

$$\ln VA_i = \alpha'_0 + \alpha'_1 \ln L_i + \alpha'_k \ln K_i + \alpha'_T T + \frac{1}{2} \beta'_{kk} (\ln K_i)^2 + \beta'_{kl} \ln K_i \ln L_i \\ + \beta'_{kt} \ln K_i T + \frac{1}{2} \beta'_{ll} (\ln L_i)^2 + \beta'_{lt} \ln L_i T + \frac{1}{2} \beta'_{TT} T^2 + u_i$$

De las dos primeras ecuaciones se obtienen los siguientes parámetros:

$$\alpha_{ik} \quad \beta_{ikk} \quad \beta_{ikl} \quad \beta_{ikl} \quad \alpha_{il} \quad \beta_{ill} \quad \beta_{ikl} \quad \beta_{ill}$$

y de la tercera se obtienen:

$$\alpha_{ik} \quad \alpha_{io} \quad \beta_{ill}$$

Un método para estimar ese sistema de ecuaciones es el de Zellner. Consiste en estimar con mínimos cuadrados cada una de las ecuaciones del sistema obteniendo para cada ecuación la estimación de sus errores (u). Con los errores estimados se construye una matriz y con ella se vuelven a estimar cada una de las ecuaciones iniciales con el método de mínimos cuadrados generalizados. Este método produce estimadores numéricamente equivalentes a los estimadores de máxima verosimilitud¹⁴.

Con los parámetros estimados del modelo econométrico y la correspondiente información del trabajo y el capital en cada uno de los sectores productivos, se calculan las participaciones del trabajo y el capital en el producto total, es decir, las elasticidades de los insumos respecto al producto v_{ik} y v_{il} . Para calcular el índice del cambio tecnológico se calcula:

$$\bar{v}_i' = \ln VA_i(T) - \ln VA_i(T-1) - [\bar{v}_k' \ln K_i(T) - \ln K_i(T-1)] - [\bar{v}_l' \ln L_i(T) - \ln L_i(T-1)]$$

Donde:

$$\bar{v}_T' = 1/2[v_T'(T) + v_T'(T-1)]$$

$$\bar{v}_k' = 1/2[v_k'(T) + v_k'(T-1)]$$

$$\bar{v}_l' = 1/2[v_l'(T) + v_l'(T-1)]$$

Esta metodología para estimar los parámetros de una función de producción translogarítmica se utiliza para estimar funciones de producción restringidas y no restringidas, cuyas características son las siguientes:

- i) **El modelo restringido.** En la estimación de este modelo se suponen rendimientos constantes a escala en cada uno de los sectores productivos. En términos del modelo econométrico, tal supuesto impone a las tres ecuaciones anteriormente señaladas, las siguientes restricciones:

¹⁴ Véase Pindyck R. y Rubinfeld, D., *Econometric models and economic forecast*, McGraw-Hill, New York, 1991, y Berndt E., *The practice of econometrics: classic and contemporary*, Addison-Wesley, 1991.

$$\alpha_K + \alpha_L = 1$$

$$\beta_{KK} + \beta_{KL} = 0$$

$$\beta_{KL} + \beta_{LL} = 0$$

$$\beta_{KT} + \beta_{LT} = 0$$

$$\beta_{KL} = \beta_{LK}$$

Una vez incorporadas estas restricciones, la especificación del modelo econométrico es la siguiente:

$$v_{ik} = \alpha_K + \beta_{KK} \ln K_R - \beta_{KK} \ln L_R + \beta_{KT} T + u_{ik} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \ln VA_R = & \alpha_{L0} + (1 - \alpha_{L0}) \ln L_R + \alpha_K \ln K_R + \alpha_R T + 1/2 \beta_{KK} (\ln K_R)^2 - \beta_{KK} \ln K_R \ln L_R \\ & + \beta_{KT} \ln K_R T + 1/2 \beta_{KK} (\ln L_R)^2 - \beta_{KT} \ln L_R T + 1/2 \beta_{LT} T^2 + u_i \end{aligned}$$

En virtud de esas restricciones sólo es menester estimar dos ecuaciones en lugar de tres y seis parámetros en lugar de los diez que se estiman en el modelo no restringido.

- ii) ***El modelo no restringido.*** La metodología para la estimación de este modelo estriba en no suponer rendimientos constantes a escala en cada uno de los sectores productivos; dicho en términos del modelo econométrico, estriba en no imponer, al estimar, ninguna restricción a las tres ecuaciones señaladas inicialmente. Así, se estiman las dos ecuaciones de participación de los insumos en el producto, junto con la función de producción. La ventaja de este método es que se evitan los supuestos restrictivos que impone la teoría convencional, como son: condiciones de competencia perfecta, rendimientos constantes a escala y cambio tecnológico neutral.

3.2.2.2 Método de mínimos cuadrados para la estimación de funciones de producción translogarítmicas

Para estimar una función de producción translogarítmica con el método de Zellner, deben especificarse las funciones de participación de los insumos en el producto, es decir, las

funciones v_k y v_k . Algunos autores¹⁵ aseguran que estas especificaciones, junto con las restricciones que se imponen en la estimación, generan importantes sesgos en la misma.

En un trabajo reciente, J. Tybout¹⁶ propone estimar la función de producción translogarítmica con el método de mínimos cuadrados y utilizando una especificación distinta. Para evitar el problema de la multicolinealidad sugiere una transformación en la información. La especificación de la función de producción es la siguiente:

$$y_k = \sum_t \delta_t D_{ts} + \sum_j \beta_j X_k^j + \sum_j \sum_k \lambda_{jk} (X_k^j X_k^k) + \theta$$

donde D_{ts} es una variable Dummy que es igual a uno cuando $t=s$,
 $s = 1, 2, 3, \dots, T$

X_k son los logaritmos de los insumos Trabajo y Capital, Y_k es el logaritmo del valor agregado y j y k son índices de los dos insumos.

Tanto para los insumos como para el Valor Agregado, Tybout propone (para llevar a cabo la estimación de la función de producción translogarítmica) reemplazar cada variable x_k y Y_k con las siguientes desviaciones:

$$x_k = x_k - (1/T) \sum_{t=1}^T x_k$$

$$Y_k = Y_k - (1/T) \sum_{t=1}^T Y_k$$

$$i = 1, \dots, n$$

De acuerdo con Tybout, el índice del cambio tecnológico se obtiene calculando el antilogaritmo del parámetro de la variable Dummy de la función de producción translogarítmica estimada. Los supuestos teóricos de este modelo son los mismos que los

¹⁵ Tybout, J. y Westbrook, D., "Estimating returns to scale with large imperfect panels", *Working paper*, World Bank, agosto, 1991, y Mundlak, Y., "Sources of input variations and the inefficiency of dual production functions", Rehovot, Israel: Center for Agricultural Economic Research, 1989.

¹⁶ Tybout, J., "Trade liberalization and the structure of production in mexican manufacturing industries", Mimeo, march, 1992.

del modelo no restringido arriba comentado.

En cualquier modelo econométrico subyacen, además de los supuestos teóricos, los de carácter estadístico-probabilístico. Por ello, su valuación requiere considerar ambos tipos de supuestos. A continuación se describen brevemente los supuestos estadísticos que debe satisfacer cualquier estimación econométrica.

3.2.3 Los supuestos estadístico-probabilísticos de un modelo econométrico

En la especificación de un modelo econométrico se siguen varias etapas. En la primera se selecciona un modelo teórico que proporcione tanto las premisas como la interpretación lógica del fenómeno en cuestión¹⁷. En la segunda se eligen los datos para la estimación. Estos datos se obtienen a través de un mecanismo que se denomina proceso generador de información (PGI), proceso al que cabe aproximarse mediante un modelo estadístico. Una tercera etapa consiste en proponer un modelo general estadístico (MGE) que consiste en definir el componente sistemático de la variable de interés y el componente no sistemático. Por último:

Una vez definido el MGE que se cree más aproximado al PGI, habrá que plantear ciertos supuestos del mismo, así como también del modelo de probabilidad y el muestral que lo sustentan. Esos supuestos subyacentes forman parte del modelo estadístico y sólo una verificación exhaustiva para comprobar que efectivamente los datos cumplen con ellos permitirá asegurar que la estimación y la inferencia realizadas a partir de ésta son adecuadas para el análisis del fenómeno de interés desde el punto de vista estadístico. En caso contrario, lo que procede es reespecificar el modelo estadístico, es decir, replantear parte o todo el MGE, el modelo probabilístico o el muestral, ya que no se ha obtenido una adecuada aproximación al verdadero PGI, y por lo tanto cualquier inferencia realizada sobre la base de ese modelo no tendrá ningún sentido¹⁸.

Por tanto, los errores de especificación de un modelo son provocados por el incumplimiento de los siguientes supuestos establecidos sobre el modelo estadístico, probabilístico y muestral:

- a) Supuestos relativos al modelo estadístico: $Y_i = x_i\beta + \mu_i$, donde x_i es una realización de X_i

¹⁷ Para una discusión amplia de la evaluación de los modelos econométricos, véase Cassoni, A., "Pruebas de diagnóstico en el modelo econométrico", CIDE, México, 1991.

¹⁸ Cassoni, A., "Pruebas de diagnóstico en el modelo econométrico", CIDE, México, 1991, p. 10.

- 1) $\mu_i = E(Y_i/X_i = x_i) = x_i \beta$ es el componente sistemático, y $\mu_i = Y_i - E(Y_i/X_i = x_i)$ es el no sistemático, conocido como "error" de la estimación.

Si este supuesto no se cumple, el condicionamiento sobre x_i es inadecuado, es decir, el conjunto de información relevante para el modelo es otro. La elección del condicionamiento adecuado depende de la situación que se desea representar y no es posible definirlo con una prueba de hipótesis. Pero se prueba indirectamente, con las pruebas de hipótesis que se plantean para el resto de los supuestos.

- 2) Los parámetros estadísticos de interés para el modelo de regresión son: (β, σ^2) . Al postular el modelo de regresión lineal como el modelo estadístico adecuado se está suponiendo que el conjunto de variables aleatorias a partir del cual se generaron los datos observados tiene una distribución normal. Si cambian los datos observados y su distribución, las β_i varían; si la distribución de los datos es otra que la normal (por ejemplo, una Bernoulli), entonces σ^2 será (p) .

Las pruebas para detectar posibles desviaciones de la distribución de Z_t , se plantearán al analizar los supuestos 6i, 6iii y 7. En relación con las desviaciones de las β_i , son convenientes las pruebas de omisión de variables, para comprobar que no se han incluido o excluido variables relevantes del modelo en la estimación.

- 3) No existe información a priori sobre (β, σ^2) . La información que se incorpora al especificar el modelo estadístico es la siguiente: i) la teórica, que define las variables que se incluyen en el modelo; ii) la muestral, que se refiere a la estructura de las variables, por ejemplo: Z_i, Z_{t-j}, Z_{t+j} , y iii) la de medida, que tiene que ver con las unidades de las variables implicadas. Aparte de esta, no existe otra información mediante la cual resulten restricciones en los parámetros.
- 4) Para $x = (x_1, x_2, \dots, x_T)$ rango $(x) = k < T$. Cuando este supuesto no se cumple, puede estar sucediendo que el conjunto de datos es inadecuado para la estimación del modelo estadístico. Este problema se conoce con el nombre de multicolinealidad. Los problemas de la inadecuada información pueden deberse a:

i) relaciones entre las variables, y ii) falta de información suficiente, subsanable si se incorporan algunas restricciones que disminuyan el número de parámetros a estimar.

Cuando existe multicolinealidad es posible estimar los parámetros del modelo estadístico, pero sus errores estándar tienden a crecer a medida que aumenta el grado de colinealidad entre las variables. Si el tamaño de los errores estándar aumenta, los intervalos de confianza para las pruebas de hipótesis tienden a ser grandes, con lo cual la probabilidad de aceptar la hipótesis falsa también aumenta. Por último, cabe señalar que los errores estándar de los parámetros se vuelen muy sensibles incluso con pequeños cambios en las cifras. Luego, es posible obtener una R^2 alta con casi ningún parámetro estimado estadísticamente significativo¹⁹.

- 5) $X = (X_1, X_2, \dots, X_k)$ es débilmente exógena con respecto a (β, σ^2) . El incumplimiento de este supuesto se debe a que se ignora la incidencia que tiene la estructura probabilística de X_i sobre la estimación, es decir, se ignora que y_i y X_i se determinan de manera simultánea. Por tanto, para los casos en los cuales las variables están interrelacionadas, conviene plantear el modelo estadístico con un sistema de ecuaciones y no un modelo uniecuacional. El incumplimiento de este supuesto suscita estimadores de β sesgados e inconsistentes.

b) Supuestos subyacentes al modelo probabilístico

- 6i) $D(y_t/X_t=x_t; (\beta, \sigma^2))$ es una distribución normal, lo cual se deriva del supuesto más general de que la distribución conjunta es normal multivariada. Si no es el caso, deberán replantearse los demás supuestos en términos de la distribución que corresponda. Si el supuesto de normalidad no se cumple, se demuestra que los parámetros del modelo son insesgados. Para el caso de las β , estimadas se demuestra que su distribución asintótica es normal; por tanto, a pesar de no conocer su distribución es posible realizar pruebas con validez asintótica. Sin embargo, este resultado no se

¹⁹ Véase Gujarati, D., *Econometría Básica*, México, McGraw Hill, 1978, pp. 174-175.

puede extender a σ^2 ya que su distribución asintótica depende del coeficiente de kurtosis y, por tanto, no son confiables las pruebas de hipótesis basadas en σ^2 estimada como por ejemplo las de heterocedasticidad y cambio estructural.

- 6ii) $E(y_t/X_t = x_t) = x_t\beta$ lineal en x_t . La consecuencia de la no linealidad es que los estimadores β y σ^2 son sesgados e inconsistentes, como resultado del error de especificación.
- 6iii) $V(y_t/X_t = x_t) = \sigma^2$ se refiere a que los errores de la estimación son homocedásticos. Se demuestra que en el caso de que el supuesto de homoscedasticidad no se cumpla, los parámetros estimados son insesgados y consistentes. Pero la varianza de los β_i no es la mínima; por tanto, el intervalo de confianza para β_i es innecesariamente ancho y, entonces, las pruebas de significación pierden validez, es decir, las pruebas "t" y "F" pueden conducir a conclusiones falsas.
- 7) Los parámetros del modelo (β , σ^2) son invariantes en el tiempo. Si este no es el caso, se podría tener:

$$y_t = x_t\beta_t + u_t \quad V(y_t/X_t = x_t) = \sigma_t^2$$

En consecuencia, el número de los parámetros a estimar aumentaría a $T(k+1)$, con lo cual sería imposible la estimación.

- 8) $\{y_1, y_2, \dots, y_T\}$ es una muestra independiente, tomada de $D(y_t/X_t = x_t; (\beta, \sigma^2))$ para $t=1, \dots, T$, respectivamente. Esto implica que el orden en que se obtengan las observaciones no afecta el análisis estadístico del modelo, ya que éstas son independientes. Es decir, la obtención de un cierto valor de y en el momento t no tiene ningún efecto sobre el valor que se obtendrá en $t+j$. El incumplimiento de este supuesto se conoce con el nombre de autocorrelación. Cuando se presenta este problema los parámetros estimados son insesgados y consistentes pero ineficientes. Además, β_i y σ^2 estimados no son independientes, lo que invalida algunos resultados necesarios para derivar la distribución de los estadísticos de prueba.

Para cada uno de los supuestos anteriores se formulan las siguientes hipótesis nulas: el modelo es una representación adecuada del PGI, y la alternativa: el modelo no es una

representación adecuada del PGI.

De acuerdo con este enfoque, para que las estimaciones paramétricas del cambio tecnológico arriba descritas sean confiables desde el punto de vista estadístico, es imprescindible que los modelos econométricos (a partir de los cuales se llevaron a cabo las distintas estimaciones de los correspondientes parámetros) cumplan con todos los supuestos del modelo estadístico. En otras palabras, sólo después de haber comprobado que cumplen con todos los supuestos, se puede considerar que las medidas paramétricas del cambio tecnológico son una adecuada aproximación de él.

En pocas palabras, los supuestos de las estimaciones paramétricas del cambio tecnológico son numerosos y restrictivos. Incluyen condiciones de competencia perfecta, cambio tecnológico neutral, funciones de producción homogéneas de primer grado y otros concernientes a las funciones de producción agregada. Su incumplimiento puede poner en duda el significado de la estimación. Desde el punto de vista estadístico, sólo cuando cumplen con todos los supuestos del modelo econométrico general, estos cálculos expresan una adecuada estimación del cambio tecnológico.

3.3 Resumen y consideraciones finales

Solow fue el primer autor que identificó el concepto PTF con el cambio tecnológico o desplazamiento de una función de producción. El cálculo del índice del cambio técnico que propuso consiste en restarle a la tasa de crecimiento del producto las tasas de crecimiento ponderadas de los insumos.

Estos son los supuestos de la medición del cambio técnico de Solow: condiciones de competencia perfecta, rendimientos constantes a escala, cambio tecnológico neutral y funciones de producción homogéneas de primer grado. Son restrictivos y tienen consecuencias importantes para la medición del índice del cambio técnico. Por ejemplo, el pago que reciben los factores productivos en condiciones monopólicas u oligopólicas en los mercados de productos y factores, no es igual a su productividad marginal, y ello sesga el cálculo de las participaciones del trabajo y el capital en el producto y, por tanto, el índice del cambio técnico. Asimismo, el incumplimiento de los supuestos de rendimientos constantes a escala y el cambio técnico neutral pueden cuestionar la estimación del cambio técnico.

En la construcción del índice del cambio técnico, Solow supone tiempo continuo. Es decir, propone un índice Divisia. Sin embargo, este índice puede sesgar la estimación del desplazamiento de la función de producción debido a los errores que se introducen por la

aproximación discreta de las participaciones de los insumos en el producto.

Jorgenson, Christensen y Griliches proponen un índice basado en la teoría de los números índices "exactos" de Diewert. Los supuestos teóricos del índice son: condiciones de competencia perfecta, rendimientos constantes a escala, funciones de producción translogarítmicas de grado uno para cada sector productivo.

Como en el método de Solow, incumplir aquí los supuestos teóricos puede invalidar el significado de la medición del cambio tecnológico. No existe evidencia teórica ni empírica que permita establecer la dirección y la magnitud del sesgo que provoca la estimación del cambio tecnológico llevada a cabo con los índices "exactos" de las funciones de producción translogarítmicas.

En las estimaciones paramétricas del cambio tecnológico subyacen tres clases de supuestos: a) los que se refieren a la función de producción agregada; b) los específicos de cada estimación paramétrica, y c) los estadístico-probabilísticos del modelo econométrico general.

Los supuestos teóricos de una función de producción agregada son múltiples y restrictivos. Entre ellos, a) que la función de producción de cada empresa es separable en trabajo y capital; b) que hay rendimientos constantes a escala (es decir, que no existen diferencias entre una empresa grande y una pequeña), y c) que hay libre movilidad de los recursos. Cuando los bienes de capital son distintos, habría que suponer además que las tasas marginales de sustitución entre los distintos bienes de capital son independientes entre sí. Por ejemplo, si existen dos bienes de capital K_1 y K_2 , la tasa marginal de sustitución entre K_1 y K_2 es independiente de la agregación del capital del tipo K_1 . Por último, para poder agregar trabajos y productos heterogéneos habría que suponer: a) que no existen empleados especializados; b) que sólo existe un conjunto de salarios y las empresas emplean la misma combinación de distintos trabajos, y c) que todas las empresas enfrentan los mismos precios relativos y producen la misma combinación de productos, es decir, no existe especialización en la producción.

Los modelos econométricos frecuentemente utilizados en las mediciones paramétricas del cambio tecnológico son: a) estimaciones de funciones de producción translogarítmicas restringidas y no restringidas utilizando el método de Zellner, y b) la estimación de una función de producción translogarítmica empleando el método de mínimos cuadrados ordinarios.

En suma, los supuestos de las estimaciones paramétricas del cambio tecnológico son numerosos y restrictivos: condiciones de competencia perfecta, cambio tecnológico neutral, funciones de producción homogéneas de primer grado y otros concernientes a las funciones de producción agregada. Su incumplimiento puede cuestionar el significado de la estimación. Desde el punto de vista estadístico, sólo cuando cumple con todos los supuestos del modelo econométrico general, puede ser una estimación adecuada del cambio tecnológico.

Las diferencias entre los métodos, derivadas de los supuestos teóricos y de los números índices utilizados, puede traer como resultado que las mediciones de la PTF y del cambio técnico llevadas a cabo con diversos métodos no coincidan. Debe entonces procederse a su cálculo empírico para apreciar la magnitud y dirección del sesgo en que se incurre con cada uno de tales métodos.

En virtud de que los resultados empíricos de las estimaciones de la PTF dependen de las variables utilizadas en la medición, antes de presentar los resultados de los cambios empíricos de la PTF, en el capítulo siguiente se exponen los criterios empleados para la elección de las variables empíricas usadas en el cálculo de la PTF.

CAPÍTULO 4
LAS VARIABLES EMPÍRICAS UTILIZADAS
EN LA MEDICIÓN DE LA PTF

CAPÍTULO 4

LAS VARIABLES EMPÍRICAS UTILIZADAS EN LA MEDICIÓN DE LA PTF

En las discrepancias que se obtienen al estimar la PTF con distintos métodos influyen los distintos supuestos teóricos de éstos y también la construcción y elección de las variables empíricas utilizadas en las diversas cuantificaciones.

El objetivo de este capítulo es describir el procedimiento seguido en la elaboración de las distintas variables empíricas que se emplearon para la cuantificación de la PTF de la industria manufacturera mexicana, los supuestos implícitos en la construcción de los insumos productivos y, por último, los sesgos posibles al utilizar estas variables.

4.1 La medición del producto

4.1.1 Valor Bruto de la Producción y Valor Agregado

Para cuantificar la PTF con cualquiera de los métodos descritos en el capítulo anterior es necesario partir de una definición empírica del producto. Este puede medirse considerando sólo la producción de los bienes y servicios finales, es decir, empleando el concepto de Valor Agregado (VA), o incluyendo también los productos intermedios; en otras palabras, utilizando el Valor Bruto de la Producción (VBP). Escoger uno u otro concepto depende de los propósitos de la investigación. Si la intención es analizar -además de las diferencias intersectoriales de productividad- las posibilidades de sustitución entre todos los insumos utilizados en la producción, la medida del producto adecuada es el VBP. Pero si lo que interesa es obtener medidas de la PTF sectoriales compatibles con las de la economía en su conjunto, la medida del producto adecuada es el VA, no el VBP.

Una medida de la PTF sectorial compatible con la de la economía en su conjunto sólo puede calcularse tomando como medida del producto al VA, ya que así se evita el problema de la doble contabilidad al incluir a los insumos intermedios en la medición del producto industrial¹. Considérese el caso en el cual algunas industrias dejan de producir sus propios insumos intermedios y, por tanto, la producción de los insumos intermedios se traslada a otra industria; el VA de la industria en cuestión no se ve afectado ya que no incluía el valor

¹ Véase: Kendrick, W.J., *Productivity trends in the United States*, Princeton University Press, 1961; Kendrick, W.J., "Productivity trends capital and labor", *Occasional Paper*, Núm. 53, National Bureau of Economic Research, 1966; Kendrick, W.J. y Grossman, S.E., *Productivity in the United States, trends and cycles*, The John Hopkins University Press, Baltimore, 1980.

de los insumos intermedios. En otras palabras, la medición del producto tomando al VA impide sesgos en la medición del producto ya que éste no se modifica cuando se traslada la producción de insumos intermedios de una industria a otra.

Como medida del producto, el VA no carece de dificultades. El valor del producto puede subestimarse cuando en alguna industria se modifican la calidad o la introducción de nuevos productos. Si estos cambios se llevan a cabo utilizando una mayor cantidad de insumos intermedios, el VA se incrementa en menor proporción y por tanto - a pesar del aumento en el producto real por la introducción de nuevos y mejores productos-, la medición del producto no se modifica de manera importante. De tal manera, la cuantificación de la PTF podría estar subestimada².

Según estudios recientes³, son muy restrictivos los supuestos de una función de producción cuya medida del producto sectorial es el VA. Entre ellos destacan:

- a) La existencia de una función de producción diferenciable cóncava y no decreciente en los insumos;
- b) El trabajo y el capital son separables de los insumos intermedios. Como el VA es por definición igual al VBP menos los insumos intermedios (I), al usar como medida del producto al VA se supone que las funciones de producción de los distintos sectores son aditivas separables con la forma:
$$VBP = VA + I^4$$
, y
- c) Las estimaciones sectoriales de la PTF sólo son válidas cuando los precios de los insumos intermedios y de los productos varían en la misma proporción.

Ahora bien, como es propósito de esta investigación analizar las medidas de la PTF sectoriales compatibles con cuantificaciones agregadas, el concepto de producto utilizado para la medición de la PTF de las ramas de la industria manufacturera mexicana es el VA. Es conveniente presentar ahora algunos de los sesgos en que posiblemente incurrimos al emplear en las mediciones de la PTF esta variable.

Al utilizar como medida del producto al VBP se subestima el crecimiento de la productividad (en una cuantía equivalente a 1 - la participación de los insumos intermedios en el VBP),

² Kendrick, W.J., *Productivity trends in the United States*, Princeton University Press, 1961, p. 30.

³ Jorgenson, W.D., Gollop, F.M., y Fraumeni, M.B., *Productivity and U.S. economic growth*, Harvard University Press, Mass, 1987; Kendrick y Vaccara, "New developments in productivity measurement", NBR, 1979; Nadiri, I., "Some approaches to the theory and measurement of total factor productivity, a survey" en *Journal of Economic Literature*, Vol. VII, Núm. 4, dec., 1970, pp. 1137-1177.

⁴ Véase: Slade E., M., "Value Added Total-Factor Productivity Measurement: A Monte Carlo Assessment" en Eichhorn E., *Measurement in Economics*, 1986

aún en el caso en que los insumos sean complementarios y su participación en el VBP sea constante⁵.

Cuando se calcula la PTF utilizando el VA como medida del producto, la estimación es mayor comparada con la que resulta de usar el VBP; este sesgo depende de a) la magnitud de la elasticidad de sustitución entre los factores productivos; b) de la participación de los insumos intermedios en el VBP, y c) de los cambios en el precio de los insumos intermedios⁶.

La cuantificación de la PTF de la industria manufacturera mexicana se realizó con base en los microdatos de la Encuesta Industrial Anual elaborada por el INEGI, para los años 1984 a 1990.

Esta encuesta procesa la información de 3218 establecimientos, que representan el 2.3% del total reportado por el Censo Industrial de 1985. Sin embargo, ahí están mayormente representados los establecimientos de mediano y de gran tamaño, a juzgar por el número de sus trabajadores (ver el cuadro 1).

Cuadro 1
Encuesta Industrial anual y Censo Industrial

Tamaño de los establecimientos	Establecimientos en la muestra respecto al Censo Industrial de 1985
Micro (1 a 5 trabajadores)	0.01%
Chicos (6 a 50 trabajadores)	2.60%
Medianos (51 a 100 trabajadores)	15.95%
Grandes (101 a 500 trabajadores)	33.05%
Gigantes (5001 y más trabajadores)	17.18%
Total	2.30%

⁵ Star, S., "Accounting for the growth of output", *The American Economic Review*, marzo, 1974, pp. 312-320, citado por Hernández, L.E., con la colaboración de Brown, G.F. y Guzmán Ch., A., *Evolución de la productividad total de los factores en la economía mexicana (1970-1989)*, STPS-Banco Mundial, México, 1992.

⁶ Slade, E.M., "Value added total-factor productivity measurement: A Monte Carlo assessment", Eichhorn, E., *Measurement in Economics*, 1986.

Debido a que tal muestra está sesgada hacia los establecimientos medianos, grandes y gigantes, y en virtud de la relativa escasa importancia de los micro y pequeños en el total de la misma (tanto en el empleo como en la producción), se decidió eliminar a estos últimos. Las tendencias de la PTF calculadas con distintas metodologías se estimaron con información de los establecimientos de mayor tamaño. Por tanto, muestran el comportamiento de la industria mediana y grande y no necesariamente son representativas del dinamismo de la industria nacional en su conjunto. Sin embargo, dada la importancia de estas empresas en la estructura industrial mexicana, los resultados explican una parte sustancial de la PTF de las distintas ramas industriales.

Para eliminar a los micros y pequeños, se efectuó una revisión de todos los establecimientos en los seis años que abarca el estudio. Así se detectó que algunos cambiaban de tamaño o tenían ceros en el personal ocupado o en el VBP. Por consiguiente, para excluir a los mismos en los seis años, se quitaron de la muestra los siguientes establecimientos: a) los que tenían menos de 50 trabajadores; b) los que en más de tres años tenían menos de 50 trabajadores; c) los que por tres años no registraron información respecto al personal ocupado, y d) los que en tres años o más no registraron valores positivos en el VA y/o en el VBP.

Con este criterio fueron eliminados 1079 establecimientos, y quedando 2139 cuya estructura por tamaño de establecimiento se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2
Estructura por tamaño de establecimiento

Tamaño	Número de establecimientos	Porcentaje
Medianos	450	21.04%
Grandes	1216	56.85%
Gigantes	473	22.11%
Total Encuesta	2139	100.00%

Esta muestra, utilizada para las distintas estimaciones de la PTF, constituye el 23% del empleo y el 80% del vbp de establecimientos similares reportados en el Censo Industrial de 1985. Con relación al VBP reportado por las Cuentas Nacionales, el de la muestra de

esta investigación representa el 53% y 34% del empleo remunerado⁷.

El VA utilizado en la estimación de la PTF para las distintas ramas industriales se calculó restandole al VBP de cada uno de los establecimientos el valor de los insumos intermedios; a esta diferencia se le restó el valor de los impuestos indirectos (IVA) pagados por las empresas. En el VBP se incluyeron: el valor de los productos producidos por el establecimiento, otros ingresos y el valor de los activos producidos por la empresa para su propio uso. Y en el valor de los insumos intermedios están los gastos de las materias primas y servicios comprados a terceros, la energía consumida en la producción, los fletes y las comisiones por ventas a terceros.

4.1.2: Producto Nacional Bruto y Producto Nacional Neto

En la literatura sobre el crecimiento económico y la productividad se debate la conveniencia de restarle al producto⁸ la depreciación de los activos fijos.

Para evitar distorsiones en las expectativas del bienestar, lo correcto en las estimaciones de productividad, según Kendrick, es restarle al producto la depreciación de los activos fijos, es decir, utilizar el producto neto. Por ejemplo, un aumento del producto bruto ocasionado por un acelerado consumo del capital podría significar solamente un intercambio de consumo futuro por el presente sin que necesariamente aumente el bienestar nacional, ya que lo realmente consumible en un periodo es el producto neto⁹.

Por su parte, Jorgenson y Griliches señalan que los aumentos en productividad provocan incrementos en el Producto Nacional Bruto (PNB), y por tanto es correcto utilizar al Producto Bruto en las estimaciones de la PTF. Se añade que el concepto Producto Nacional Neto no es compatible con la teoría neoclásica de la producción, ya que al excluir la depreciación

⁷ La cobertura de la muestra difiere en las distintas actividades industriales. Por ejemplo, el empleo de la muestra cubre más del 60% del empleo del Censo Industrial en la industria metálica básica; entre 35 y 45% en alimentos, bebidas y tabaco; textiles y prendas de vestir; papel, imprentas y editoriales; productos químicos, corcho y plásticos; productos minerales no metálicos y productos metálicos, maquinaria y equipo. Sólo en la industria de la madera la cobertura es relativamente reducida (11%).

⁸ Ya sea tomando como medida del producto al VA o al VBP.

⁹ Véase: Kendrick, J., *Productivity trends in the United States*, Princeton University Press, New York, 1961. Este argumento fue formalizado posteriormente por varios autores, entre ellos: Weitzman, M.L., "On the welfare significance of national product in a dynamic economy", *Quarterly Journal of Economics*, Núm. 90, pp. 156-162, 1976; Solow R.M., "On the intertemporal allocation of natural resources", *Scandinavian Journal of Economics*, Núm. 88, pp. 141-149, 1986; Hartwick, J., "Natural resources, national accounting, and economic depreciation", *Journal of Public Economics*, Núm. 43, pp. 291-304, 1990, y Mäler, K., "National accounts and environmental resources", *Environmental and Resource Economics*, Núm. 1, pp. 61-75, 1991.

del concepto de producto se elimina una parte del costo de producción¹⁰.

Por último, Hulten¹¹ demuestra que el concepto a utilizarse en las estimaciones de la PTF es el Producto Bruto, mientras que el Producto Neto es la variable que debe emplearse para analizar las consecuencias del crecimiento económico. Hulten ilustra esta diferencia entre el Producto Nacional Bruto y el Neto, con el siguiente ejemplo.

Supongamos una economía que produce sólo un producto (Q_t) usando capital (K_t) y trabajo (L_t) con la tecnología $F(K_{t-1}, L_t, t)$. La producción se divide en cada periodo entre el Consumo (C_t) y la Inversión (I_t) que se agrega al acervo neto del periodo anterior $(1-\delta)K_{t-1}$. Por simplicidad se supone que las tasas de descuento (ρ) y de depreciación (δ) son constantes. Con una dotación inicial de capital, el objetivo es encontrar la trayectoria $\{C_t^*, I_t^*\}$ que maximiza la utilidad. La trayectoria óptima es la solución al problema:

$$\max \sum_{t=0} \rho^t U(C_t)$$

sujeto a la restricción

$$C_t + I_t = F(K_{t-1}, L_t, t) \quad (1)$$

y

$$\Delta K_t = I_t - \delta K_{t-1}, \quad K_0 = K - C_0$$

El lado derecho de la ecuación (1) expresa la capacidad de la economía para producir sintetizada en la función de producción

$$Q_t = F(K_{t-1}, L_t, t)$$

Si los rendimientos son constantes a escala:

$$Q_t = F_K K_{t-1} + F_L L_t$$

donde F_K y F_L son, respectivamente, el producto marginal del capital y el del trabajo. En condiciones de competencia perfecta F_K es igual a la tasa real de retorno del capital (r) y F_L

¹⁰ Norworthy, R.J., "Growth accounting and productivity measurement", Center of Economic Studies, Bureau of the Census, Washington.

¹¹ Hulten, R.C., "Accounting for the wealth of nations: the net versus gross output controversy and its ramifications", *Scandinavian Journal of Economics*, Núm. 94, Supplement, pp. 9-24, 1992.

a la tasa de salario real (w). Este razonamiento conduce a la identidad contable del PNB:

$$p_t Q_t = r_t K_{t-1} + w_t L_t$$

En las medidas convencionales de la PTF la intención es analizar la capacidad de la economía para producir. Luego, el concepto de producto que sintetiza la estructura productiva es el PNB y, por tanto, debe utilizarse en las estimaciones de productividad.

Sin embargo, cuando se intenta analizar más bien los efectos del crecimiento sobre el bienestar, es menester abandonar la función de producción y centrar la atención en la frontera de posibilidades de consumo¹², expresada en la parte izquierda de la ecuación (1); en otras palabras, en el ingreso nacional, por definición igual al Producto Nacional Neto.

Una vez esbozado el debate sobre la utilización del Producto Nacional Bruto o Neto, resta reflexionar en torno a los sesgos posibles al estimar la PTF con uno u otro concepto. Para el caso de los Estados Unidos, Norsworthy muestra que la tasa de crecimiento del producto nacional contabilizada con uno u otro concepto no es significativamente distinta (ver el cuadro 3).

Cuadro 3
Medición del producto¹³

Tasas Medias de Crecimiento Anual		
Años	Producto Nacional Bruto	Producto Nacional Neto
1948-65	3.75	3.70
1965-73	3.71	3.55
1973-78	2.83	2.58

Fuente: The National Income and Product Accounts of the United States, 1929-1976, and Current Business, July, 1982.

¹² La frontera de posibilidades de consumo está formada por el conjunto de trayectorias de consumo que se pueden obtener con el acervo de capital inicial K , la acumulación de capital $\Delta K_t = I_t - \delta K_{t-1}$ (donde I = Inversión, y δ = depreciación), y la capacidad de producción $C_t + I_t = A_t F(K_{t-1}, L_t)$. Por ejemplo, para el intervalo $[0, T]$ la frontera de consumo puede escribirse de la siguiente manera: $\Phi\{C_t, K_t; K_0, \{L_t\}, \{A_t\}\} = 0$ donde $\{C_t\}$ es la trayectoria posible de consumo $[C_0, C_1, \dots, C_T]$ entre K_0 y K_T , $\{L_t\}$ es la trayectoria del insumo trabajo y $\{A_t\}$ la trayectoria de la eficiencia productiva.

¹³ Citado por Norsworthy, R.J., *op. cit.*, pág. 323.

Para las estimaciones de la PTF de esta investigación se utilizó como medida del producto el VA, sin restarle el monto de la depreciación del capital. Así centramos la atención en la capacidad de producción de la industria. Por otra parte, la evidencia empírica arriba comentada demuestra que los sesgos, al utilizar una u otra medida, no son significativos.

4.2 Los insumos productivos

4.2.1 El insumo trabajo

En los distintos conceptos de productividad subyace un conjunto de supuestos en relación con los insumos productivos. Entre ellos, a) que tanto los bienes producidos como los factores productivos están medidos en términos de flujos, o sea, cantidades por unidad de tiempo, y b) que tanto insumos como productos son no negativos y homogéneos¹⁴. Son de orden empírico las dificultades con estos supuestos: para las estimaciones de la PTF deben construirse series de insumos que cumplan con ellos. Procede ahora indagar de qué forma distintos autores han elaborado las series de los insumos adecuados para la cuantificación de la PTF, y asimismo la metodología desplegada en la construcción de los insumos utilizados en esta investigación.

El insumo trabajo que se utiliza en las distintas mediciones de la PTF es el número de personas empleadas o el número de horas trabajadas. Es preferible usar éstas, ya que el número de personas empleadas en un determinado lapso (en una empresa o en las distintas ramas industriales) no representa necesariamente los servicios que se obtienen de los trabajadores. Por ejemplo, dos empresas pueden tener el mismo número de trabajadores pero una obtiene una mayor producción que la otra si logra que sus empleados trabajen una mayor cantidad de horas a la semana¹⁵.

Habida cuenta la heterogeneidad del trabajo en las empresas y en las industrias (expresada en las distintas categorías ocupacionales que a su vez reclaman diferentes índices de escolaridad o capacitación), es preferible sumar las horas trabajadas ponderándolas.

De acuerdo con la teoría de la productividad marginal, en condiciones de competencia perfecta el producto marginal del trabajo es igual a la tasa de salario; por tanto, teóricamente la ponderación adecuada para sumar las distintas clases de horas trabajadas

¹⁴ Ferguson, E.C., *Teoría neoclásica de la producción y la distribución*, Trillas, México, 1985, pp. 22-25.

¹⁵ Silver, M.S., *Productivity indices, methods and applications*, Gower Publishing Company, Vermont, Estados Unidos, 1984.

es la participación de las distintas remuneraciones en el total.

Estas ponderaciones, sin embargo, pueden no ser del todo satisfactorias: los aumentos o disminuciones en las remuneraciones no necesariamente reflejan cambios en la productividad marginal de los distintos trabajos. Por ejemplo, si los aumentos en las remuneraciones están vinculados con los incrementos en la capacitación o la experiencia de los trabajadores, los cambios relativos en las remuneraciones reflejan modificaciones relativas en la productividad marginal; pero si los aumentos en las remuneraciones están relacionados con otros elementos (como la edad de los trabajadores), entonces las ponderaciones elaboradas a partir de las remuneraciones no reflejan forzosamente diferencias en las distintas calidades del trabajo y, por tanto, hay sesgos en la cuantificación del insumo trabajo.

En general, a mayor grado de desagregación del trabajo en las distintas categorías ocupacionales, más adecuadas son las ponderaciones que pueden construirse para sumar bien las horas trabajadas. Gollop y Jorgenson, en un estudio elaborado para los Estados Unidos, desagregan el insumo trabajo en dos sexos, dos tipos de empleos, ocho grupos de edades, diez grupos ocupacionales y cinco niveles distintos de educación. En este sentido, los estudios empíricos están limitados por la información existente¹⁶.

Aunque las horas de trabajo pueden considerarse una medida del flujo de servicios que se obtienen de un conjunto de trabajadores, tampoco son una medición insesgada de estos flujos. Las horas trabajadas representan al insumo trabajo sólo si se corrigen estas últimas tanto por los efectos que se derivan de las distintas intensidades de trabajo como por un indicador de las horas realmente trabajadas¹⁷.

Estudios empíricos recientes¹⁸ muestran que el insumo trabajo no sólo puede estar

¹⁶ Véase: Gollop, F.M. y Jorgenson, D.W., "US productivity growth by industry", Kendrick, W.J. y Vaccara B.N., "New developments in productivity measurement and analysis", *Studies in Income and Wealth*, Núm. 44, University of Chicago and London, 1980. El de Tachibanaki, T., "Quality changes in labour input: japanese manufacturing", *Review of Economics and Statistics*, agosto, 1976, es un estudio realizado con datos de la industria manufacturera japonesa en el cual se analizan los cambios en el insumo trabajo como consecuencia de las modificaciones en la educación, la experiencia de los trabajadores, sexo, y ocupación.

¹⁷ Véase: Denison, F.E., *The sources of economic growth in the United States and the alternatives before us*, Committee for Economic Development, 1962.

¹⁸ Neil, B.M., "Productivity and the services of capital and labor", *Broking Papers on Economic Activity*, The Broking Institution, Washington, D.C., 1981, pp. 1-50.

subestimado¹⁹ al no tomar en consideración las distintas intensidades de trabajos o al no agregar tomando en cuenta las distintas calidades de trabajos, sino también sobreestimado cuando no se ajustan las horas trabajadas por:

- a) los cambios demográficos; por ejemplo, el mayor número de mujeres o de jóvenes en el mercado del trabajo no necesariamente implica (pese al aumento en el empleo o a las horas trabajadas) un incremento en el insumo trabajo, ya que estos segmentos de la población se emplean en trabajos de menor remuneración o de menor productividad.
- b) los cambios en la calidad de la educación que inciden en la futura calidad del trabajo. Existe evidencia²⁰ del deterioro en la calidad de la educación en varios países, el cual puede ocasionar que quienes ingresan al mercado del trabajo sean menos productivos que aquellos que ingresaron en periodos anteriores; es decir, las horas trabajadas deben ajustarse por las distintas edades de la fuerza de trabajo.
- c) aunque es arduo cuantificar la diferencia entre las horas trabajadas y las pagadas, las encuestas muestran que el diferencial tiene una tendencia creciente en el tiempo. Una encuesta llevada a cabo con 3200 establecimientos por el Bureau of Labor Statistics de los Estados Unidos sugiere que el diferencial ha aumentado en el tiempo: mientras que en 1966 era de 0.16%, en 1977 llegó al 7.6%.²¹ Por tanto, al ser menos las horas trabajadas que las pagadas, no necesariamente el incremento en las horas trabajadas significa un aumento en el insumo trabajo.

La evidencia empírica corrobora que se pueden obtener distintas mediciones del insumo trabajo, de acuerdo con los diversos criterios con los cuales se ajustan las horas trabajadas. No existe acuerdo en torno al método que ajuste las horas trabajadas para que reflejen, con los menores sesgos posibles, los servicios del trabajo en la forma que plantea la teoría de la producción.

4.2.2. Estimación del insumo trabajo para este estudio

En la Encuesta Industrial Anual se encuentran datos de las horas trabajadas de empleados y obreros, las cuales fueron agregadas de manera distinta para cada una de las estimaciones de la PTF. Así, para el método de Kendrick y Solow, la agregación de las horas trabajadas (HT) se efectuó ponderando la suma de las horas trabajadas de los

¹⁹ Véase: Jorgenson, W.D. y Griliches, Z., "Explicación del cambio de la productividad", Sen., A., *Economía del crecimiento*, Fondo de Cultura Económica, Lecturas Núm. 28, México, 1979; Jorgenson, W.D., Gollop, F.M. y Fraumeni, M.B., *Productivity and U.S. economic growth*, Harvard University Press, Mass, 1987, y *Measurement and interpretation of productivity*, National Academy of Sciences, Washington D.C., 1979.

²⁰ Neil, B., *op. cit.*, p. 25.

²¹ U.S. Bureau of Labor Statistics, *Employee compensation in the private nonfarm economy*, 1977, Summary 80-5 (BLS, 1980)

empleados (HT_E) y las de los obreros (HT_O) con la participación de los sueldos de los empleados (W_E) y de los obreros (W_O) de cada rama en el total de las remuneraciones de cada rama (W_T), de la siguiente manera²²:

$$\frac{W_E}{HT_E} = W_E^* \quad \frac{W_O}{HT_O} = W_O^*$$

$$W_E^* + W_O^* = W_T^*$$

$$\delta_E = \frac{W_E^*}{W_T^*} \quad \delta_O = 1 - \delta_E$$

$$HT = \delta_E * HT_E + \delta_O * HT_O$$

donde:

δ_E = Ponderación empleados

δ_O = Ponderación obreros

$L_i = \Sigma HT =$ insumo trabajo de la rama,

No fue posible ajustar el insumo trabajo por los distintos criterios arriba mencionados; para ello se requerían datos acerca de: a) los cambios en la estructura del mercado del trabajo; b) la calidad en la educación; c) la intensidad del trabajo, y d) la diferencia entre las horas trabajadas y las pagadas, etcétera. Así las cosas, nuestro cálculo del insumo trabajo posiblemente no refleja con precisión los servicios del trabajo y, entonces, el insumo trabajo quizá está sobreestimado o subestimado - dependiendo de la estructura del mercado, la calidad de la educación o la diferencia entre las horas trabajadas y pagadas.

Para el índice de la PTF de una función de producción translogarítmica, el insumo trabajo de cada una de las ramas se construyó agregando las horas trabajadas de la siguiente manera:

²² Como las prestaciones sociales y las contribuciones patronales al Seguro Social no están separadas para cada tipo de trabajo, estas variables no pudieron ser tomadas en cuenta en la ponderación de los diferentes tipos de mano de obra.

$$V_{LE} = \frac{W_E}{W_T} = \text{Ponderación empleados en la rama}_i$$

donde W_E = sueldos empleados
 W_T = sueldos totales

$$V_{LO} = \frac{W_O}{W_T} = \text{Ponderación obreros en la rama}_i$$

donde W_O = sueldos obreros
 W_T = sueldos totales

$$\ln L(T) - \ln L(T-1) = \bar{V}_{LE} [\ln HT_E(T) - \ln HT_E(T-1)] + \bar{V}_{LO} [\ln HT_O(T) - \ln HT_O(T-1)]$$

donde: HT_E = Horas trabajadas de los empleados
 HT_O = Horas trabajadas de los obreros

$$\bar{V}_{LE} = 1/2 [V_{LE}(T) + V_{LE}(T-1)]$$

$$\bar{V}_{LO} = 1/2 [V_{LO}(T) + V_{LO}(T-1)]$$

4.2.3 El insumo capital

En los conceptos diversos de la PTF se supone, como con el insumo trabajo, que el capital está medido en términos de flujo, es homogéneo no negativo y puede ser agregado. Sin embargo, la heterogeneidad de los distintos bienes de capital es mayor comparada con la del insumo trabajo y, de tal suerte, las dificultades teóricas y empíricas a la hora de la agregación del capital, son más complejas y numerosas.

Los supuestos teóricos más importantes en las agregaciones de los distintos bienes de capital, son²³: a) No reversión del capital. Es decir: no puede ser que a una tasa de interés alta se elija un método de producción a otro, que el mismo método se prefiera a otro

²³ Para una discusión amplia de estas premisas, véase: Nadiri M.I., "Producers theory", Arrow K. y Intriligator M., *Handbook of mathematical economics*, Vol. II, North-Holland Publishing Company, 1982.

a una tasa de interés intermedia y vuelva a ser preferible cuando la tasa de interés disminuye; b) Cambio doble: No puede suceder que el valor del capital se mueva en la misma dirección frente a distintos valores de la tasa de interés; c) Los bienes de capital de la misma edad son idénticos; d) Los bienes de capital del último periodo son más productivos que los del anterior por un factor constante; e) La tasa marginal de sustitución entre los distintos bienes de capital de distintas edades es independiente de la de los demás insumos; f) Para las distintas edades de los bienes de capital la productividad marginal del trabajo es la misma; h) La cantidad de capital es independiente de su precio. El acervo de capital en una economía o empresa está compuesto por los instrumentos (maquinaria, edificios, etcétera) necesarios para la producción. El problema con el insumo capital es que dada la heterogeneidad de sus distintos bienes es imposible pensar en una unidad física que represente la cantidad de capital; por tanto, la única posibilidad de agregar los distintos bienes de capital es en términos de valor²⁴. Aquí surge una dificultad: para valorar los distintos bienes de capital se requiere el precio del capital, es decir, la tasa de interés. Entonces, como se señala en la Crítica de Cambridge²⁵, la cantidad de capital ya no será independiente de la tasa de interés. Al tenerse que conocer a priori esta tasa para valorar al capital, no puede utilizarse la teoría de la productividad marginal del capital para determinar dicha tasa, ya que para calcular la productividad marginal del capital tenemos que valorar a priori el capital con una tasa de interés.

En suma, los supuestos teóricos de la agregación del capital son numerosos y restrictivos. El debate en torno a tal agregación y sus posibles soluciones no ha esclarecido el problema. Por ejemplo, Robinson²⁶ propone medir el capital en términos de tiempo de trabajo fechado, basándose en el capital humano. La literatura sobre el capital humano claramente sugiere que el insumo trabajo también es muy heterogéneo en virtud de las distintas cualidades, educación y características de los trabajadores. Por tanto, como señala Nadiri²⁷, mientras no contemos con una teoría que solucione el problema de los supuestos restrictivos en los cuales está basada la agregación del capital, no podemos

²⁴ En el caso del trabajo, es posible sumar distintas clases de trabajo debido a que las horas trabajadas representan la unidad física que permite ponderar distintas clases de trabajo y agregarlas.

²⁵ Sobre la controversia del capital véanse los artículos compilados por Harcourt, G.C. y Laing, N.F., *Capital y crecimiento*, Serie de Lecturas Núm. 18, Fondo de Cultura Económica, 1977. Sobre las respuestas teóricas a esta controversia, véanse Samuelson, P.A., "Parable and realism in capital theory: the surrogate production function", *Review on Economics Studies*, Vol. 39, 1962, y la colección de artículos publicados por Usher, D., *The measurement of capital*, National Bureau of Economic Research, 1980.

²⁶ Véase: Robinson J., "La función de producción y la teoría del capital", Harcourt G. y Laing, N., *Capital y crecimiento*, Serie de Lecturas Núm. 18, Fondo de Cultura Económica, México, 1977.

²⁷ Nadiri, I., *op. cit.*, pág. 476.

renunciar a ellos ya que abandonaríamos la posibilidad de sumar el capital.

Los problemas empíricos concernientes a la medición de los servicios de capital también son cuantiosos. Mencionaremos algunos de los más importantes y también cómo se construyeron los acervos de capital en esta investigación.

a) Valuación de los diferentes bienes de capital

Los métodos principales para resolver el problema de la valuación de los distintos bienes de capital, son²⁸:

1) *Valor histórico*. El valor de los acervos de capital es igual a su costo de adquisición; 2) *Valor de reposición*. Los acervos de capital se valoran al costo actual de reposición de los distintos bienes, o bien, al costo actual de adquisición de los servicios que generan cada uno de los bienes de capital; 3) *Valor Presente*. El valor de los acervos de capital es igual al valor de los ingresos esperados de los distintos bienes de capital, y 4) *Valor de venta*. El valor de los acervos de capital es igual al valor realizable o valor de venta.

De tales métodos, el más utilizado es el valor de reposición, por dos razones. En primer lugar, los bienes de capital fijos son adquiridos para su uso; sin embargo, con el tiempo tienen que ser desechados. Para tomar la decisión de seguir usando el bien de capital o venderlo, el valor histórico es irrelevante ya que no permite estimar el monto de las pérdidas en las que se incurriría si se desecharan los acervos de capital. El valor considerado para este tipo de problemas es el valor de reposición: si el valor de venta o el valor presente son mayores al valor de reposición, el bien de capital debe ser desechado y la pérdida es igual al valor de reposición. Cuando este valor es mayor al valor presente o de venta, el bien de capital debe seguir usándose; por tanto, el valor relevante es el valor de reposición²⁹.

En segundo lugar, en las cuantificaciones de la PTF los insumos productivos están medidos en términos de flujos, es decir, la magnitud que debe incluirse son los servicios que generan los acervos del trabajo y del capital. Como el valor de reposición representa el costo de los servicios que generan cada uno de los bienes de capital, entonces el valor del capital relevante para estimar la PTF es el valor de reposición.

²⁸ Véase: Parker, R. y Harcourt, G., *Readings in the concept and measurement of income*, Cambridge University Press, 1969, pp. 15-20.

²⁹ Hay, D. y Morris, D., *Industrial economics and organization theory and evidence*, Oxford University Press, 1991, p. 430.

b) La estimación del acervo de capital físico

Para estimar este acervo suelen seguirse dos métodos³⁰: i) Deflactar los valores corrientes de los distintos bienes de capital por sus respectivos índices de precios, y ii) Estimar el valor real de los distintos acervos de capital con el método de los inventarios perpetuos. Este método consiste en adicionar al bien de capital inicial deflactado por un índice de precios las inversiones reales, y restar los retiros de los bienes de capital efectuados en cada uno de los años siguientes.

En la estimación del acervo de capital físico se requieren índices de precios adecuados para deflactar los valores de los distintos bienes de capital. Los índices de precios deben reflejar sólo los cambios en los precios de compra, no las modificaciones en la calidad. Por ejemplo, si el precio de una máquina en algún año se modificó debido a su mayor calidad, un índice de precios que incorpore este cambio eliminará del acervo de capital deflactado las mejoras llevadas a cabo en la calidad de la máquina. Como la intención es medir los servicios que generan los acervos de capital, quitar los incrementos en la calidad no es deseable. Construir índices de precios hedónicos, que eliminan de los índices de precios los cambios en la calidad de los productos³¹, es una posible solución. Los cambios en la calidad de los productos incorporados en los índices de precios, sesgan las estimaciones de la PTF, porque no distinguen los servicios generados por bienes de capital de distintas calidades.

c) Acervos y flujos de capital

En las mediciones de la PTF suele utilizarse como medida del capital a los acervos y no a los flujos porque se supone un comportamiento similar de los acervos y de los flujos. Sin embargo, se puede incurrir en importantes sesgos en la cuantificación de la PTF cuando los flujos y los acervos tienen comportamientos opuestos. Sustanciales diferencias pueden darse en los flujos de los servicios de capital de empresa a empresa. Por ejemplo, dos plantas pueden tener similares acervos de capital, pero servicios totalmente distintos si en una planta sólo se trabaja un turno cinco días de la semana y en la otra tres turnos con siete días de la semana³².

³⁰ Hernández Laos, E., *Evolución de la productividad total de los factores en la economía mexicana (1970-1989)*, STPS-Banco Mundial, México, 1992.

³¹ Silver, S.M., *Productivity indices methods and applications*, Gower Publishing Company, Vermont, Estados Unidos.

³² Neil, B.M., "Productivity and the services of capital and labor", *Broking Papers on Economic Activity*, The Broking Institution, Washington, D.C., 1981, pp. 1-50.

d) Depreciación

Puesto que un bien de capital no se destruye por completo en el mismo periodo contable en el cual se llevó a cabo la compra, debe elegirse un método que dé cuenta de su depreciación o desgaste en el tiempo. Esto enfrenta serias dificultades metodológicas y estadísticas, a saber:

- i) *Valor del bien de capital sobre el cual se calcula la depreciación.* Sabidas las diferentes formas de valuación de los bienes de capital, debe dilucidarse cuál es el valor adecuado del capital para calcular la depreciación. Generalmente se acepta que el cálculo de la depreciación debe realizarse tomando como valor de los bienes de capital el valor de reposición, ya que éste representa el monto requerido por las empresas para financiar la compra de los bienes de capital cuando éstos son desechados³³.

Sin embargo, calcular la depreciación tomando como valor de los bienes de capital el valor de reposición no carece de dificultades. Para calcular con exactitud el verdadero valor de reposición, sería necesario suponer, por una parte, que los bienes de capital nuevos son idénticos a los anteriores y, por otra, que se conoce con precisión los años de vida útil de los distintos bienes de capital³⁴.

- ii) *Cálculo de la tasa de depreciación.* Este es tal vez el que presenta las mayores dificultades. Aunque los acervos de capital reciban el mantenimiento adecuado se deprecian con el paso del tiempo, en este caso, se supone que la tasa de depreciación sólo depende de la vida útil de los distintos bienes de capital y no necesariamente de la reducción de su capacidad productiva. De acuerdo con esto, la tasa de depreciación es igual a uno entre el número de años de vida útil de cada uno de los distintos acervos de capital.

La tasa de depreciación calculada con base en la vida útil de los acervos de capital puede estar sesgada si no se toma en cuenta que los bienes de capital pueden llegar a ser obsoletos antes del término de su vida útil. Por ejemplo, puede acontecer que la economía pase de un periodo de relativa estabilidad en las invenciones tecnológicas a uno de considerables cambios, y por tanto se acelere la obsolescencia del capital, o bien puede suceder que los cambios en la estructura del comercio exterior exijan incrementar más la calidad de la producción interna. En tal situación los acervos de capital pueden llegar a ser obsoletos con mayor rapidez de la prevista³⁵.

³³ Véase: Prest, A., "Replacement cost depreciation", Parker, R. y Harcourt, G., *Readings in the concept and measurement of income*, Cambridge University Press, 1969, pp. 290-309.

³⁴ Prest, A., *op. cit.*, p. 301.

³⁵ Neil, B.M., "Productivity and the services of capital and labor", *Broking papers on economic activity*, The Broking Institution, Washington, D.C., 1981, pp. 1-50.

e) Capital bruto o neto de depreciación

Al utilizar en las estimaciones de la PTF los acervos de capital es conveniente que éstos expresen lo más fielmente posible su capacidad productiva. Diversos autores sugieren que para cuantificar la PTF conviene restar a los acervos de capital brutos una estimación tanto del desgaste sufrido en el tiempo como de la pérdida en la capacidad productiva; pero el problema es encontrar una medida adecuada de este desgaste. Por ejemplo, no siempre la estimación de la depreciación basada en la vida útil de los distintos bienes de capital coincide con el desgaste real de los diferentes bienes de capital, ya que el desgaste no necesariamente es proporcional a la edad. Por otra parte, calcular la obsolescencia requiere del cálculo de las productividades marginales de las distintas edades de los acervos de capital, para poder calcular a su vez la pérdida de la capacidad productiva de los acervos de más edad³⁶.

Las dificultades a la hora de estimar tanto el desgaste como la obsolescencia que sufren los bienes de capital, ha impedido que los estudiosos del tema se pongan de acuerdo sobre la utilización de los acervos brutos o netos de depreciación u obsolescencia para la estimación de la PTF. Solow emplea los acervos brutos; Kendrick y Christensen-Jorgenson los acervos netos de depreciación, y Denison, Gorman y Faucett, los acervos brutos ajustados con alguna estimación de su capacidad productiva³⁷. Esta discusión, aun no terminada, tiene importantes repercusiones para la medición de la PTF, ya que el comportamiento de los acervos brutos y de los netos es considerablemente distinto.

f) Ajustes por la tasa de utilización de los acervos de capital

Así como para el insumo trabajo es conveniente emplear en las mediciones de la PTF las horas trabajadas, dado que reflejan una estimación de la utilización de este insumo, algunos autores sugieren que los acervos de capital deben ajustarse por alguna estimación de su tasa de utilización.

Kendrick juzga incorrecto ajustar el capital por la tasa de utilización, ya que es evidente la asimetría entre los insumos de mano de obra y los de capital. Mientras que la mano de obra constituye un costo relacionado directamente con su uso, el capital tiene un costo permanente para la empresa -como lo pone de manifiesto el costo financiero vinculado a

³⁶ Véase: Miller, M., "Capital aggregation in the presence of obsolescence-inducing technical change", *The Review of Income and Wealth*, Núm. 3, sept., 1983, pp. 283-295.

³⁷ *Measurement and interpretation of productivity*, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1979, Cap., 6, pp. 122-145.

la compra de activos³⁸.

Por otra parte, el concepto del insumo capital en los trabajos de Jorgenson, Griliches y Christensen está vinculado con su capacidad productiva y no con su costo. Por esta razón subrayan la conveniencia de ajustar el capital por alguna estimación de su utilización³⁹.

4.2.4 Estimación del insumo capital para este estudio

La Encuesta Industrial Anual no reporta datos del acervo de capital de los establecimientos, razón por la cual las estimaciones correspondientes se efectuaron con el método de inventario perpetuo. La encuesta incluye datos de los activos fijos a costo de reposición, y asimismo la cuantía anual de las inversiones brutas en cada año de los siguientes activos: a) construcciones e instalaciones; b) maquinaria y equipo; c) equipo de transportes, y d) mobiliario y equipo de oficina.

Para cada uno de los activos, en cada establecimiento de la muestra corregida se calculó el acervo bruto inicial correspondiente al año de 1984, de la siguiente manera:

- a) El acervo bruto (AB) en el año de 1984 está formado por el valor real de los activos fijos brutos por tipo de bien (construcción, maquinaria, transportes y otros), a costo de reposición. Para calcular el acervo neto inicial se requiere la depreciación acumulada, mas como no se contó con este dato por establecimiento se recurrió a la información de la encuesta de acervos de capital del Banco de México, en la que hay un cálculo de la depreciación acumulada por tipo de activo y rama. De esta manera, el acervo neto (AN) inicial se calculó multiplicando el acervo bruto por la relación acervos netos/acervos brutos del Banco de México⁴⁰ para cada establecimiento y tipo de bien de capital:

$$AN_{84} = AB_{84} * (AN^* / AB^*)$$

Al realizar este procedimiento se está suponiendo que:

³⁸ Véase. Hernández Laos, E., *op. cit.*, pág. 38.

³⁹ En algunos trabajos, la tasa de utilización del capital la calculan a partir del uso relativo de los motores eléctricos; en otros, con el uso de la energía eléctrica.

⁴⁰ Datos de la encuesta Acervos de Capital del Banco de México, 1989, a nivel de rama.

i) Todos los establecimientos incluidos en la Encuesta Industrial en cada una de las ramas tienen una antigüedad igual al promedio de los establecimientos de la muestra del Banco de México, y ii) El supuesto anterior sobreestima el valor inicial de los acervos netos de capital de los establecimientos cuya antigüedad real es mayor que el promedio de la muestra del Banco de México, y subestima este valor en los establecimientos de menor antigüedad. Ello puede sesgar la estimación de los acervos netos de los años siguientes en una proporción similar al sesgo introducido en la estimación de los acervos netos iniciales.

- b) Para los años siguientes se calculó la inversión fija bruta o formación bruta de capital (I) en cada establecimiento y para cada tipo de activo de la siguiente manera: compra de activos (AF), más activos producidos por las empresas para su uso propio (AP), más mejoras realizadas a los activos (AM), menos ventas de activos fijos (AV). Su cálculo en términos reales se llevó a cabo utilizando los índices de precios de la formación bruta de capital fijo calculados por el Banco de México, por tipo de activo, tomando 1984 como base.

$$I_t = AF_t + AP_t + AM_t - AV_t$$

- c) Para el cálculo de la inversión fija neta (IN) se estimó la cuantía de la depreciación anual (d), tomando como base la vida útil de cada tipo de activo en cada uno de las ramas industriales estimadas por el Banco de México⁴¹. Para su estimación se supuso que el consumo de capital anual es igual al inverso de la vida útil de cada tipo de activo, bajo el supuesto de la depreciación lineal. La inversión fija neta anual se calculó deduciendo la depreciación anual así estimada a la cuantía de la inversión bruta:

$$IN_t = IB_t(1 - d)$$

- d) Se estimaron los acervos netos (AN), es decir, el acervo neto del año anterior más la formación neta del año en curso.

$$AN_t = AN_{t-1} + IN_t$$

⁴¹ La vida útil de los activos varía por rama y tipo de activo, según la Encuesta de acervos y formación de capital del Banco de México. En el caso de los edificios y construcciones, la vida útil varía entre 21 y 40 años, siendo la moda de 40 años. En el caso de los equipos y la maquinaria, la vida útil varía entre 11 y 20 años, siendo la moda de 11 años. En los equipos de transporte, la vida útil varía entre cinco y ocho años, siendo la moda de cinco años. Por último, el rubro de otros activos fluctúa su vida útil entre ocho y 12 años, con una moda de 11 años. En el cálculo de la depreciación se tomaron los datos de la vida útil de cada rama y de cada tipo de activos, reportados por el Banco de México.

- e) Para las cuantificaciones de los índices de la PTF con la metodología de Kendrick y Solow, el insumo capital (para cada una de las ramas) se obtuvo sumando sin ponderar los distintos bienes de capital. Para el índice de la PTF de una función translogarítmica, los distintos bienes de capital deben agregarse tomando en cuenta los cambios en la estructura del capital total; por ello se agregaron de la siguiente manera:

$$V_{K1} = \frac{K_1}{K_T} = \text{Ponderación para el valor de las construcciones y edificios en la rama}_i$$

donde K_1 = valor de las construcciones y edificios
 K_T = valor del capital total de la rama_i

$$V_{K2} = \frac{K_2}{K_T} = \text{Ponderación para el valor de la maquinaria en la rama}_i$$

donde K_2 = valor de la maquinaria

$$V_{K3} = \frac{K_3}{K_T} = \text{Ponderación para el valor del equipo de transporte en la rama}_i$$

donde K_3 = valor del equipo de transporte

$$V_{K4} = \frac{K_4}{K_T} = \text{Ponderación para el valor del equipo de oficina en la rama}_i$$

donde K_4 = valor del equipo de oficina

$$\begin{aligned} \ln K(T) - \ln K(T-1) = & \bar{V}_{K1} [\ln K_1(T) - \ln K_1(T-1)] + \bar{V}_{K2} [\ln K_2(T) - \ln K_2(T-1)] \\ & + \bar{V}_{K3} [\ln K_3(T) - \ln K_3(T-1)] + \bar{V}_{K4} [\ln K_4(T) - \ln K_4(T-1)] \end{aligned}$$

donde:

$$\bar{V}_{K1} = 1/2[V_{K1}(T) + V_{K1}(T - 1)]$$

$$\bar{V}_{K2} = 1/2[V_{K2}(T) + V_{K2}(T - 1)]$$

$$\bar{V}_{K3} = 1/2[V_{K3}(T) + V_{K3}(T - 1)]$$

$$\bar{V}_{K4} = 1/2[V_{K4}(T) + V_{K4}(T - 1)]$$

4.3 Resumen y consideraciones finales

En las discrepancias probables al estimar la PTF con diversos métodos influyen tanto los supuestos teóricos de cada método, como la elección y construcción de las variables empíricas utilizadas en las diversas cuantificaciones.

El producto puede medirse considerando sólo la producción de los bienes y servicios finales, es decir, empleando el concepto de VA, o bien incluyendo también a los productos intermedios; en otras palabras, utilizando el VBP. Elegir uno u otro concepto depende de los propósitos de la investigación. Si se quiere analizar además de las diferencias intersectoriales de productividad las posibilidades de sustitución entre todos los insumos utilizados en la producción, la medida del producto adecuada es el VBP. Pero si lo que interesa es tener medidas de la PTF sectoriales compatibles con las de la economía en su conjunto, la medida del producto adecuada es el VA y no el VBP.

Como el propósito de esta investigación es analizar las medidas de la PTF sectoriales compatibles con cuantificaciones agregadas, el concepto de producto utilizado para la medición de la PTF de las ramas de la industria mexicana, en el período 1984-1990, es el VA.

Tales estimaciones de la PTF son mayores a las efectuadas con el VBP. Al utilizar como medida del producto el VBP, se subestima el crecimiento de la productividad (en una cuantía equivalente a 1 - la participación de los insumos intermedios en el VBP), aun cuando los insumos sean complementarios y su participación en el VBP sea constante. Estas diferencias son fruto de los cambios, acaecidos durante el periodo de estudio, en: i) la elasticidad de sustitución entre los factores productivos; ii) la participación de los insumos intermedios en el VBP, y iii) los cambios en el precio de los insumos intermedios.

Para las estimaciones de la PTF de esta investigación se utilizó como medida del producto el VA, sin restarle el monto de la depreciación del capital. Así se centró la atención en la capacidad de producción de la industria. La evidencia empírica corrobora que los sesgos probables al utilizar esta medida no son significativos.

El insumo trabajo que se utiliza en las distintas mediciones de la PTF es el número de personas empleadas o el de horas trabajadas. Es preferible usar el de horas trabajadas, porque el de personas empleadas en un cierto lapso, en una empresa o en las distintas ramas industriales, no representa necesariamente los servicios que se obtienen de los trabajadores.

Como existen en las empresas y en las ramas industriales distintas categorías ocupacionales que a su vez reclaman diferentes índices de escolaridad o capacitación, es preferible sumar las horas trabajadas ponderándolas.

La evidencia empírica muestra que se pueden obtener mediciones disímiles del insumo trabajo, según los diversos criterios con los cuales se ajustan las horas trabajadas. No hay consenso en torno al método que ajuste adecuadamente las horas trabajadas para que reflejen con los menores sesgos posibles los servicios del trabajo en la forma que lo requiere la teoría de la producción.

No fue posible ajustar el insumo trabajo utilizado en esta investigación, de acuerdo con: a) los cambios en la estructura del mercado del trabajo; b) la calidad en la educación; c) la intensidad del trabajo, y d) la diferencia entre las horas trabajadas y las pagadas, etcétera. Por ello, el cálculo del insumo trabajo posiblemente no refleja con precisión los servicios del trabajo.

Los supuestos teóricos de la agregación del capital son numerosos y restrictivos: no reversión del capital; cambio doble; los bienes de capital de la misma edad son idénticos; los bienes de capital del último periodo son más productivos que los del periodo anterior por un factor constante; la tasa marginal de sustitución entre los distintos bienes de capital de diferentes edades es independiente de la de los demás insumos; para las distintas edades de los bienes de capital la productividad marginal del trabajo es la misma y, en fin, la cantidad de capital es independiente de su precio.

Los problemas empíricos de la medición de los servicios de capital también son cuantiosos: la valuación de los diferentes bienes de capital, la estimación del acervo de capital físico, la utilización de los acervos y flujos de capital, el cálculo de la depreciación, la utilización del capital bruto y el neto de depreciación y los ajustes por la tasa de utilización de los

acervos de capital.

La estimación de los acervos de capital empleados en las distintas estimaciones de la PTF, se realizó con el método de los inventarios perpetuos. No se efectuó ningún ajuste por la utilización de la capacidad productiva y, por ello, el cálculo del insumo capital no refleja con exactitud sus servicios.

No existen criterios uniformes para el cálculo empírico del producto o los insumos que deben utilizarse en las estimaciones de la PTF. Tampoco hay criterios exentos de dificultades teóricas y empíricas. Por esta razones, antes de analizar los resultados obtenidos del cálculo de la PTF con distintos métodos de estimación, se consideró conveniente presentar las características de las variables utilizadas en las estimaciones.

CAPÍTULO 5
LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES EN LA
INDUSTRIA MANUFACTURERA MEXICANA: 1984-1990

CAPÍTULO 5

LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA MEXICANA: 1984-1990

5.1 Introducción

Dadas las diferencias teóricas entre los métodos de estimación de la PTF, al utilizar diversas metodologías para cuantificar la productividad de una industria pueden obtenerse resultados disímiles. Son escasos los estudios sobre las diferencias entre las distintas mediciones de la PTF¹, para el caso de la industria mexicana no se cuenta con ninguno.

Por consiguiente, es menester cuantificar la PTF con variados enfoques y examinar profundamente los resultados comparativos obtenidos con las distintas estimaciones, para aprehender la magnitud de las diferencias cuantitativas entre los métodos.

El objetivo de este capítulo es analizar las diferencias en la magnitud de las estimaciones de la PTF calculadas para la industria manufacturera mexicana en el periodo 1984-1990, importante para México por los cambios de política económica puestos en marcha a partir de 1985, entre ellos la reestructuración del modelo de industrialización y del comercio exterior.

El propósito no es reflexionar aquí sobre la dinámica de la productividad de la industria manufacturera mexicana de 1984 a 1990, sino evaluar estadísticamente las diferencias entre los métodos de cuantificación de la PTF. En el siguiente capítulo se elegirá una metodología para la discusión de la dinámica de la productividad.

El presente capítulo consta de tres partes. En la primera se analizan las diferencias entre las magnitudes obtenidas con los métodos no paramétricos. En la segunda parte se analizan las diferencias entre los métodos paramétricos mediante varias pruebas estadísticas; también se evalúa la confiabilidad econométrica de las estimaciones paramétricas de la PTF mediante las llamadas pruebas de diagnóstico. En la tercera se

¹ Nos referimos a estudios como el de Kleiman, E., Halevi, N. y Levhari, "The relationship between two measures of total productivity", *The Review of Economics and Statistics*, 1965, pp. 345-347. Los autores muestran que el método de Solow y el de Kendrick proporcionan resultados similares en el caso en el cual los cambios en los insumos tengan pequeñas variaciones en el periodo de estudio.

discuten las diferencias estadísticas entre las estimaciones de la PTF paramétricas y no paramétricas. En la parte final del capítulo se reflexiona en torno a la validez de las conclusiones que se derivan de las comparaciones de la PTF entre industrias o países.

5.2 Los métodos no paramétricos

Los métodos no paramétricos permiten calcular la PTF sin estimar una función de producción. De estos métodos, se eligieron para estimar la PTF de la industria manufacturera mexicana, los más utilizados. Estos índices son los de: Kendrick (idéntico al de Hernández Laos), Kendrick con Cambio de Base², Solow y Diewert, Jorgenson y Christensen (en adelante se le llama Índice Translog al índice propuesto por los últimos tres autores).

5.2.1 Evaluación estadística de los métodos no paramétricos de la PTF en la industria manufacturera mexicana

En el cuadro 1 se presentan las tasas de crecimiento de largo plazo³ de la PTF calculadas para las distintas ramas industriales con los métodos no paramétricos en el periodo 1984-1990. Debido a las diferencias del cálculo de la PTF con los distintos métodos de estimación no paramétricos, las diversas medias de la PTF para el conjunto de la industria varían de 1.69 a 5.16; las varianzas de 32.88 a 98.75 y los coeficientes de variación de 1.11 a 5.89.

² Este índice está fundamentado en los mismos supuestos teóricos del Índice de Kendrick discutido en el capítulo anterior; la diferencia radica en el cambio del año base y en las ponderaciones. La fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$PTF = \frac{Q_t/Q_{t-1}}{\alpha_{t-1}(L_t/L_{t-1}) + \beta_{t-1}(K_t/K_{t-1})}$$

³ Las tasas de crecimiento de largo plazo de la PTF se calcularon con la regresión: $\log(PTF) = a + b \cdot \text{Tiempo}$, siendo el coeficiente "b" la tasa de crecimiento de largo plazo. Véase: Kendrick, J. y Grossman, E., *Productivity in the United States*, The John Hopkins Press, 1980.

Cuadro 1
Tasas de Crecimiento de Largo Plazo de la PTF (1984-1990)

RAMAS	KEND.	KEND. C.BASE	SOLOW	IND. TRANS
Productos cárnicos y lácteos	10,41	10,69	8,62	11,49
Envasado de frutas y legumbres	10,04	11,30	9,49	12,36
Molienda de trigo y sus prods.	2,26	2,82	-18,0	3,55
Aceites y grasa vegetales comestibles	6,43	6,47	4,38	6,86
Alimentos para animales	12,70	12,72	11,40	12,86
Otros productos alimenticios	12,45	12,94	12,37	13,29
Bebidas alcohólicas	7,67	7,65	6,26	7,71
Refrescos embotellados	1,23	2,64	1,34	3,99
Hilado y tejido de fibras blandas	4,09	4,59	4,47	5,53
Otras industrias textiles	7,26	7,44	6,92	8,24
Prendas de vestir	2,22	2,65	2,33	3,30
Cuero y calzado	-4,26	-3,55	-6,94	-3,04
Aserraderos incluso triplay	3,10	3,62	-0,27	4,42
Otras industrias de la madera	0,82	1,89	0,53	3,42
Papel y cartón	6,36	6,85	6,29	7,19
Imprentas y editoriales	0,38	0,96	0,87	1,48
Química básica	4,49	4,52	4,02	4,84
Abonos y fertilizantes	-17,76	-17,03	-46,72	-14,70
Resinas sintéticas, plásticos y fibras artificiales	7,48	7,52	7,08	7,86
Productos medicinales	-1,18	-1,06	-6,36	-1,09
Jabones, detergentes, perfumes y cosméticos	3,68	3,95	2,18	4,59
Otras industrias químicas	2,12	2,16	1,62	1,95
Productos de hule	3,13	3,18	2,06	3,87
Artículos de plástico	3,45	3,80	3,30	4,30
Vidrio y sus productos	7,81	7,85	7,15	8,16
Cemento	7,04	7,42	6,60	7,87
Otros productos de minerales no metálicos	4,43	4,97	4,31	5,42
Industrias básicas del hierro y del acero	4,69	4,98	3,23	5,32
Industrias básicas de metales no ferrosos	3,58	3,79	2,58	4,07
Muebles y accesorios metálicos	4,85	4,93	0,74	4,76
Productos metálicos estructurales	1,24	1,52	-4,47	1,73
Otros productos metálicos	4,56	5,00	4,13	5,63
Maquinaria y equipo no eléctrico	6,34	6,72	6,13	7,34
Maquinaria y aparatos eléctricos	-0,72	-0,49	-1,52	0,14
Aparatos electro-domésticos	3,62	4,20	3,65	5,53
Equipos y accesorios electrónicos	8,22	8,14	6,67	7,48
Otros equipos y aparatos eléctricos	2,36	3,13	1,93	3,68
Vehículos automóviles	21,83	23,70	16,71	23,33
Carrocerías y partes automotrices	6,85	7,43	5,69	7,57
Equipo y material de transporte	-6,79	-6,71	-13,30	-6,07
MEDIAS	4,21	4,63	1,69	5,16
VARIANZAS	35,15	35,87	98,75	32,88
COEFICIENTE DE VARIACION	1,41	1,29	5,89	1,11

Para determinar la significancia estadística de la diferencia entre las medias y las varianzas de la PTF del sector industrial, se calculó para las medias la prueba de las medias conocida como "T", y la prueba "F" para las varianzas. De acuerdo con el cálculo de estas pruebas se verifica que estadísticamente es significativa la diferencia entre la media de la PTF industrial calculada con el Índice de Solow y la del Índice Translog, mientras que son estadísticamente significativas las diferencias de las varianzas de los Índices de: a) Kendrick y Solow; b) Kendrick Cambio de Base y Solow, y c) Índice Translog y Solow (ver cuadro 2).

Cuadro 2
Prueba de medias y varianzas 1984-1990
Índices de la PTF no paramétricos⁴

METODO "A"	METODO "B"	MEDIAS		VARIANZAS	
KENDRICK	KENDRICK CAMBIO BASE	-0.31 (0.75)	No rechaza	1.02 (0.95)	No rechaza
KENDRICK	SOLOW	1.36 (0.18)	No rechaza	2.81 (0.002)	Rechaza
KENDRICK	IND. TRANSLOG	-0.71 (0.47)	No rechaza	1.07 (0.83)	No rechaza
KENDRICK CAMBIO BASE	SOLOW	1.59 (0.12)	No rechaza	2.75 (0.002)	Rechaza
KENDRICK CAMBIO BASE	IND. TRANSLOG	-0.39 (0.69)	No rechaza	1.09 (0.78)	No rechaza
SOLOW	IND. TRANSLOG	-1.91 (0.05)	Rechaza	3.00 (0.00)	Rechaza

Para establecer en qué medida las diferencias entre las tasas de crecimiento de largo plazo, calculadas con los distintos métodos no paramétricos, para cada una de las ramas industriales, son estadísticamente significativas, se realizó un análisis de varianza en un solo sentido.

⁴ La hipótesis nula de estas pruebas establece que no existen diferencias estadísticas significativas entre la media o la varianza de la PTF, entre métodos de estimación distintos.

En un problema de esta naturaleza se requieren muestras aleatorias independientes de tamaño n (en este caso n métodos de estimación de la PTF), tomadas de k poblaciones (es decir, k ramas industriales). El j -ésimo valor de la i -ésima población se denota como x_{ij} . En el caso en el cual no existen diferencias importantes entre las variables aleatorias x_{ij} , entonces $x_{ij} = \mu$. Para el análisis de las distintas medidas de la PTF en las ramas industriales, las x_{ij} representan las tasas de crecimiento de la PTF en la rama industrial " i " calculadas con distintos métodos, y la μ es igual a la media global o gran media de la rama " i "⁵.

Por tanto, la hipótesis nula que se formuló para cada método de estimación de la PTF calculada para cada rama industrial es la siguiente: $H_0 = x_{ij} = \mu$ en cada rama industrial. Es decir, en la rama " i " no existen diferencias en las tasas de crecimiento de la PTF calculadas con distintos métodos. Los resultados de esta prueba se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3
Análisis de varianza en un solo sentido
Indíces de la PTF no paramétricos (1984-1990)

METODO "A"	METODO "B"	PRUEBA "F"	
KENDRICK	KENDRICK	423.63	Rechaza
	CAMBIO DE BASE	(0.0)	
KENDRICK	SOLOW	6.80	Rechaza
		(0.0)	
KENDRICK	IND. TRANSLOG	93.59	Rechaza
		(0.0)	
KENDRICK	SOLOW	6.30	Rechaza
CAMBIO DE BASE		(0.0)	
KENDRICK	IND. TRANSLOG	257.85	Rechaza
CAMBIO DE BASE		(0.0)	
SOLOW	IND. TRANSLOG	5.27	Rechaza
		(0.0)	

⁵ Para una discusión más amplia véase: Freund J., y Walpole R., *Estadística Matemática con Aplicaciones*, Prentice Hall, México, 1990.

Los resultados del análisis de varianza en un solo sentido muestran que, para cada una de las ramas industriales, son estadísticamente significativas las diferencias entre las tasas de crecimiento de largo plazo de la PTF calculadas con los distintos métodos no paramétricos.

Las diferencias entre las medias, las varianzas, los coeficientes de variación y las tasas de crecimiento de largo plazo, calculadas con los distintos métodos para cada una de las ramas industriales, indican que las magnitudes de las PTF obtenidas con los distintos métodos de estimación no son coincidentes. Es necesario, por tanto, un análisis estadístico que permita establecer la significancia estadística de: i) Las diferencias en la evolución del dinamismo de la PTF, evolución obtenida para las distintas ramas industriales con los distintos métodos de medición, y ii) La identificación de la ramas con altas y/o bajas tasas de crecimiento de la PTF.

Para determinar las diferencias en la evolución del dinamismo de la PTF, obtenida con los distintos métodos de medición para cada una de las ramas industriales, se utilizó la prueba de Wilcoxon, que permite probar hipótesis concernientes a las diferencias en la ubicación, es decir, respecto a las medianas de dos o más poblaciones⁶. Por ejemplo, esta prueba se puede utilizar para investigar en qué medida son estadísticamente significativas las diferencias entre las calificaciones de dos grupos de estudiantes⁷.

Por otra parte, para identificar con los distintos métodos a las industrias dinámicas y a las atrasadas en términos del crecimiento de la PTF, se calculó el coeficiente de concordancia de Kendall. El coeficiente de Kendall permite esclarecer si existe o no acuerdo entre los ordenamientos entre ramas, obtenidos a partir de las distintas tasas de crecimiento de la PTF calculadas con los distintos métodos, ya que es una prueba construida a partir de las diferencias que se desprenden de los ordenamientos obtenidos en distintas poblaciones⁸.

Por tanto, para afirmar que un método de medición de la PTF es comparable con algún otro, se requiere analizar por separado los dos criterios antes mencionados. Presentaremos la evaluación estadística llevada a cabo con las tasas de crecimiento de largo plazo de la PTF, calculadas para cada una de las ramas industriales con los métodos de medición no paramétricos.

⁶ Véase: Siegel S. y Castellan J., *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*, McGraw Hill, Inc., New York, 1988, Cap. 6.

⁷ Berenson M. y Levine D., *Estadística para administración y economía*, Interamericana, México, 1982, Cap. 13.

⁸ Véase Siegel S. y Castellan J., *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*, McGraw Hill Inc., New York, 1988, Cap. 9.

5.2.2.1

Determinación del dinamismo de la ptf entre ramas

La prueba no paramétrica de Wilcoxon posibilita la investigación de la significancia estadística de las diferencias entre los métodos de estimación. En otras palabras, permite establecer la significancia estadística de las diferencias del dinamismo de la PTF estimado con los distintos métodos.

Las hipótesis nula y alternativa que se plantean con esta prueba son: Ho: Las diferencias entre los métodos de estimación de la PTF no son significativas; Ha: Las diferencias entre los métodos de estimación de la PTF son significativas.

Los resultados (ver el cuadro 4) indican que las diferencias en la magnitud de las tasas de crecimiento de la PTF calculadas con los métodos no paramétricos son estadísticamente significativas. Es decir, no existe coincidencia en cuanto al dinamismo de la PTF entre los distintos métodos.

Cuadro 4
Prueba de Wilcoxon 1984-1990
Indices de la PTF no paramétricos

METODO "A"	METODO "B"	PRUEBA DE WILCOXON	
KENDRICK	KENDRICK	-5.36	Rechaza
	CAMBIO BASE	(0.00)	
KENDRICK	SOLOW	-5.00	Rechaza
		(0.00)	
KENDRICK	IND. TRANSLOG	-5.20	Rechaza
		(0.00)	
KENDRICK	SOLOW	-5.51	Rechaza
CAMBIO BASE		(0.00)	
KENDRICK	IND. TRANSLOG	-4.75	Rechaza
CAMBIO BASE		(0.00)	
SOLOW	IND. TRANSLOG	-5.51	Rechaza
		(0.00)	

La prueba de Wilcoxon no permite determinar la dirección de las diferencias, es decir, no dilucida cuál de los métodos es mayor o menor respecto al otro. Para ello, se requiere una prueba estadística distinta como la prueba "T" de las diferencias apareadas⁹.

La interpretación de los resultados de esta prueba (ver el cuadro 5) es la siguiente: el signo negativo de la prueba "T" significa que los métodos de la columna "B" son mayores que los de la columna "A". y viceversa para el signo positivo.

Cuadro 5
Prueba "T" de las diferencias apareadas 1984-1990
Indices de la PTF no paramétricos

METODO "A"	METODO "B"	PRUEBA "T" DE LAS DIFERENCIAS APAREADAS
KENDRICK	KENDRICK CAMBIO BASE	-6.43
KENDRICK	SOLOW	2.89
KENDRICK	IND. TRANSLOG	-7.65
KENDRICK CAMBIO BASE	SOLOW	3.33
KENDRICK CAMBIO BASE	IND. TRANSLOG	-6.26
SOLOW	IND. TRANSLOG	-3.78

La prueba anterior muestra que con el Índice Translog se obtiene un mayor dinamismo de la PTF, comparado con el de los demás métodos de estimación no paramétricos, mientras que con el método de Solow se obtiene el menor dinamismo de la PTF entre ramas. Es decir, el método del Índice Translog "sobreestima" el dinamismo de la PTF y el de Solow

⁹ Para realizar la prueba de Wilcoxon no se requiere ningún supuesto relacionado con la distribución de las muestras; mientras que la prueba "T" de las diferencias apareadas es un prueba paramétrica que supone que las poblaciones se distribuyen como una normal. Se comprobó, con la prueba de Kolmogorov-Smirnov, que los datos de las tasas de crecimiento de largo plazo calculadas con distintos métodos de estimación cumplen el supuesto de normalidad, quedando justificado el uso de la prueba "T".

lo "subestima", mientras que el método de Kendrick proporciona una estimación del dinamismo de la PTF intermedia.

5.2.2.2 Identificación de las industrias con altas tasas de crecimiento de la PTF y las industrias con bajas tasas de crecimiento

Para identificar a las industrias que se caracterizan por sus altas tasas de crecimiento de la PTF y a las industrias con menores tasas, se calculó el coeficiente de Kendall. Con éste es posible establecer si existe o no acuerdo entre los ordenamientos entre ramas obtenidos a partir de las distintas tasas de crecimiento de la PTF calculadas con los métodos de medición diversos.

Al aplicar la prueba de Kendall se plantean las siguientes hipótesis: Ho: no existe acuerdo entre los ordenamientos (es decir son independientes); Ha: sí existe acuerdo entre los ordenamientos.

En el cuadro 6 se presentan los coeficientes de Kendall calculados para el grupo de los métodos no paramétricos. Se observa acuerdo en la identificación de las ramas dinámicas y atrasadas entre los distintos métodos de medición.

Cuadro 6
Prueba de concordancia de Kendall 1984-1990
Índices de la PTF no paramétricos

METODO "A"	METODO "B"	KENDALL	X2	
KENDRICK	KENDRICK	0.81	32.4	Rechaza
	CAMBIO BASE		(0.00)	
KENDRICK	SOLOW	0.56	22.5	Rechaza
			(0.00)	
KENDRICK	IND. TRANSLOG	0.72	28.9	Rechaza
			(0.00)	
KENDRICK	SOLOW	1.00	40.0	Rechaza
CAMBIO BASE			(0.00)	
KENDRICK	IND. TRANSLOG	0.56	22.5	Rechaza
CAMBIO BASE			(0.00)	
SOLOW	IND. TRANSLOG	0.90	36.1	Rechaza
			(0.00)	

5.3 Los métodos paramétricos

Los métodos paramétricos requieren de la estimación de una función de producción para calcular la PTF. Por sus características, la función de producción más utilizada en las recientes investigaciones es la función de producción translog. Por esta razón, se estimó una función de producción translog para obtener mediciones de la PTF paramétricas. Los modelos econométricos que se especificaron son los siguientes:

- i) El modelo Translog no Restringido integrado por el siguiente sistema de ecuaciones:

$$V_{kit} = \alpha_{ik} + \beta_{ikt} \ln K_{it} + \beta_{itl} \ln L_{it} + \beta_{itT} T + U_{it} \quad (1)$$

$$V_{ilt} = \alpha_{il} + \beta_{ilt} \ln L_{it} + \beta_{itk} \ln K_{it} + \beta_{itT} T + U_{it} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \ln VA_{it} = & \alpha_{io} + \alpha_{il} \ln L_{it} + \alpha_{ik} \ln K_{it} + \alpha_{it} T + 1/2 \beta_{ikt} (\ln K_{it})^2 \\ & + \beta_{itl} \ln K_{it} \ln L_{it} + \beta_{itk} \ln K_{it} T + 1/2 \beta_{ill} (\ln L_{it})^2 \\ & + \beta_{itl} \ln L_{it} T + 1/2 \beta_{itT} T^2 + u_i \end{aligned} \quad (3)$$

En la estimación de este modelo no se impuso a priori ninguna restricción a los parámetros.

- ii) El modelo Translog Restringido incorpora el supuesto de los rendimientos constantes a escala en cada uno de los sectores productivos. En términos del modelo econométrico, este supuesto se traduce en la imposición de las siguientes restricciones:

$$\begin{aligned} \alpha_{ik} + \alpha_{il} &= 1 \\ \beta_{ikt} + \beta_{ilt} &= 0 \\ \beta_{itk} + \beta_{itl} &= 0 \\ \beta_{itl} &= \beta_{itk} \end{aligned}$$

Incorporadas las restricciones a las tres ecuaciones anteriores, el modelo econométrico que se especifica es el siguiente:

$$V_{ikt} = \alpha_{ik} + \beta_{ikk} \ln K_{it} + \beta_{ikk} \ln L_{it} + \beta_{ikt} T + U_{ik} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \ln VA_{it} = & \alpha_{io} + (1 - \alpha_{io}) \ln L_{it} + \alpha_{ik} \ln K_{it} + \alpha_{it} T + 1/2 \beta_{ikk} (\ln K_{it})^2 \\ & - \beta_{ikk} \ln K_{it} \ln L_{it} + \beta_{ikt} \ln K_{it} T + 1/2 \beta_{ikk} (\ln L_{it})^2 \\ & - \beta_{ikt} \ln L_{it} T + 1/2 \beta_{ikt} T^2 + u_i \end{aligned} \quad (2)$$

- iii) Por último, el modelo Función de Producción Translog propuesto por Tybout consiste en la estimación de la función:

$$y_{it} = \sum_i \delta_i D_{is} + \sum_j \beta_j X_{it}^j + \sum_j \sum_k \lambda_{jk} (X_{it}^j X_{it}^k) + e$$

donde D_{is} es una variable Dummy que es igual a uno cuando $t=s$, $s = 1, 2, 3, \dots, T$ X_{it} son los logaritmos de los insumos Trabajo y Capital, Y_{it} es el logaritmo del valor agregado y j y k son índices de los dos insumos, calculados con las siguientes desviaciones:

$$\begin{aligned} x_{it} &= x_{it} - (1/T) \sum_{t=1}^T x_{it} \\ Y_{it} &= Y_{it} - (1/T) \sum_{t=1}^T Y_{it} \\ i &= 1, \dots, n \end{aligned}$$

5.3.1 Los métodos paramétricos y la PTF de la industria manufacturera mexicana

En el cuadro 7 se presentan las tasas de crecimiento de la PTF de la industria manufacturera mexicana, calculadas con los métodos paramétricos. Se observan importantes diferencias en las medias industriales, las varianzas y los coeficientes de variación. También divergencias muy importantes en la estimación de la PTF en algunas ramas industriales: molienda de trigo, otros productos alimenticios, cuero y calzado, imprentas y editoriales, jabones, detergentes, perfumes y cosméticos, vidrio y sus productos, muebles y accesorios metálicos, maquinaria y aparatos eléctricos y equipo y material de transporte.

Cuadro 7
Tasas de Crecimiento de Largo Plazo de la PTF (1984-1990)

RAMAS	TRANS NO REST.	TRANS RES.	TYBOUT
Productos cárnicos y lácteos	7,10	7,90	4,87
Envasado de frutas y legumbres	9,88	10,03	1,76
Molienda de trigo y sus prods.	2,05	2,23	-4,36
Aceites y grasa vegetales comestibles	3,55	4,09	6,06
Alimentos para animales	15,49	12,51	13,43
Otros productos alimenticios	8,69	9,63	1,30
Bebidas alcohólicas	6,53	6,66	-5,17
Refrescos embotellados	-0,41	1,18	-0,03
Hilado y tejido de fibras blandas	2,84	3,40	0,84
Otras industrias textiles	4,65	4,86	3,37
Prendas de vestir	-0,15	0,85	-3,02
Cuero y calzado	-3,88	-3,46	-7,50
Aserraderos incluso triplay	3,26	3,04	-4,31
Otras industrias de la madera	-0,49	0,06	-2,34
Papel y cartón	5,22	5,65	4,09
Imprentas y editoriales	-0,43	-0,02	-4,05
Química básica	2,44	3,24	2,49
Abonos y fertilizantes	-17,42	-16,99	-36,48
Resinas sintéticas, plásticos y fibras artificiales	6,83	6,84	5,77
Productos medicinales	-2,73	-2,03	-4,72
Jabones, detergentes, perfumes y cosméticos	0,95	1,91	-5,23
Otras industrias químicas	-1,23	0,31	-0,69
Productos de hule	2,20	2,70	2,94
Artículos de plástico	-0,11	2,08	0,01
Vidrio y sus productos	6,03	6,94	-0,62
Cemento	4,58	5,57	3,21
Otros productos de minerales no metálicos	0,93	3,04	-0,32
Industrias básicas del hierro y del acero	3,20	3,50	0,55
Industrias básicas de metales no ferrosos	3,39	3,44	-1,39
Muebles y accesorios metálicos	7,11	5,75	-0,01
Productos metálicos estructurales	2,61	2,10	-1,57
Otros productos metálicos	1,61	3,42	0,94
Maquinaria y equipo no eléctrico	3,98	5,05	-1,42
Maquinaria y aparatos eléctricos	-1,63	-1,02	-4,79
Aparatos electro-domésticos	5,22	4,87	0,79
Equipos y accesorios electrónicos	8,02	7,89	3,47
Otros equipos y aparatos eléctricos	-1,67	0,46	0,70
Vehículos automóviles	21,50	22,32	15,39
Carrocerías y partes automotrices	5,61	6,29	7,42
Equipo y material de transporte	-5,65	-5,77	1,15
MEDIAS	2,99	3,51	-0,19
VARIANZAS	34,93	32,14	55,04
COEFICIENTE DE VARIACION	1,98	1,61	-39,80

Los resultados de las pruebas estadísticas aplicadas a los métodos paramétricos para determinar la significancia estadística de las diferencias entre medias y varianzas se presentan en el cuadro 8, del cual se deduce que es estadísticamente significativa la diferencia en las medias de los métodos Función de Producción Translog y Translog Restringido y, Función de Producción Translog y Translog no Restringido.

Cuadro 8
Estimaciones de la PTF paramétricas

METODO "A"	METODO "B"	MEDIAS		VARIANZAS	
F. PROD. TRANSLOG	TRANSLOG	-2.47	Rechaza	1.71	No
	RESTRINGIDO	(0.01)		(0.09)	rechaza
F. PROD. TRANSLOG	TRANSLOGNO	-2.09	Rechaza	1.58	No
	RESTRINGIDO	(0.04)		(0.16)	rechaza
TRANSLOG	TRANSLOGNO	-0.40	No	1.09	No
RESTRINGIDO	RESTRINGIDO	(0.70)	rechaza	(0.80)	rechaza

El análisis de varianza en un solo sentido también es un indicador de las importantes diferencias que se obtienen en el cálculo de la PTF a nivel de las distintas ramas industriales. Como se observa en el cuadro 9, la hipótesis nula según la cual en la rama "i" no existen diferencias en las tasas de crecimiento de la PTF calculadas con distintos métodos de estimación, se rechazó en todos los casos.

Cuadro 9
Análisis de varianza en un solo sentido
Indíces de la PTF paramétricos (1984-1990)

METODO "A"	METODO "B"	PRUEBA "F"	
F. PROD. TRANSLOG	TRANSLOGRESTRINGIDO	5.15	Rechaza
		(0.0)	
F. PROD. TRANSLOG	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	5.80	Rechaza
		(0.0)	
TRANSLOGRESTRINGIDO	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	123.56	Rechaza
		(0.0)	

En virtud de las diferencias observadas en la estimación de la PTF a nivel de las ramas industriales con los métodos paramétricos, también se realizaron las pruebas de Wilcoxon y Kendall para investigar las diferencias en el dinamismo de la PTF entre ramas y en sus distintos ordenamientos.

5.3.1.1 Determinación del dinamismo de la PTF entre ramas

De los resultados de la prueba de Wilcoxon presentados en el cuadro 10, se deduce que no existe acuerdo en relación al dinamismo de la PTF calculado con los métodos de estimación paramétricos.

Cuadro 10
Prueba de Wilcoxon 1984-1990
Indices de la PTF paramétricos

METODO "A"	METODO "B"	PRUEBA DE WILCOXON	
F. PROD. TRANSLOG	TRANSLOGRESTRINGIDO	-4.74 (0.00)	Rechaza
F. PROD. TRANSLOG	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	-4.18 (0.00)	Rechaza
TRANSLOGRESTRINGIDO	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	-3.93 (0.00)	Rechaza

La prueba "T" de las diferencias apareadas¹⁰ muestra que con el método Función de Producción Translog se "subestima" el dinamismo de la PTF. Por otra parte, el dinamismo de la PTF que se obtiene con el modelo Translog Restringido es mayor comparado con el calculado con el modelo Translog No Restringido (ver cuadro 11).

¹⁰ El supuesto de normalidad también se cumple para el conjunto de las tasas de crecimiento de la PTF de largo plazo, calculadas con los métodos paramétricos, como lo señala la prueba de que se presenta en el anexo.

Cuadro 11
Prueba "t" de las diferencias apareadas
Indices de la PTF paramétricos

METODO "A"	METODO "B"	PRUEBA "T" DE LAS DIFERENCIAS APAREADAS
F. PROD. TRANSLOG	TRANSLOGRESTRINGIDO	-5.52
F. PROD. TRANSLOG	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	-4.62
TRANSLOGRESTRINGIDO	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	3.56

5.3.1.2 **Identificación de las industrias con altas tasas de crecimiento de la PTF y de las industrias con bajas tasas de crecimiento**

Los resultados de la prueba de Concordancia de Kendall, aplicada a los métodos paramétricos en el cuadro 12, muestran que existe acuerdo en la identificación de las industrias con altas tasas de crecimiento de la PTF y las industrias con menores tasas de crecimiento.

Cuadro 12
Prueba de concordancia de Kendall 1984-1990
Indices de la PTF paramétricos

METODO "A"	METODO "B"	KENDALL	X2	
F. PROD. TRANSLOG	TRANSLOGRESTRINGIDO	0.49	19.6 (0.00)	Rechaza
F. PROD. TRANSLOG	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	0.30	12.1 (0.00)	Rechaza
TRANSLOGRESTRINGIDO	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	0.42	19.6 (0.00)	Rechaza

5.3.2 Evaluación econométrica de los métodos paramétricos

Para que las estimaciones paramétricas de la PTF sean confiables desde el punto de vista estadístico, no es suficiente con obtener un buen ajuste (es decir R^2 altas) y parámetros distintos de cero, es necesario que los modelos econométricos a partir de los cuales se llevaron a cabo las distintas estimaciones de los correspondientes parámetros, cumplan con los supuestos del modelo estadístico.

Debido a que el período de estudio es pequeño, fue necesario organizar los datos en forma de panel. Es decir, para estimar los modelos econométricos, se utilizó la información de los establecimientos de cada rama en los seis años de estudio. En el caso en los cuales la información está organizada en forma de panel y un periodo corto de tiempo, no es necesario llevar a cabo algunas pruebas de diagnóstico¹¹, tal es el caso de las pruebas de autocorrelación y heteroscedasticidad autorregresiva. Las pruebas de correcta especificación que se realizaron para los modelos econométricos estimados en la presente investigación, son:

- i) *Pruebas de forma funcional o linealidad para comprobar que los modelos econométricos se estimaron con una especificación correcta.* Esta prueba reviste particular importancia ya que el incumplimiento de esta condición se traduce en estimadores sesgados e inconsistentes, por algún error en la especificación de los modelos econométricos.
- ii) *Pruebas de normalidad para comprobar que la distribución conjunta es normal multivariada.* En caso de que el supuesto de normalidad no se cumpla, los parámetros del modelo son insesgados pero pueden no resultar confiables las pruebas de hipótesis que se refieren a la significancia estadística de los parámetros estimados y las pruebas de hipótesis basadas en σ^2 estimada, como por ejemplo las de heteroscedasticidad.
- iii) *Pruebas de heteroscedasticidad.* Para determinar si los errores de las estimaciones son homocedásticos. En caso de que el supuesto de homoscedasticidad no se cumpla, los parámetros estimados son insesgados y consistentes. Pero la varianza de los β_i no es la mínima, el intervalo de confianza para β_i es innecesariamente ancho y, por tanto, las pruebas de significación pierden validez, es decir, las pruebas "t" y "F" pueden conducir a conclusiones falsas.

Para cada uno de los supuestos anteriores se formulan las siguientes hipótesis nulas y alternativas: H_0 : el modelo cumple con el supuesto, es decir, está correctamente especificado; H_a : el modelo no cumple con el supuesto y por tanto está incorrectamente especificado.

¹¹ Chamberlain G., "Panel Data" en Griliches Z., and Intriligator M., Ed. *Handbook of Econometrics*, North Holland, New York, 1984, cap. 22.

El modelo Translog No Restringido se estimó utilizando el método de Zellner. Los resultados de los parámetros estimados se presentan en el cuadro 15 del anexo estadístico del presente capítulo. Como puede observarse en ese cuadro, se obtuvieron en la mayor parte de las ramas, R^2 que oscilan entre 0.45 y 0.86, tomando en consideración que la estimación se realizó con datos panel, son satisfactorias¹². Por otra parte, de acuerdo a la prueba F, los parámetros estimados son en conjunto estadísticamente distintos de cero en todas las ramas. Sin embargo, como se puede verificar en el cuadro 13, de acuerdo con los resultados de las pruebas de diagnóstico existen importantes problemas de incorrecta especificación del modelo. Sólo las estimaciones de dos ramas: 119 y 855 cumplen con todos los supuestos del modelo econométrico y las de seis más: 112, 117, 227, 432, 536 y 849 satisfacen todos los supuestos con excepción del referente a Normalidad.

Por otra parte, los resultados de las pruebas de diagnóstico efectuadas a las estimaciones de las 32 ramas restantes, muestran que el modelo no está correctamente especificado. En las estimaciones de las ramas 113, 535, 857 y 858 se rechazaron todas las pruebas. De los resultados de las 28 ramas restantes, en 12 ramas se presentaron problemas de Heteroscedasticidad en el sentido de Amemiya y Poisson, en 23 se detectaron problemas de Forma Funcional (Reset 2) y sólo las estimaciones de 12 ramas cumplen con el supuesto de Normalidad.

Cabe señalar que se intentó corregir el problema de heteroscedasticidad incorporando una variable Dummy que identifica el tamaño de los distintos establecimientos, pero los resultados de las pruebas de diagnóstico fueron muy similares a los anteriores. Estos resultados sugieren la necesidad de buscar una especificación econométrica distinta o bien estimar el modelo con métodos distintos al de Zellner, por ejemplo el método de máxima verosimilitud.

¹² Solamente en dos ramas se obtuvo una R^2 menor de 0.30.

Cuadro 13
Evaluación de las funciones de producción no restringidas

RAMA	HETEROSCEDASTICIDAD		FORMA FUNCIONAL		NORMALIDAD
	Amemiya	Poisson	Reset(1)	Reset(2)	Jarquebera
111	No rechaza*	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
112	No rechaza*	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
113	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
117	No rechaza	No rechaza	No rechaza*	No rechaza	Rechaza
118	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza
119	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza*
120	No rechaza*	No rechaza*	No rechaza*	RECHAZA	No rechaza
122	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza*	No rechaza*	RECHAZA
224	RECHAZA	No rechaza*	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA
226	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA
227	No rechaza	No rechaza*	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
228	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza*	RECHAZA	RECHAZA
329	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza
330	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
431	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza*
432	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
535	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
536	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
537	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza
538	No rechaza	No rechaza	No rechaza*	RECHAZA	RECHAZA
539	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
540	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA
541	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza
542	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA
543	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza	RECHAZA	No rechaza
644	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza	No rechaza	No rechaza*
645	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
646	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
747	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza
848	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza	No rechaza	No rechaza
849	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
850	RECHAZA	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
851	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA
852	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA
853	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza*	No rechaza	No rechaza
854	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza	RECHAZA	No rechaza
855	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza*	No rechaza
857	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
858	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA

En el cuadro 5.16 del apéndice estadístico se presentan los resultados de los parámetros estimados del modelo Translog Restringido (estimado con el método de Zellner). Los resultados obtenidos referentes a las R^2 y la prueba F son similares a los del modelo Translog No Restringido¹³. También se detectaron problemas de incorrecta especificación. De acuerdo con los resultados de las pruebas de diagnóstico (ver cuadro 14) sólo las estimaciones de dos ramas: 853 y 855 cumplen con todos los supuestos del modelo econométrico y en las de cuatro ramas: 112, 117, 432 y 539 se satisfacen todos los supuestos con excepción del de Normalidad.

En las estimaciones de las 34 ramas restantes, en siete de ellas: 113, 118, 122, 224, 535, 857 y 858, se rechazaron todas las pruebas de diagnóstico. De los resultados de las 27 ramas restantes, en 6 se detectaron problemas de Heteroscedasticidad en el sentido de Amemiya y Poisson, en 23 se presentaron problemas de Forma Funcional y en ocho casos se cumple con el supuesto de Normalidad.

El modelo Función de Producción Translog propuesto por Tybout se estimó con el método de mínimos cuadrados ordinarios. La información para estimar este modelo también es un panel integrado por datos de cada uno de los establecimientos en el periodo 1984-1990. Para cada uno de los establecimientos se calcularon las desviaciones de cada variable respecto de la media del periodo.

Como puede observarse en el cuadro 5.17 del apéndice estadístico en siete ramas se obtuvo una R^2 menor de 0.30, en el resto de las ramas la R^2 se encuentra en un rango de 0.30 a 0.75¹⁴, de los resultados de la prueba F se deduce que en todas las ramas los parámetros estimados son en conjunto distintos de cero. Este modelo al igual que los anteriores no cumple con todos los supuestos del modelo econométrico. De las ecuaciones estimadas para cada rama, sólo en una (la rama 329) se cumple con todos los supuestos del modelo econométrico general, en las estimaciones de 28 ramas se satisfacen todos los supuestos con excepción del de normalidad, en las 11 ramas restantes en seis existen problemas de heteroscedasticidad, en siete de forma funcional y sólo en tres casos se cumple con el supuesto de Normalidad. Por tanto, también sería necesario, habida cuenta los resultados de las pruebas de diagnóstico, reespecificar el modelo, o estimarlo con un método distinto al de los mínimos cuadrados ordinarios.

¹³ Solamente en una rama se obtuvo una R^2 menor de 0.30.

¹⁴ Solamente en una rama se obtuvo una R^2 de 0.85.

Cuadro 14
Evaluación de las funciones de producción restringidas

RAMA	HETEROSCEDASTICIDAD		FORMA FUNCIONAL		NORMALIDAD
	AMEMIYA	POISSON	RESET(1)	RESET(2)	JARQUEBERA
111	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
112	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
113	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
117	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza*	RECHAZA
118	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
119	No rechaza	No rechaza	No rechaza*	RECHAZA	RECHAZA
120	No rechaza	No rechaza	No rechaza*	RECHAZA	No rechaza
122	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
224	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
226	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA
227	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA
228	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
329	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
330	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
431	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza*
432	No rechaza	No rechaza	No rechaza*	No rechaza*	RECHAZA
535	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
536	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
537	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza
538	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
539	No rechaza	No rechaza	No rechaza*	No rechaza	RECHAZA
540	No rechaza	No rechaza	No rechaza*	RECHAZA	RECHAZA
541	No rechaza	No rechaza	No rechaza*	RECHAZA	No rechaza
542	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
643	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza	No rechaza	No rechaza*
644	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
645	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA
746	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA
747	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza
848	No rechaza	No rechaza	No rechaza*	RECHAZA	No rechaza*
849	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
850	RECHAZA	No rechaza*	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
851	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
852	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
853	No rechaza*	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza
854	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	No rechaza
855	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza
857	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
858	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA

Cuadro 15
Evaluación estadística del modelo Función de Producción Translog

RAMA	HETEROCEDASTICIDAD		FORMA FUNCIONAL		NORMALIDAD
	Amemiya	Poisson	Reset(1)	Reset(2)	Jarquebera
111	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
112	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
113	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
117	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
118	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza*
119	RECHAZA	No rechaza*	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
120	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
122	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
224	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	No rechaza*	RECHAZA
226	RECHAZA	RECHAZA	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA
227	No rechaza*	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
228	No rechaza	No rechaza	No rechaza*	No rechaza*	RECHAZA
329	No rechaza*	No rechaza	No rechaza*	No rechaza*	No rechaza
330	No rechaza*	No rechaza	No rechaza*	No rechaza*	RECHAZA
431	No rechaza*	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
432	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA
535	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
536	No rechaza	No rechaza*	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
537	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
538	No rechaza	No rechaza	No rechaza*	No rechaza	RECHAZA
539	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
540	No rechaza	No rechaza*	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
541	No rechaza*	No rechaza	No rechaza*	No rechaza	RECHAZA
542	RECHAZA	No rechaza*	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA
643	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
644	RECHAZA	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
645	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
746	RECHAZA	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
747	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza*	RECHAZA
848	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
849	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza*	RECHAZA
850	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
851	RECHAZA	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
852	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
853	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
854	No rechaza	No rechaza	No rechaza*	No rechaza	RECHAZA
855	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
856	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA
857	No rechaza	No rechaza	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
858	No rechaza	No rechaza	No rechaza	No rechaza	RECHAZA

La evaluación de estos modelos sugiere que, desde el punto de vista econométrico, el de mayor confiabilidad estadística es el modelo Función de Producción Translog propuesto por Tybout y el menos recomendable es el Translog No Restringido. Por otra parte, debido a que estos modelos no cumplen con los supuestos del modelo estadístico general, lo conveniente sería proponer otras especificaciones o intentar otros métodos de estimación, para estimar parámetros adecuados para el cálculo de la PTF.

A pesar de los problemas estadísticos de las estimaciones paramétricas de la PTF arriba mencionados, es interesante comparar los resultados de la PTF de la industria manufacturera mexicana obtenidos con los métodos paramétricos y no paramétricos, para determinar con otros criterios las diferencias estadísticas entre estos métodos de estimación.

5.4 Comparación de los métodos paramétricos y los no paramétricos

Para determinar algunas diferencias estadísticas entre los métodos paramétricos y no paramétricos, se calcularon las pruebas estadísticas para la significancia estadística de las diferencias entre las medias y las varianzas, el análisis de varianza en un solo sentido, la Prueba de Wilcoxon y el coeficiente de concordancia de Kendall.

5.4.1 Determinación del dinamismo de la PTF entre ramas

Los resultados de las pruebas para determinar la significancia estadística de las diferencias en las medias y las varianzas entre los métodos paramétricos y no paramétricos, se presentan en el cuadro 16. Ahí se ve una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la PTF industrial obtenida con el método Función de Producción Translog y las medias calculadas con los métodos Índice Translog, Kendrick y Kendrick Cambio de Base, asimismo es también significativa la diferencia entre las medias de los métodos Índice Translog y Translog no Restringido. Por otra parte, son estadísticamente significativas las diferencias entre las varianzas de las tasas de crecimiento de la PTF calculadas con el método de Solow y las que se obtienen con los métodos Función de Producción Translog, Translog no Restringido y Translog Restringido.

Cuadro 16
Prueba de medias y varianzas 1984-1990
Indices de la PTF paramétricos y no paramétricos

METODO "A"	METODO "B"	MEDIAS		VARIANZAS	
KENDRICK	F. PROD.	2.89	Rechaza	1.57	No
	TRANSLOG	(0.00)		(0.16)	rechaza
KENDRICK	TRANSLOGNO	0.91	No	1.01	No
	RESTRINGIDO	(0.36)	rechaza	(0.98)	rechaza
KENDRICK	TRANSLOG	0.53	No	1.09	No
	RESTRINGIDO	(0.59)	rechaza	(0.78)	rechaza
KENDRICK CAMBIO BASE	F. PROD.	3.16	Rechaza	1.53	No
	TRANSLOG	(0.00)		(0.18)	rechaza
KENDRICK CAMBIO BASE	TANSLOGNO	1.22	No	1.03	No
	RESTRINGIDO	(0.22)	rechaza	(0.93)	rechaza
KENDRICK CAMBIO BASE	TRANSLOG	0.85	No	1.12	No
	RESTRINGIDO	(0.39)	rechaza	(0.73)	rechaza
SOLOW	F. PROD.	0.94	No	1.79	Rechaza
	TRANSLOG	(0.34)	rechaza	(0.07)	
SOLOW	TRANSLOGNO	-0.70	No	2.83	Rechaza
	RESTRINGIDO	(0.48)	rechaza	(0.00)	
SOLOW	TRANSLOG	-1.00	No	3.07	Rechaza
	RESTRINGIDO	(0.32)	rechaza	(0.00)	
IND. TRANSLOG	F. PROD.	3.56	Rechaza	1.67	No
	TRANSLOG	(0.00)		(0.11)	rechaza
IND. TRANSLOG	TRANSLOGNO	1.64	Rechaza	1.06	No
	RESTRINGIDO	(0.10)		(0.85)	rechaza
IND. TRANSLOG	TRANSLOG	1.21	No	1.04	No
	RESTRINGIDO	(0.23)	rechaza	(0.90)	rechaza

El análisis de varianza en un solo sentido muestra (ver cuadro 17) diferencias estadísticamente significativas entre la PTF calculada con los métodos paramétricos y no paramétricos a nivel de cada una de las ramas industriales.

Cuadro 17
Análisis de varianza en un solo sentido
Indíces de la PTF no paramétricos y paramétricos (1984-1990)

METODO "A"	METODO "B"	PRUEBA "F"	
KENDRICK	F. PROD. TRANSLOG	4.56 (0.0)	Rechaza
KENDRICK	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	33.15 (0.0)	Rechaza
KENDRICK	TRANSLOGRESTRINGIDO	90.86 (0.0)	Rechaza
KENDRICK CAMBIO DE BASE	F. PROD. TRANSLOG	4.06 (0.0)	Rechaza
KENDRICK CAMBIO DE BASE	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	25.32 (0.0)	Rechaza
KENDRICK CAMBIO DE BASE	TRANSLOGRESTRINGIDO	62.02 (0.0)	Rechaza
SOLOW	F. PROD. TRANSLOG	9.18 (0.0)	Rechaza
SOLOW	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	5.90 (0.0)	Rechaza
SOLOW	TRANSLOGRESTRINGIDO	6.10 (0.0)	Rechaza
IND. TRANSLOG	F. PROD. TRANSLOG	3.33 (0.0)	Rechaza
IND. TRANSLOG	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	16.93 (0.0)	Rechaza
IND. TRANSLOG	TRANSLOGRESTRINGIDO	33.32 (0.0)	Rechaza

Por otra parte, la prueba de Wilcoxon corrobora que las diferencias en el cálculo de la tasa de crecimiento de la PTF de las ramas industriales son estadísticamente significativas, con excepción de las divergencias entre el método de Solow y los métodos Translog Restringido y Translog No Restringido (ver cuadro 18).

Cuadro 18
Prueba de Wilcoxon 1984-1990
Indices de la PTF paramétricos y no paramétricos

METODO "A"	METODO "B"	PRUEBA DE WILCOXON	
KENDRICK	F. PROD. TRANSLOG	-4.95 (0.00)	Rechaza
KENDRICK	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	-3.77 (0.00)	Rechaza
KENDRICK	TRANSLOGRESTRINGIDO	-3.63 (0.00)	Rechaza
KENDRICK CAMBIO BASE	F. PROD. TRANSLOG	-5.04 (0.00)	Rechaza
KENDRICK CAMBIO BASE	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	-4.43 (0.00)	Rechaza
KENDRICK CAMBIO BASE	TRANSLOGRESTRINGIDO	-4.83 (0.00)	Rechaza
SOLOW	F. PROD. TRANSLOG	-3.11 (0.00)	Rechaza
SOLOW	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	-0.06 (0.94)	No rechaza
SOLOW	TRANSLOGRESTRINGIDO	-0.73 (0.45)	No rechaza
IND. TRANSLOG	F. PROD. TRANSLOG	-5.08 (0.00)	Rechaza
IND. TRANSLOG	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	-4.78 (0.00)	Rechaza
IND. TRANSLOG	TRANSLOGRESTRINGIDO	-5.28 (0.00)	Rechaza

La prueba "T" de las diferencias apareadas muestra que las tasas de crecimiento de la PTF de largo plazo de las distintas ramas industriales calculadas con los métodos no paramétricos son mayores que las obtenidas con los paramétricos, con excepción del método de Solow y los métodos Translog Restringido y No Restringido (ver cuadro 19).

En suma, entre los paramétricos y los no paramétricos sólo existe acuerdo en el dinamismo de la PTF entre el de Solow y los métodos Translog Restringido y No Restringido.

Cuadro 19
Prueba "T" de las diferencias apareadas 1984-1990
Indices de la PTF paramétricos y no paramétricos

METODO "A"	METODO "B"	PRUEBA "T" DE LAS DIFERENCIAS APAREADAS
KENDRICK	F. PROD. TRANSLOG	6.60
KENDRICK	TRANSLOGNO	4.59
	RESTRINGIDO	
KENDRICK	TRANSLOGRESTRINGIDO	4.32
KENDRICKCAMBIO BASE	F. PROD. TRANSLOG	7.08
KENDRICKCAMBIO BASE	TRANSLOGNO	5.99
	RESTRINGIDO	
KENDRICKCAMBIO BASE	TRANSLOGRESTRINGIDO	7.06
SOLOW	F. PROD. TRANSLOG	2.22
SOLOW	TRANSLOGNO	-1.32
	RESTRINGIDO	
SOLOW	TRANSLOGRESTRINGIDO	-1.93
IND. TRANSLOG	F. PROD. TRANSLOG	7.54
IND. TRANSLOG	TRANSLOGNO	7.40
	RESTRINGIDO	
IND. TRANSLOG	TRANSLOGRESTRINGIDO	9.12

5.4.2 Identificación de las industrias con altas tasas de crecimiento de la ptf y de las industrias atrasadas

Al comparar los métodos paramétricos con los no paramétricos, utilizando el coeficiente de Kendall (ver cuadro 20), se aprecia un acuerdo en la identificación de las ramas industriales con altas tasas de crecimiento de la PTF y las atrasadas, con excepción de los resultados obtenidos con el método de Solow y los métodos Translog Restringido y No

Restringido. Es decir, el ordenamiento de las ramas industriales que proporciona el método de Solow es distinto al de estos métodos paramétricos.

Cuadro 20
Prueba de concordancia de Kendall 1984-1990
Indices de la PTF paramétricos y no paramétricos

METODO "A"	METODO "B"	KENDALL	X2	
KENDRICK	F. PROD. TRANSLOG	0.72	28.9 (0.00)	Rechaza
KENDRICK	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	0.36	14.4 (0.00)	Rechaza
KENDRICK	TRANSLOGRESTRINGIDO	0.42	16.9 (0.00)	Rechaza
KENDRICK CAMBIO BASE	F. PROD. TRANSLOG	0.81	32.4 (0.00)	Rechaza
KENDRICK CAMBIO BASE	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	0.56	22.5 (0.00)	Rechaza
KENDRICK CAMBIO BASE	TRANSLOGRESTRINGIDO	0.49	19.6 (0.00)	Rechaza
SOLOW	F. PROD. TRANSLOG	0.30	12.1 (0.00)	Rechaza
SOLOW	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	0.04	1.60 (0.20)	No rechaza
SOLOW	TRANSLOGRESTRINGIDO	0.002	0.10 (0.75)	No rechaza
IND. TRANSLOG	F. PROD. TRANSLOG	0.81	32.4 (0.00)	Rechaza
IND. TRANSLOG	TRANSLOGNO RESTRINGIDO	0.56	22.5 (0.00)	Rechaza
IND. TRANSLOG	TRANSLOGRESTRINGIDO	0.64	25.6 (0.00)	Rechaza

5.5 Resumen y conclusiones

Las pruebas estadísticas señalan que entre los métodos no paramétricos no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a: i) Las medias industriales, con excepción de la PTF industrial calculada con el método de Solow y la del Índice Translog, y ii) La identificación de las ramas con altas y/o bajas tasas de crecimiento de la PTF con los distintos métodos de medición.

Los métodos no paramétricos son estadísticamente distintos entre sí en cuanto a: i) Las varianzas de los métodos de Kendrick y Solow; Kendrick Cambio de Base y Solow, e Índice Translog y Solow; ii) Las tasas de crecimiento de largo plazo calculadas en cada una de las ramas industriales, y iii) Respecto al dinamismo de la PTF entre ramas industriales, el método del Índice Translog "sobrestima" el dinamismo de la PTF y el de Solow lo "subestima", mientras que el método de Kendrick proporciona una estimación del dinamismo de la PTF intermedio.

No existen diferencias significativas en cuanto a la identificación de las ramas con altas y/o bajas tasas de crecimiento de la PTF con los distintos métodos de medición no paramétricos.

Los métodos paramétricos son estadísticamente distintos entre sí, en cuanto a: i) Las medias de los métodos Función de Producción Translog y Translog Restringido y, Función de Producción Translog y Translog no Restringido; ii) Las tasas de crecimiento de largo plazo calculadas en cada una de las ramas industriales, y iii) Con el método Función de Producción Translog se "subestima" el dinamismo de la PTF. Por otra parte, el dinamismo de la PTF que se obtiene con el modelo Translog Restringido es mayor comparado con el calculado con el modelo Translog No Restringido.

Desde el punto de vista econométrico, el modelo paramétrico más confiable estadísticamente es el modelo Función de Producción Translog propuesto por Tybout y el menos recomendable es el modelo Translog No Restringido. Debido a que estos modelos no cumplen con los supuestos del modelo estadístico general, habría que proponer otras especificaciones o intentar otros métodos de estimación, con el fin de estimar parámetros adecuados para el cálculo de la PTF.

Al comparar los métodos paramétricos con los no paramétricos, se deduce que son estadísticamente similares en cuanto a: i) La identificación de las ramas industriales con altas tasas de crecimiento de la PTF y las atrasadas (con excepción del método de Solow), y ii) El dinamismo de la PTF calculado con el método de Solow y los métodos Translog

Restringido y Translog No Restringido.

Son estadísticamente significativas las diferencias entre los métodos paramétricos y no paramétricos en cuanto a: i) La media de la PTF industrial obtenida con el método Función de Producción Translog y las medias calculadas con los métodos Índice Translog, Kendrick y Kendrick Cambio de Base, y las medias de los métodos Índice Translog y Translog no Restringido. Por otra parte, son estadísticamente significativas las diferencias entre las varianzas de las tasas de crecimiento de la PTF calculadas con el método de Solow y las que se obtienen con los métodos Función de Producción Translog, Translog No Restringido y Translog Restringido; ii) Las tasas de crecimiento de largo plazo calculadas en cada una de las ramas industriales; iii) El dinamismo de la PTF. Las tasas de crecimiento de la PTF de largo plazo de las distintas ramas industriales calculadas con los métodos no paramétricos son mayores que las obtenidas con los métodos paramétricos, con excepción del método de Solow y los métodos Translog Restringido y No Restringido.

Son correctas las conclusiones que se derivan de las comparaciones de la PTF interindustriales o entre países llevadas a cabo con distintos métodos de estimación no paramétricos o paramétricos, siempre y cuando la comparación confronte las ramas industriales con altas tasas de crecimiento de la PTF y las ramas atrasadas, y cuando en la comparación no se confronte el método de Solow con los métodos paramétricos Translog Restringido y No Restringido.

No es conveniente derivar conclusiones de las comparaciones de la PTF efectuadas con métodos no paramétricos contrapuestos con los paramétricos, cuando la finalidad es confrontar el dinamismo de la PTF entre países e industrias.

En suma, deben evitarse las comparaciones entre países o industrias en las que la estimación de la PTF no se realizó con el mismo método de estimación. El único caso no ambiguo es la confrontación entre las ramas industriales con altas tasas y/o bajas tasas de crecimiento de la PTF (sea entre países o industrias).

CAPÍTULO 6

REFLEXIÓN FINAL, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO 6

REFLEXIÓN FINAL, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de la exposición teórica y estadística de las distintas medidas de productividad, es pertinente preguntarse si existe una medida adecuada de la productividad industrial para el caso de las manufacturas mexicanas. Para reflexionar en torno a esta cuestión es necesario definir y discutir algunos criterios relacionados con: a) los supuestos teóricos de las distintas medidas de productividad; b) las características estadísticas de las mediciones de productividad, y c) el criterio de invarianza de Hall. Sólo así podremos formular, en la última parte del capítulo, un conjunto de conclusiones y recomendaciones relacionadas con la selección de una medida adecuada de la productividad industrial.

6.1 Evaluación de los supuestos teóricos alternativos

A lo largo de esta investigación se han pormenorizado las diferencias teóricas y empíricas de dos conceptos de la PTF, como medida de: a) la eficiencia productiva, y b) del desplazamiento de una función de producción o cambio tecnológico.

Suponiendo que se cubren todas las exigencias para la cuantificación de productos e insumos¹, las principales premisas teóricas de las medidas de eficiencia productiva son: condiciones de competencia perfecta, cambio tecnológico neutral, funciones de producción homogéneas de grado uno y rendimientos constantes a escala. En la propuesta de Hernández Laos se eliminan estos supuestos restrictivos, pero prevalece el problema de la elección de los precios factoriales, los cuales al abandonar el supuesto de la competencia perfecta, dejan de representar las productividades marginales de los factores. En este caso, las medidas de eficiencia no quedarán invariables si hay cambios en los

¹ Se supone que tanto los bienes producidos como los factores productivos están medidos en términos de flujos, es decir, de cantidades por unidad de tiempo y, además, que los insumos y los productos son no negativos y homogéneos. Por esta razón se presentan, tal como se discutió en el capítulo 4, un conjunto importante de problemas en la medición empírica tanto de insumos como de productos. En cuanto a la medición del producto, se obtienen distintas cuantificaciones de la PTF o del cambio tecnológico cuando se toma como producto el Valor Agregado, el Valor Bruto de la Producción o el producto neto. En relación a la medición del insumo trabajo es preferible utilizar en lugar de las personas empleadas, las horas trabajadas, porque representan más adecuadamente los servicios que se obtienen de los trabajadores; para cumplir con el requisito de homogeneidad, se requiere ponderar la suma de las horas trabajadas. Por último, como la heterogeneidad de los bienes de capital es mayor comparada con la del trabajo, las dificultades para su medición son mayores, y entre ellas destacan: la valuación de los diferentes bienes de capital, la estimación del acervo de capital físico, la utilización de los acervos y flujos de capital, el cálculo de la depreciación, la utilización del capital bruto o neto y los ajustes por la tasa de utilización de los acervos de capital.

precios seleccionados.

Por otra parte, los principales supuestos de la medición del cambio tecnológico son: condiciones de competencia perfecta, rendimientos constantes a escala, cambio tecnológico neutral y funciones de producción homogéneas de primer grado, o bien funciones de producción translogarítmicas de grado uno para cada sector productivo, cuando no se efectúa ningún supuesto en relación con la sustitución de un factor por el otro. Si las estimaciones del cambio tecnológico son paramétricas, a los supuestos anteriores se añaden: a) los que se refieren a la función de producción agregada; b) los específicos de cada estimación paramétrica, y c) los estadístico-probabilísticos del modelo econométrico general.

En suma, tanto las medidas de eficiencia productiva como las del cambio tecnológico tienen como fundamento un conjunto importante de supuestos teóricos. Por tanto, este criterio resulta insuficiente para elegir una medida apropiada de la productividad.

Sin embargo, cabe resaltar un elemento importante que distingue a un enfoque del otro. Cuando no se cumplen los supuestos teóricos ya mencionados, en las medidas de eficiencia productiva están incluidos: a) el cambio tecnológico; b) la escala de producción, c) el "capital intangible"² y d) la utilización de la capacidad instalada. Es decir, las medidas de la eficiencia productiva son más generales que las del cambio tecnológico y, por tanto, podrían esperarse diferencias significativas entre ambas.

En otras palabras, el cambio tecnológico es un elemento incluido en las mediciones de eficiencia, siempre y cuando se demuestre que los índices del cambio tecnológico miden únicamente los desplazamientos de las funciones de producción. Por tanto, para poder demostrar diferencias importantes entre las medidas de eficiencia y las del cambio tecnológico, se requieren de criterios adicionales a la revisión de los supuestos teóricos; uno de ellos concierne a las características estadísticas de las distintas medidas de productividad y el otro al criterio de invarianza de Hall. Evaluaremos en seguida las características estadísticas de estos dos enfoques.

6.2 Características estadísticas de las mediciones

La evidencia empírica presentada en el capítulo anterior, referida a las manufacturas mexicanas, muestra tanto acuerdos como diferencias estadísticas entre las medidas de eficiencia productiva y del cambio tecnológico. Los resultados más importantes son:

² Como puede ser, por ejemplo, la mejora en la calidad de la fuerza de trabajo.

a) Existen diferencias estadísticas importantes en la identificación de las ramas con altas y/o bajas tasas de crecimiento de la PTF cuando se comparan medidas de eficiencia productiva no paramétricas y medidas de cambio tecnológico no paramétricas; b) Existen diferencias estadísticas importantes en la identificación de las ramas dinámicas y atrasadas cuando se comparan medidas de eficiencia productiva no paramétricas con medidas del cambio tecnológico paramétricas; c) Existen diferencias estadísticas importantes en la identificación de las ramas dinámicas y atrasadas cuando se comparan distintas medidas paramétricas del cambio tecnológico; d) No existen diferencias en la identificación de las ramas industriales con altas tasas de crecimiento de la PTF y del cambio tecnológico, ni en relación con la determinación de las ramas con menores tasas de crecimiento cuando se comparan medidas de eficiencia productiva y del cambio tecnológico no paramétricas, y e) Existen diferencias en la identificación de las ramas con altas y/o menores tasas de crecimiento de la PTF cuando se comparan las medidas del cambio tecnológico no paramétricas (como la propuesta por Solow) con medidas del cambio tecnológico paramétricas.

En suma, los acuerdos y desacuerdos estadísticos entre métodos tampoco constituyen un criterio unívoco que permita contestar a la pregunta inicial: ¿hasta qué punto puede afirmarse que las medidas del cambio tecnológico son un indicador adecuado de los desplazamientos de una función de producción y por tanto se distinguen de las medidas de eficiencia, que las engloban? Es necesario, entonces, recurrir a un criterio adicional que dilucide en qué medida son relevantes las diferencias entre la eficiencia productiva y el cambio tecnológico.

Un criterio apropiado es la hipótesis de invarianza de Hall³, que permite fijar las condiciones bajo las cuales los índices del cambio tecnológico son una adecuada medida del desplazamiento de una función de producción. Para diferenciar en contenido las medidas del cambio tecnológico paramétricas y no paramétricas (presentadas en el capítulo anterior), de las medidas más generales de la PTF, es conveniente someter a verificación esta hipótesis. En el siguiente inciso se presentan los criterios de invarianza de Hall y los resultados de la verificación de esta hipótesis para el caso de las manufacturas mexicanas.

³ Hall, R., "Invariance properties of Solow's productivity residual", Diamond, P., *Growth/Productivity/Unemployment. Essays to Celebrate Bob Solow's Birthday*, The MIT Press, Cambridge Mass., London, 1992.

6.3 La hipótesis de invarianza de Hall

Según Hall, en condiciones de competencia perfecta y rendimientos constantes a escala, no puede esperarse ninguna correlación entre el índice del cambio tecnológico y las variables que no contribuyen directamente al cambio tecnológico, mas ejercen alguna influencia sobre la dinámica del producto o del empleo. A las que poseen estas características Hall las llama variables "exógenas"⁴. Esta hipótesis de ausencia de correlación entre los índices del cambio tecnológico y las variables exógenas, el autor la denomina hipótesis de invarianza.

De acuerdo con esta hipótesis, la correlación entre alguna variable exógena y los índices del cambio tecnológico, es un indicador de la inadecuada medida del desplazamiento de una función de producción realizada con los índices usuales del cambio tecnológico.

Al poner a prueba la hipótesis de Hall utilizando los índices del cambio tecnológico presentados en el capítulo anterior, será posible establecer: a) En qué medida estos índices (para el caso de la manufactura mexicana) constituyen un cálculo adecuado de los desplazamientos de sus respectivas funciones de producción, y b) Hasta qué punto existen diferencias importantes entre las medidas del cambio tecnológico y las de la PTF. En este sentido, existirán diferencias relevantes entre las medidas del cambio tecnológico y las de eficiencia productiva solamente cuando se muestre que los índices del cambio tecnológico miden adecuadamente los desplazamientos de las funciones de producción.

6.3.1 La hipótesis de invarianza y los índices del cambio tecnológico de la industria manufacturera mexicana

Para someter a prueba la hipótesis de invarianza, en el caso de la industria manufacturera de Estados Unidos, Hall utiliza como variables exógenas el gasto militar y los precios del petróleo, ambas correlacionadas con la evolución del producto industrial de ese país.

Siguiendo tal procedimiento, para poner a prueba la hipótesis de invarianza en el caso de la industria manufacturera mexicana en el periodo 1984-1990, se eligió como variable exógena el gasto público de México por la influencia que esta variable ejerce sobre la dinámica del producto nacional.

⁴ Por ejemplo, los índices del cambio tecnológico no deberían alterarse ante expansiones de la demanda que son consecuencia de incrementos en el gasto público, o bien ante modificaciones en los precios de insumos o productos que no están directamente relacionados con el índice.

La hipótesis nula de invarianza, que establece que no existe correlación entre la variable exógena y los índices del cambio tecnológico, se rechaza si se encuentra una correlación positiva entre éstos y aquélla. Utilizando el método econométrico, una manera simple de probar la ausencia de correlación consiste en calcular el coeficiente de regresión entre el índice del cambio tecnológico y la variable exógena y utilizar el estadístico "t" para la inferencia.

La ecuación que propone Hall para probar la hipótesis de invarianza es:

$$\text{Índice del cambio técnico} = \beta_0 + \beta_1 \text{ Gasto Público}_t$$

Tal ecuación fue modificada para el caso de la industria manufacturera mexicana, por la siguiente especificación dinámica⁵:

$$\text{Índice del cambio técnico} = \beta_0 + \beta_1 \text{ Gasto Público}_t + \beta_2 \text{ Gasto Público}_{t-1}$$

La hipótesis nula de invarianza se rechaza cuando el coeficiente β_1 es, de acuerdo con la prueba "t", estadísticamente distinto de cero⁶.

Los índices del cambio tecnológico calculados para la industria manufacturera mexicana que se emplearon para la prueba de invarianza, son: a) los índices no paramétricos de: Solow y el Índice Translog (propuesto por Diewert, Christensen y Jorgenson); b) los índices paramétricos calculados con funciones de producción translogarítmicas restringidas y no restringidas, así como también el índice propuesto por Tybout.

La hipótesis de invarianza se verificó para las distintas mediciones del cambio tecnológico, extraídas de las 40 ramas industriales incluidas en esta investigación. Por los problemas de autocorrelación que se presentaron en los resultados de algunas de las regresiones, fue

⁵ Para realizar la prueba de invarianza utilizando el método econométrico, es necesario buscar una adecuada especificación dinámica que evite los problemas de autocorrelación, que se derivan de la utilización de series de tiempo, como son en este caso las series de los índices del cambio tecnológico y la del gasto público. Existen varios métodos para evitar los problemas de autocorrelación. Uno de ellos: eliminar la tendencia que presentan las series de los datos originales. Sin embargo, en el marco de la econometría moderna se demuestra que los problemas de autocorrelación se eliminan modificando la especificación dinámica de la regresión a estimar, por ejemplo, mediante la introducción de rezagos en alguna de las variables. Con este procedimiento, se evitan las posibles distorsiones en los datos, que se originan al utilizar cualquier método para eliminar la tendencia que presentan las series originales. Véase: Spanos A., *Statistical foundations of econometric modelling*, Cambridge University Press, Great Britain, 1990, Cap. 23.

⁶ Esta ecuación se estimó para cada uno de los índices del cambio tecnológico y las 40 ramas industriales incluidas en esta investigación. Con la especificación dinámica arriba comentada, se evitaron los problemas de autocorrelación en el 92% de los casos ya que, de las 200 ecuaciones que se estimaron, sólo presentaron este problema 17 ecuaciones, las cuales no se utilizaron en el análisis.

menester eliminar de este análisis a cuatro ramas industriales⁷.

De las 36 restantes, en 21 ramas se rechaza la hipótesis de invarianza, es decir, en el 58% de las mediciones del cambio tecnológico no existe certeza en relación a su significado; en otras palabras, no puede afirmarse que constituyen una cuantificación adecuada del desplazamiento de las respectivas funciones de producción⁸.

Por consiguiente, debido a que la probabilidad de que las medidas del cambio tecnológico no cuantifiquen de manera invariante este fenómeno es cercano al 60%, existe un margen muy grande de incertidumbre respecto a lo que efectivamente cuantifican estas mediciones, que las distingan de las de eficiencia productiva calculadas con los otros métodos más generales⁹.

De las 21 ramas en las que no se verificó la hipótesis de invarianza, en cinco (alimentos para animales; otros productos alimenticios; otras industrias textiles; abonos y fertilizantes y automóviles) la hipótesis fue rechazada para todos los métodos de medición del cambio tecnológico. Quiere decir que para estas industrias no se cuenta con indicadores del cambio tecnológico, aunque sí los son de cambios en la PTF (ver cuadro 1)¹⁰.

Analizando las ramas industriales en las que se rechaza la hipótesis de invarianza, se deducen del cuadro 1 dos grupos de ramas. El primero está integrado por el 52% de las ramas en las que la hipótesis se rechaza con cinco y cuatro métodos de estimación del cambio técnico. El segundo grupo se conforma con las ramas en las que se rechaza la hipótesis para dos, tres y un método.

⁷ Las estimaciones de las ramas que presentaron problemas de autocorrelación son: Industrias Básicas del Hierro y el Acero, Industrias Básicas de Metales no Ferrosos, Muebles y Accesorios Metálicos y Equipos y Aparatos Eléctricos. Ver anexo para el detalle de los resultados para cada una de las ramas industriales.

⁸ Este porcentaje es relativamente alto comparado con el que obtuvo Hall para el caso de Estados Unidos. Hall rechazó la hipótesis de invarianza en el 43% de las ramas industriales (en 10 de 23 ramas).

⁹ Lo anterior apoya esta afirmación de Nelson: la evaluación del cambio tecnológico es un fenómeno complejo que requiere de análisis más complejos que el simple desplazamiento de la función de producción, toda vez que reclama considerar múltiples aspectos microeconómicos como son: las características de las distintas empresas, los diferentes tipos de inversión que realizan tanto en recursos humanos como en maquinaria y equipo o en investigación y desarrollo, etcétera. Véase: Nelson R., "Research on productivity growth and productivity differences: dead and ends and new departures", *Journal of Economic Literature*, Vol. XIX, 1981, pp. 1029-1064.

¹⁰ Como estos índices del cambio tecnológico no son una adecuada cuantificación de los desplazamientos de las funciones de producción, son medidas generales que incluyen (como las de la PTF), el cambio en la eficiencia en el uso de los recursos, las modificaciones en la escala y el cambio tecnológico.

También se observan en el cuadro 1 diferencias en cuanto a los métodos de estimación del cambio técnico. El método con el cual la hipótesis de invarianza se rechaza en un mayor número de ramas es el Índice Translog, seguido por el método de Solow, tan comúnmente utilizado en la literatura especializada, mientras que los métodos menos rechazados son el Translog no Restringido y el de Tybout.

En suma, aunque existe una importante incertidumbre en relación al significado empírico de las mediciones del cambio técnico, para el caso de la industria manufacturera mexicana, la indeterminación es mayor cuando se utiliza para cuantificar el cambio técnico el Índice Translog y, en cierta medida, el de Solow.

Cuadro 1
Ramas industriales en las que se rechaza la hipótesis de invarianza

	METODOS				
	SOLOW	TRANSLOG NO. REST.	TRANSLOG REST.	INDICE TRANSLOG	TYBOUT
Alimentos para Animales	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
Otros p. Alimenticios	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
Otras Inds. Textiles	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
Abonos y Fertilizantes	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
Automóviles	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA
Carnes y Lácteos	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	no rechaza
Bebidas Alcohólicas	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	no rechaza
Química Básica	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	no rechaza
Resinas Sintéticas	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	no rechaza
Metálicos Estructurales	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	no rechaza
Aparatos Electrónicos	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	RECHAZA	no rechaza
Vidrio y sus prods.	RECHAZA	no rechaza	RECHAZA	RECHAZA	no rechaza
Papel y Cartón	no rechaza	no rechaza	no rechaza	RECHAZA	RECHAZA
Aceites y Grasas Combustibles	no rechaza	no rechaza	no rechaza	RECHAZA	no rechaza
Prendas de Vestir	no rechaza	no rechaza	no rechaza	RECHAZA	no rechaza
Aserraderos y Triplay	no rechaza	no rechaza	no rechaza	no rechaza	RECHAZA
Prods. Farmacéuticos	no rechaza	no rechaza	no rechaza	no rechaza	RECHAZA
Jabones y Detergentes	no rechaza	no rechaza	no rechaza	no rechaza	RECHAZA
Máq. y Aparatos Eléctricos	no rechaza	no rechaza	no rechaza	no rechaza	RECHAZA
Electro-Domésticos	no rechaza	no rechaza	no rechaza	no rechaza	RECHAZA
Equipo y Material de Transporte	RECHAZA	no rechaza	no rechaza	no rechaza	no rechaza
Rechaza ho.	13	11	12	15	11
Porcentaje	62%	52%	57%	71%	52%

6.4 Conclusiones y recomendaciones

Esta investigación ha analizado la PTF y el cambio tecnológico de la industria manufacturera mexicana en el periodo 1984-1990¹¹. A pesar de ser un lapso relativamente pequeño, el estudio de los cambios ocurridos en dicho periodo en la industria cobra interés en virtud de las importantes modificaciones acaecidas en el entorno macroeconómico del país, entre las que destacan: a) el programa de liberación comercial que se inició en julio de 1985 con la eliminación de los controles cuantitativos para un gran número de fracciones arancelarias¹²; b) la puesta en marcha del Pacto de Solidaridad Económica (PSE), en diciembre de 1987; c) la flexibilización de la reglamentación de la inversión extranjera directa; d) la desregulación de algunos servicios, y e) la reprivatización de empresas públicas, sobre todo la desnacionalización de la banca.

La finalidad de estos cambios era que las exportaciones y la inversión privada -en lugar del gasto público- asumieran el liderazgo en la expansión de la demanda y, además, que el incremento en la capacidad para importar y en la inversión, permitieran aumentar la tasa de crecimiento del producto en el largo plazo, en un contexto de inflación baja¹³.

Es indudable que estos cambios han incidido en la industria manufacturera, cada vez más expuesta a la competencia internacional. Para evaluar en qué medida las empresas mexicanas pueden responder a las exigencias de este nuevo entorno con cambios importantes en la productividad, es indispensable analizar y discutir la dinámica de la productividad industrial.

La tasa de crecimiento media de la PTF¹⁴ de la industria manufacturera mexicana en el periodo 1984-1990¹⁵, difiere según el método utilizado en la cuantificación. Así, como se

¹¹ Como ya se mencionó, sólo se contó con información de la Encuesta Industrial Anual para este periodo debido a que la muestra de los establecimientos que integran la Encuesta Industrial Anual se modificó a partir del año de 1984 y, por tanto, la información posterior a 1984 no es compatible con la de los años anteriores.

¹² Ten Kate A. y De Mateo F., "Apertura comercial y estructura de protección en México, estimaciones cuantitativas en los ochentas", *Comercio Exterior*, Vol. xxxix, Núm. 4, Abril de 1989.

¹³ Para una discusión amplia de estos aspectos, véase: López, J., "Problemas del crecimiento en las economías semindustrializadas de América Latina", Maestría en Ciencias Económicas, CCH-UNAM, inédito.

¹⁴ A pesar de que se utilizó la misma base estadística para la cuantificación de la PTF, en todos los métodos se empleó como producto el Valor Agregado, como Capital los Acervos de Capital Fijo Netos de Depreciación calculados con el método de inventarios perpetuos, y como insumo trabajo las horas trabajadas.

¹⁵ El análisis se refiere a las medias industriales de las tasas de largo plazo presentadas en el capítulo 4.

mostró en el capítulo 5, es considerable la magnitud de las divergencias entre los métodos que relacionan a la PTF con la eficiencia productiva y los que la identifican con el cambio tecnológico. Los promedios de las tasas de crecimiento de la PTF para el sector industrial, calculados con los métodos no paramétricos, varían en un rango de 4.63 (Kendrick Cambio de Base) y 4.21 (Kendrick), mientras que el de las tasas del cambio tecnológico se encuentran entre 5.16 (Indice Translog) y -0,19 (Tybout).

A nivel de las distintas ramas que conforman el sector industrial existen diferencias importantes, según el método utilizado en la cuantificación de la PTF. Como se vio en el capítulo 5¹⁶, hay diferencias importantes en el dinamismo de la PTF o el cambio tecnológico en las distintas ramas. Se demostró¹⁷ también que con excepción del método de Solow comparado con los métodos Translog no Restringido y Restringido, no existen diferencias estadísticas importantes en la selección de las ramas con altas o bajas tasas de crecimiento de la PTF o del cambio tecnológico.

De acuerdo con los resultados estadísticos anteriores, las ramas que destacan consistentemente con todos los métodos, por sus altas tasas de crecimiento de la PTF, son: vehículos; otros productos alimenticios; alimentos para animales; carnes y lácteos y preparación de frutas y legumbres. Las ramas con las menores tasas de crecimiento de la PTF, por el contrario, son: abonos y fertilizantes; productos farmacéuticos; otros productos de madera y otros productos químicos.

A pesar de las coincidencias en la selección de las ramas con altas y bajas tasas de crecimiento (hecha con los distintos métodos de estimación de la PTF), son muy importantes las diferencias en el dinamismo calculado con los mismos métodos. Estas divergencias se pueden ilustrar tomando como ejemplo las ramas anteriores. En la rama vehículos el rango entre el mayor índice de la PTF y el menor, varía de 23.7 (Kendrick Cambio de Base) a 15.4 (Tybout); en otros productos alimenticios, de 13.3 (Indice Translog) a 1.3 (Tybout); en alimentos para animales, de 15.4 (Translog no Restringido) a 11.4 (Solow); en productos cárnicos y lácteos, de 11.5 (Indice Translog) a 4.8 (Tybout); en envasado de frutas y legumbres, de 12.3 (Ind. Translog) a 1.7 (Tybout); en abonos y fertilizantes, de -14.7 (Indice Translog) a -46.7 (Solow); en productos medicinales, de -1.06 (Kendrick Cambio de Base) a -6.36 (Solow); en otras industrias de la madera, de 3.4 (Indice Translog) a -2.4 (Tybout), y en otras industrias químicas, de 2.1 (Kendrick) a -1.2

¹⁶ Con las prueba de Wilcoxon, varianza en un sólo sentido y la prueba "t" de las diferencias apareadas.

¹⁷ Al calcular el coeficiente de concordancia de Kendall.

(Translog no Restringido)¹⁸. Esto corrobora lo absurdo que resulta comparar el dinamismo de la PTF entre industrias o entre países con diferentes métodos de medición.

Del análisis de las divergencias anteriores surge la inquietud de indagar en qué medida es posible seleccionar un método "óptimo" de medición de la productividad para el caso de México. Para ello, es necesario retomar algunos aspectos abordados a lo largo de esta investigación: a) los problemas empírico-estadísticos; b) los supuestos teóricos de las distintas medidas de productividad, y c) el criterio de invarianza de Hall.

En el capítulo 3 quedó de manifiesto que los problemas empírico-estadísticos son enormes. Entre ellos están la selección de una definición adecuada del producto (Valor Agregado o Producción Bruta), el cálculo de los insumos productivos, los problemas de agregación, etcétera. Y hay varios obstáculos al aplicar estas metodologías. Por ejemplo, son medidas muy sensibles a la calidad de la información que se utiliza en el cálculo: una pequeña modificación en los índices de precios utilizados en los cálculos o en las ponderaciones de los insumos con las cuales se efectúan las mediciones, puede alterar sustancialmente los resultados. Es imprescindible, por ello, considerar estos aspectos en la selección de una medida óptima de productividad y en las comparaciones de productividad interindustriales o entre países.

En esta investigación se han puesto de relieve las diferencias teóricas y empíricas de dos conceptos de la PTF, como medida de: a) la eficiencia productiva, y b) el desplazamiento de una función de producción o cambio tecnológico. Como quedó asentado en el capítulo 2, los supuestos teóricos de las propuestas recientes para la medición de la eficiencia productiva (tal la de Hernández Laos), son -comparados con los requeridos para medir el cambio tecnológico- menos restrictivos. Este método no exige condiciones de competencia perfecta, rendimientos constantes a escala ni funciones de producción homogéneas de grado uno, por lo que estos aspectos quedan incluidos en la medición de la PTF.

Por otra parte, para las medidas de cambio tecnológico no paramétricas se requieren condiciones de competencia perfecta, rendimientos constantes a escala y funciones de producción homogéneas de grado uno. Para las mediciones paramétricas se debe añadir, a los supuestos anteriores, los concernientes a la función de producción agregada, los específicos de cada estimación paramétrica y los estadístico-probabilísticos del modelo econométrico general. Además, es menester demostrar que estos índices miden adecuadamente los desplazamientos de las funciones de producción, es decir, debe demostrarse que no se apartan del criterio de invarianza de Hall.

¹⁸ Véase el capítulo 4 para las ramas restantes.

De los resultados de la verificación de la hipótesis de invarianza de Hall, para el caso de la industria manufacturera mexicana, se deduce que la probabilidad de rechazar dicha hipótesis para el conjunto de las ramas manufactureras es cercano al 60%, es decir, en un alto porcentaje de las ramas industriales la hipótesis no se cumple y por tanto no son medidas adecuadas de las respectivas funciones de producción.

La evaluación de los supuestos implícitos en las mediciones de la PTF y del cambio tecnológico, las conclusiones estadísticas y también los resultados de la verificación de la hipótesis de invarianza de Hall, apuntalan la conveniencia de cuantificar (con propósitos analíticos y de discusión en torno a la dinámica de la productividad industrial, o bien para realizar comparaciones interindustriales o entre países) la PTF y no el cambio tecnológico.

En suma, como medida adecuada de la productividad para el caso de la industria manufacturera mexicana, es pertinente la definición más general de productos a insumos, es decir, medidas generales de cambios en la eficiencia conjunta en el uso de los factores, en las cuales están incluidas -de alguna manera difícil de precisar-, las modificaciones en la escala de producción, la eficiencia en el uso de cada uno de los insumos y, en general, los efectos del cambio tecnológico.

Esta investigación ratifica la importancia, por lo que toca a los estudios empíricos relacionados con la cuantificación de la productividad, de precisar acuciosamente el método de cuantificación utilizado, sus supuestos y también los ajustes realizados a la información, si se quiere tener una medida adecuada de la dinámica de la productividad que pueda ser utilizada en las comparaciones interindustriales o entre países.

Por último, las diferencias obtenidas en las distintas estimaciones de la PTF y el cambio tecnológico en la industria manufacturera mexicana, corroboran lo absurdo que resulta comparar el dinamismo de la PTF entre industrias o países con diferentes métodos de estimación.

6.5 Reflexiones para futuras investigaciones

Los resultados de la investigación muestran las numerosas dificultades que existen para cuantificar los desplazamientos de las funciones de producción o cambio tecnológico. Por esta razón sería de interés en futuras investigaciones, proponer métodos para estimar adecuadamente los desplazamientos de las funciones de producción. Utilizando las pruebas de diagnóstico que proporciona la teoría econométrica moderna, pueden proponerse distintas especificaciones de las funciones de producción para un cálculo adecuado de su desplazamiento.

En torno a las medidas del cambio tecnológico, sería pertinente proponer metodologías de medición que se fundamenten en una noción distinta del cambio tecnológico, como por ejemplo la propuesta por P. Romer. En el modelo que propone este autor, la explicación del crecimiento económico radica en la innovación técnica y la acumulación de capital humano, es decir, es el resultado de fuerzas económicas endógenas que operan dentro de los límites de un mercado descentralizado.

De acuerdo con Romer¹⁹, el cambio tecnológico ocurre gracias a las acciones de los individuos que persiguen su propio interés. En su modelo, los cuatro insumos básicos son el capital, la mano de obra, el capital humano y un índice del nivel de la tecnología. El capital se mide en unidades de bienes de consumo. Los servicios de mano de obra son las habilidades que se adquieren en la educación formal y el adiestramiento en el trabajo. El índice del nivel tecnológico es una medida de cada nueva unidad de conocimiento que corresponde a un diseño para un nuevo bien.

La tasa de crecimiento del índice del nivel tecnológico depende de la cantidad de capital humano destinada a la investigación y del acervo de conocimientos disponibles para llevar a cabo esta actividad. Por tanto, una economía dotada con un acervo mayor de capital humano experimentará un mayor crecimiento económico.

Este énfasis en el conocimiento como una forma de capital, sugiere un cambio en el modelo de crecimiento. En contraste con el capital físico que no se puede producir ilimitadamente, el nuevo conocimiento es el producto de la investigación tecnológica que puede crecer sin límites. Como no existe una razón para mantener el conocimiento constante y suponer que no se emprende ninguna investigación nueva, la producción de los distintos bienes se caracteriza por tener rendimientos a escala crecientes, aún en el caso en que se mantengan constantes las combinaciones de los distintos insumos²⁰.

En suma, la propuesta de Romer es sugerente en torno a una medida distinta del cambio tecnológico, en la cual la innovación y la inversión en capital humano son fundamentales, sin embargo la implementación empírica de este tipo de propuestas está aún por realizarse.

¹⁹ Véase: Romer, P., "El cambio tecnológico endógeno", en el *Trimestre Económico*, Vol. LVIII, México, Septiembre de 1991, pps 441-480.

²⁰ Romer, P., "Increasing returns and long run growth", en *Journal of Political Economy*, Vol 94, Num 5, The University of Chicago Press, October 1986, pps. 1002-1038; Romer, P., "Growth based on increasing returns due to specialization" en *The American Economic Review*, May 1987, pp.56-63.

Para los métodos de estimación de la eficiencia conjunta de los factores, sería conveniente proponer métodos de estimación no paramétricos, que eviten la necesidad de imponer supuestos restrictivos²¹, y la posibilidad de separar de las medidas de la PTF los efectos de las economías de escala y el cambio tecnológico.

Por otra parte, el análisis de los cambios en la productividad durante un período determinado no explica su causalidad. Para develarla es necesario efectuar investigaciones posteriores a la medición, en las cuales se verifiquen distintas hipótesis. Entre las más importantes destacan:

- 1) *La relación entre la PTF y las políticas de comercio exterior.*- Con frecuencia se señala que las políticas proteccionistas reducen la eficiencia productiva por la falta de competencia del exterior, sin embargo, la evidencia empírica muestra resultados contradictorios y por tanto, surge la necesidad de analizar la relación entre la PTF y las políticas de apertura implementadas en distintos países²².
- 2) *Las características del mercado y la PTF.*- En torno a este aspecto existen varias hipótesis por investigar. Por ejemplo, la ley de Verdoorn según la cual la productividad industrial está relacionada con el crecimiento del producto como consecuencia de la mayor división del trabajo²³ y la acumulación de conocimientos y experiencias en el trabajo²⁴.
- 3) *La estructura industrial y la PTF.*- La diferenciación de los productos, la concentración industrial y la presencia de empresas transnacionales, son elementos que pueden incidir en el comportamiento de la productividad industrial²⁵. En virtud

²¹ Como son condiciones de competencia perfecta, cambio tecnológico neutral, rendimientos constantes a escala, funciones de producción homogéneas de primer grado.

²² Véase: Pack, H., "Industrialization and Trade" en: Chenery H., y Srinivasan, eds. *Handbook of Development Economics*, North Holland, Amsterdam, 1988, Bhagwati, J., *Export-Promoting Trade Strategy: Issues and Evidence*, The World Bank Research Observer 1, 27-58, 1988, Tybout, J., Melo, J., y Corbo, V., "The effects of trade reforms on scale and technical efficiency, new evidence from Chile" en *Journal of International Economics*, vol. 31 North Holland 1991, para el caso de México: Hernández, Laos E., Brown, F., Guzmán, A., Hernández, B., Aboites, J., *Evolución de la Productividad Total de los Factores en la Economía Mexicana (1970-1989)*, Cuadernos de Trabajo, 1, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 1993.

²³ Verdoorn, J., "Fattori che regolano lo sviluppo della produttività del lavoro", *L'industria*, Vol. I. 1949 y Arrow, J., "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economic Studies*, Vol. xxx, Junio de 1962.

²⁴ Hernández, Laos E., Brown, F., Guzmán, A., Hernández, B., Aboites, J., *Evolución de la Productividad Total de los Factores en la Economía Mexicana (1970-1989)*, Cuadernos de Trabajo, 1, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 1993.

²⁵ Hay, D., y Morris, D. *Industrial economics and organization*, Oxford University Press, 1986.

de la escasa evidencia empírica para países en desarrollo sobre estos temas, resulta de interés investigar estas hipótesis que permitan derivar conclusiones apropiadas para estos países²⁶.

²⁶ Oks, D., Luttmé, E., "Reform and Productivity Growth", *The World Bank*, Dec. 1993.

ANEXO DEL CAPÍTULO 3
EL INDICE DE TORNQVIST Y LA FUNCIÓN
DE PRODUCCIÓN TRANSLOGARÍTMICA

ANEXO DEL CAPÍTULO 3

EL ÍNDICE DE TORNQVIST Y LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN TRANSLOGARÍTMICA¹

El objetivo de este apartado es demostrar que el índice de Tornqvist es un índice exacto de la función de producción translogarítmica. Para llevar a cabo la presentación es necesario suponer que las empresas son maximizadoras de ganancias y que sus funciones de producción son no decrecientes y cóncavas.

Un índice de la producción es función de los precios y las cantidades de insumos en dos puntos distintos es decir:

$$I(p_1, p_2, q_1, q_2)$$

Donde q = insumos y p = precios

Supongamos que sólo se produce un solo bien con dos insumos Capital (k) y Trabajo (L) en estas condiciones, la maximización de las ganancias se obtiene cuando:

$$\frac{\delta Q / \delta q_k}{\delta Q / \delta q_1} = \frac{p_k}{p_1}$$

La cuestión de la exactitud se refiere a la condiciones bajo las cuales la ecuación anterior se cumple para cualquier cantidad de insumos. Es decir, cuando el número índice del producto es exacto, se puede encontrar la clase de función de producción que satisface la condición anterior.

Diewert (1976) demostró que ciertos números índices son exactos para ciertas funciones de producción. En este apartado, siguiendo a Lau mostramos que el índice de Tornqvist es el índice exacto de la función de producción translogarítmica.

El índice del producto de Tornqvist es el siguiente:

¹ Véase: Lau, J., L., "On Exact Index Numbers", *The Review of Economics and Statistics*, Abril, 19769, pps. 73-82.

$$\ln Q(q_1) - \ln Q(q_2) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \frac{p_{1i} q_{1i}}{\sum_j p_{1j} q_{1j}} + \frac{p_{2i} q_{2i}}{\sum_j p_{2j} q_{2j}} (\ln q_{1i} - \ln q_{2i}) \quad (1)$$

La minimización de costos sujetos a una restricción, para el caso de n productos (Q), n insumos(q), n precios(p) en dos puntos, se alcanza cuando:

$$\lambda \frac{\delta Q}{\delta q k_i} = p_k$$

donde:

$$i = 1, \dots, n; \quad k = 1, 2$$

$$Q(q_k, \dots, q_n) = \bar{Q}$$

En condiciones de rendimientos constantes a escala:

$$\lambda \sum_{i=1}^n \frac{\delta Q}{\delta q_{ki}} q_{ki} = \lambda Q = \sum_{i=1}^n p_{ki} q_{ki}$$

donde

$$\frac{\delta \ln Q}{\delta \ln q_k} = \frac{p_k q_k}{\sum_j p_{kj} q_{kj}} \quad (2)$$

Si llamamos:

$$x_i = \ln q_{1i} \quad y_i = \ln q_{2i} \quad F(x) = \ln Q(q_1) \quad y \quad F(y) = \ln Q(q_2)$$

$$\Delta F(x) = \frac{p_{1i} q_{1i}}{\sum p_{1i} q_{1i}} \quad y \quad \Delta F(y) = \frac{p_{2i} q_{2i}}{\sum p_{2i} q_{2i}}$$

La ecuación (1) se puede escribir como:

$$F(x) - F(y) = 1/2 [\Delta F(x) + \Delta F(y)]' (x - y) \quad (3)$$

La demostración consiste en mostrar que la ecuación (3) es una función continua diferenciable cuadrática² con la forma:

$$F(X) = \Delta_0 + \Delta'x + x'Bx/2$$

donde Δ_0 es un escalar Δ' es un vector constante y B una matriz simétrica.

Haciendo $y=0$ en la ecuación (3):

$$F(x) - F(0) = 1/2 [\Delta F(x) + \Delta F(0)]' x \quad (4)$$

Haciendo $x=y$ en la ecuación anterior:

$$F(y) - F(0) = 1/2 [\Delta F(y) + \Delta F(0)]' y \quad (5)$$

Sustituyendo (4) y (5) en (3) es decir:

$$F(x) - F(y) = F(x) - F(0) - [F(y) - F(0)]$$

se tiene:

$$F(x) - F(y) = 1/2 [\Delta F(x) + \Delta F(y)]' (x - y)$$

$$F(x) - F(y) = 1/2 [\Delta F(x) + \Delta F(0)]' x - 1/2 [\Delta F(y) + \Delta F(0)]' y \quad (6)$$

² No demostraremos que existe un número índice de las funciones cuadráticas, ya que Diewert lo demostró con su Lema del cual se parte en esta demostración. Estas funciones también conocidas como flexibles, son una aproximación de segundo orden de cualquier función arbitraria, véase Diewert W., E., "Superlative Index Numbers and Consistency in Aggregation, en *Econometrika*, Vol. 46, 1978.

Haciendo algunos pasos algebraicos de (6):

$$\begin{aligned}
 & 1/2 [\Delta F(x)' + \Delta F(y)'] (x-y) = \\
 & 1/2 [\Delta F(x)' + \Delta F(0)'] x - 1/2 [\Delta F(y)' + \Delta F(0)'] y \\
 & [1/2 \Delta F(x)' + 1/2 \Delta F(y)'] (x-y) = \\
 & [1/2 \Delta F(x)' + 1/2 \Delta F(0)'] x - [1/2 \Delta F(y)' + 1/2 \Delta F(0)'] y
 \end{aligned}$$

Haciendo las multiplicaciones:

$$\begin{aligned}
 & 1/2 \Delta F(x)' x + 1/2 \Delta F(y)' x - 1/2 \Delta F(x)' y - 1/2 \Delta F(y)' y = \\
 & 1/2 \Delta F(x)' x + 1/2 \Delta F(0)' x - 1/2 \Delta F(y)' y - 1/2 \Delta F(0)' y
 \end{aligned}$$

Multiplicando por dos y simplificando

$$\Delta F(y)' x - \Delta F(x)' y = \Delta F(0)' x - \Delta F(0)' y \quad (7)$$

$$\Delta F(y)' x - \Delta F(0)' x = -\Delta F(0)' y + \Delta F(x)' y$$

$$[\Delta F(y) - \Delta F(0)]' x [\Delta F(x) - \Delta F(0)]' y \quad (8)$$

Como $F(x) - F(y) = 1/2 [\Delta F(x) + \Delta F(y)]' (x-y)$ se mantiene para cada x y y , es posible tomar un vector x como e_i sucesivamente, donde e_i es el i^{th} vector unitario con el elemento i^{th} igual a uno y el resto igual a cero. Entonces:

$$\frac{\partial F}{\partial y_i}(y) - \frac{\partial F}{\partial y_i}(0) = [\Delta F(e_i) - \Delta F(0)]' y$$

Por tanto, cada componente de $\Delta F(y)$ es una función lineal de y por ello se puede escribir:

$$\Delta F(y) = By + \alpha \quad (9)$$

donde $\alpha = \Delta F(0)$

El uso del vector e_i se justifica con el siguiente argumento: si tomamos un vector de x del dominio de $F(x)$ y B :

$$x = \begin{bmatrix} x'_1 \\ \vdots \\ x'_n \end{bmatrix} \quad D = \begin{bmatrix} (\Delta F(e_1) - \Delta F(0))' \\ \vdots \\ (\Delta F(e_n) - \Delta F(0))' \end{bmatrix}$$

sustituyendo (9) en (8)

$$[By + \alpha - \alpha]'x = [Bx + \alpha - \alpha]'y$$

$$[By]'x = [Bx]'y$$

$$y'B'x = x'B'y$$

como $y'B'x$ es una escalar entonces

$$y'B'x = (y'B'x)' = x'By$$

lo que implica que $B = B'$ y por tanto B es una matriz simétrica. Haciendo el mismo procedimiento para $\Delta F(x)$ Diewert concluye que en efecto las funciones cuadráticas satisfacen la ecuación 7. En otras palabras con este procedimiento Diewert demostró el siguiente lema: una función continua y diferenciable $F(x)$ satisface la ecuación $\Delta F(y)'x - \Delta F(x)'y = \Delta F(0)'x - \Delta F(0)'y$ para todo x y y si y solo si es una función cuadrática.

Ahora bien, sustituyendo $Bx + \alpha = \Delta F(x)$ y $\alpha_0 = \Delta F(0)$ en (5)

$$F(x) - F(0) = 1/2 [\Delta F(x) + \Delta F(0)]'x \quad (5)$$

$$F(x) - \alpha_0 = 1/2[Bx + \alpha + \alpha]'x$$

$$F(x) = 1/2[x'Bx + 2\alpha'x] + \alpha_0 \quad (10)$$

Recordando que:

$$x_i = \ln q_{1i} \quad y_i = \ln q_{2i} \quad F(x) = \ln Q(q_1) \quad y \quad F(y) = \ln Q(q_2)$$

Y sustituyendo en (10) se obtiene la siguiente función de producción translog:

$$\ln Q(q) = \alpha_0 + \sum \alpha_i \ln q_i + 1/2 \sum \sum \beta_{ij} \ln q_i \ln q_j$$

Por otra parte como $Q(q)$ es homogénea de grado uno, los parámetros de la función de producción translog deben cumplir con las siguientes restricciones:

$$\sum_i \alpha_i = 1$$

$$\beta_{ij} = 0 \quad \forall_j$$

Del razonamiento anterior Lau concluye que la condición necesaria y suficiente para que el índice de Tornqvist sea exacto es que la función de producción sea homogénea y de la forma translogarítmica.

En suma el índice de Tornqvist presupone una función de producción translogarítmica de grado uno, rendimientos constantes a escala, condiciones de competencia perfecta y ningún supuesto en relación con la elasticidad de sustitución entre los factores.

ANEXO DEL CAPÍTULO 5

Cuadro 5.1
Valor Agregado por Rama Industrial
(millones de pesos de 1980)

RAMA	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
111	8,377	8,069	10,141	9,441	8,745	10,577	13,590
112	4,172	5,086	5,055	4,787	4,623	5,996	8,161
113	8,003	6,648	4,592	2,731	4,540	5,784	6,932
117	7,505	6,615	6,373	7,389	6,298	7,723	8,589
118	3,052	3,609	3,543	3,681	3,743	4,679	4,298
119	6,292	6,745	7,527	7,963	8,432	8,298	8,686
120	13,979	12,451	13,641	12,696	12,153	15,654	15,101
122	9,526	10,930	8,821	8,122	8,352	9,536	9,066
224	14,031	15,719	15,895	15,738	15,277	16,119	14,983
226	3,905	3,975	4,335	4,122	4,383	4,653	4,855
227	6,529	6,170	6,201	6,357	5,488	5,624	5,941
228	3,793	4,710	3,586	2,787	2,677	2,917	2,836
329	1,521	1,642	1,374	1,681	1,205	1,288	1,219
330	1,343	1,270	1,153	1,078	905	1,102	1,150
431	13,745	16,673	16,777	15,826	16,109	17,302	17,009
432	2,583	2,674	2,435	2,405	2,472	2,312	2,203
535	18,136	15,540	16,021	16,774	16,253	17,833	17,687
536	3,661	5,505	4,404	4,094	2,150	2,109	1,557
537	17,147	16,855	16,586	17,582	17,979	20,489	19,795
538	13,618	16,552	13,052	10,221	8,963	12,750	13,707
539	12,527	12,622	13,156	13,045	11,001	14,746	15,487
540	8,193	8,714	8,768	7,899	7,364	7,806	8,567
541	8,779	8,957	7,422	7,323	8,530	8,873	9,007
542	8,148	7,758	7,578	7,955	7,272	8,632	8,472
643	10,806	11,559	10,879	12,360	11,200	12,510	13,334
644	12,412	14,193	12,839	14,572	14,682	15,803	15,722
645	6,703	6,903	5,772	6,270	5,721	6,014	6,930
746	29,367	39,204	32,278	31,721	29,114	33,586	33,773
747	10,588	9,996	9,577	11,460	10,044	9,407	10,810
848	1,884	2,206	1,865	2,206	1,646	2,178	2,272
849	1,363	,888	903	836	803	945	926
850	7,555	7,842	6,870	7,446	6,771	7,523	8,299
851	12,397	11,950	11,329	11,076	12,232	14,068	13,660
852	5,271	5,612	4,539	4,676	4,900	4,960	4,447
853	2,298	2,957	2,788	2,877	2,409	2,445	2,717
854	11,337	11,339	14,123	13,443	14,231	17,238	19,130
855	7,508	7,004	7,230	8,676	8,643	7,680	6,481
856	9,592	11,533	11,819	12,113	20,422	32,790	36,524
857	18,214	23,149	22,424	21,703	20,276	26,310	26,205
858	3,869	3,709	3,083	3,468	2,538	1,753	2,027
TOT	349,732	375,532	356,754	356,599	350,546	408,013	422,155

Cuadro 5.2
Horas-hombre trabajadas por rama industrial
(miles de horas-hombre)

RAMA	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
111	62,494	67,134	67,608	66,286	68,168	70,853	73,968
112	34,825	36,835	39,906	42,058	43,926	46,584	47,113
113	56,975	60,831	58,013	62,623	62,196	65,060	60,351
117	36,253	40,244	40,138	41,653	41,329	39,361	37,316
118	12,648	14,027	13,059	12,469	11,818	10,822	9,904
119	46,643	41,482	41,177	39,841	39,261	40,427	39,536
120	19,894	17,343	16,758	17,672	17,325	17,212	16,969
122	132,088	144,236	151,691	151,273	151,362	156,266	171,031
224	118,363	127,951	125,806	123,975	127,188	126,219	118,587
226	32,342	37,147	35,104	34,924	35,980	35,039	35,093
227	82,510	85,249	82,585	85,744	83,906	83,037	81,413
228	40,711	49,218	56,021	47,970	44,043	44,465	40,861
329	16,633	18,129	16,858	16,442	16,291	14,878	13,910
330	18,819	19,432	18,506	18,519	21,001	19,066	19,835
431	90,654	84,387	84,907	84,890	81,931	86,485	86,864
432	33,972	32,969	33,131	33,290	32,876	33,084	33,389
535	61,250	62,696	63,946	67,250	66,289	68,953	66,415
536	18,215	19,394	21,159	21,195	19,810	20,910	18,936
537	79,986	82,422	82,851	85,396	83,207	78,000	74,646
538	90,593	81,948	81,310	82,603	84,060	86,775	87,501
539	67,421	69,723	74,343	77,723	76,912	80,838	83,860
540	45,832	39,896	40,344	41,710	43,678	43,551	41,904
541	38,271	38,509	38,208	36,450	36,600	39,770	39,147
542	87,515	81,415	78,888	89,412	93,062	95,631	89,752
643	74,837	69,055	63,639	72,469	71,126	72,085	73,857
644	42,014	45,675	46,355	47,720	49,830	48,348	46,023
645	61,525	63,674	57,257	59,861	61,198	58,793	62,284
746	144,593	141,728	127,738	129,140	139,002	132,572	123,983
747	46,194	49,598	49,377	51,094	48,950	48,273	48,781
848	25,021	28,364	24,043	22,111	21,048	21,865	22,472
849	15,911	18,911	16,836	14,419	15,540	14,606	14,399
850	73,855	71,981	70,996	70,291	73,375	77,460	77,206
851	92,189	100,361	96,840	93,557	100,592	95,948	97,123
852	47,572	53,854	52,352	52,125	49,246	53,590	57,016
853	19,245	25,877	26,983	24,823	23,281	20,759	23,592
854	127,820	115,860	120,109	117,764	117,173	117,864	111,831
855	47,645	47,228	50,392	49,406	53,630	57,442	55,148
856	78,212	90,544	84,502	70,605	74,496	93,152	115,337
857	127,570	131,365	113,850	114,223	123,878	132,189	130,975
858	32,885	34,106	32,670	32,071	32,028	27,219	23,049
T	2,381,995	2,440,797	2,396,256	2,403,046	2,436,612	2,475,449	2,471,374

Cuadro 5.3

*Acervos de capital fijo neto de depreciación. Totales por rama industrial
(millones de pesos de 1980)*

RAMA	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
111	15,788	15,023	14,144	13,212	12,215	11,277	10,769
112	7,896	7,409	6,955	6,453	5,872	5,621	5,388
113	21,372	20,419	19,108	17,751	16,445	15,051	13,175
117	14,896	14,306	13,924	13,306	12,592	11,850	10,766
118	2,393	2,250	2,111	1,956	1,807	1,673	1,534
119	7,036	6,680	6,250	5,838	5,289	4,504	4,159
120	8,327	8,008	7,589	7,227	6,781	6,331	5,816
122	24,231	22,582	20,785	19,007	17,254	15,506	14,440
224	44,730	42,385	39,667	36,924	34,614	32,386	29,898
226	17,261	16,298	15,293	14,344	13,414	12,383	11,523
227	8,403	8,005	7,491	6,885	6,378	5,859	5,101
228	5,166	5,733	5,411	5,013	4,632	4,182	3,709
329	5,153	4,743	4,299	3,863	3,431	2,986	2,539
330	3,900	3,610	3,320	3,002	2,699	2,393	2,100
431	64,460	61,119	57,366	54,363	50,847	47,534	44,928
432	11,183	10,471	9,882	9,216	8,958	8,244	7,680
535	74,232	71,641	68,381	64,923	61,891	58,993	55,399
536	65,273	61,463	58,346	54,735	50,936	47,188	43,553
537	94,864	90,646	86,947	82,393	77,591	73,467	69,094
538	21,011	20,552	20,225	19,475	18,646	18,164	17,727
539	12,293	11,866	11,433	11,236	10,751	10,398	10,061
540	10,652	10,329	9,866	9,478	9,080	8,751	8,442
541	17,987	17,484	17,048	16,261	15,543	14,852	14,086
542	16,062	15,526	14,731	13,840	13,101	12,367	11,844
643	41,628	39,269	36,923	34,359	31,792	29,141	26,938
644	66,293	63,244	60,530	57,243	54,139	51,474	48,785
645	14,975	14,112	13,085	12,082	11,062	9,940	9,123
746	193,591	187,887	176,728	165,392	153,938	142,000	139,198
747	26,878	26,692	26,635	24,998	23,452	21,905	20,331
848	1,501	1,578	1,501	1,411	1,335	1,274	1,324
849	2,586	2,467	2,315	2,163	2,002	1,843	1,715
850	27,014	25,272	23,758	22,254	20,797	19,236	17,939
851	28,225	27,059	25,604	23,936	22,360	20,669	19,154
852	9,031	8,589	8,102	7,517	6,939	6,447	7,760
853	4,143	3,836	3,547	3,267	2,983	2,704	2,609
854	5,361	5,746	5,959	6,224	6,222	6,068	5,954
855	12,386	11,851	11,280	10,599	9,979	9,452	8,810
856	20,922	20,168	19,519	20,167	20,428	19,536	19,867
857	44,715	43,248	42,203	41,524	39,301	37,074	34,542
858	3,411	3,266	3,275	3,053	2,814	2,547	2,165
	1,077,231	1,032,831	981,536	926,893	870,311	813,271	769,943

Cuadro 5.4
Acervos de capital fijo neto de depreciación. Construcción por rama industrial
(millones de pesos de 1980)

RAMA	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
111	5,045	4,871	4,669	4,472	4,284	4,074	3,982
112	1,433	1,382	1,330	1,304	1,253	1,244	1,442
113	7,853	7,638	7,335	7,039	6,733	6,438	5,857
117	5,111	5,010	4,865	4,752	4,582	4,398	4,169
118	806	775	744	714	683	657	628
119	699	708	695	673	658	568	605
120	3,581	3,476	3,376	3,277	3,164	3,051	2,926
122	5,403	5,291	5,158	5,079	4,947	4,828	4,777
224	6,908	6,792	6,646	6,497	6,339	6,188	6,028
226	3,545	3,475	3,392	3,307	3,222	3,133	3,057
227	2,119	2,153	2,119	2,072	2,090	2,047	2,002
228	804	1,091	1,056	1,030	1,017	979	941
329	607	578	549	518	491	462	432
330	1,016	967	920	870	819	772	722
431	7,426	7,197	6,950	6,762	6,543	6,357	6,292
432	1,720	1,664	1,681	1,626	1,923	1,859	1,799
535	15,312	14,998	14,694	14,385	14,068	13,739	13,360
536	7,118	6,903	7,173	7,104	6,928	6,831	6,672
537	22,039	21,591	21,113	20,570	20,124	19,726	19,115
538	10,969	10,828	10,651	10,465	10,235	10,064	9,943
539	3,442	3,386	3,341	3,305	3,247	3,173	3,134
540	4,002	3,965	3,914	3,897	3,881	3,890	3,947
541	2,673	2,666	2,658	2,594	2,546	2,479	2,427
542	1,751	1,736	1,730	1,726	1,727	1,708	1,683
643	15,285	14,933	14,587	14,296	13,976	13,630	13,402
644	15,505	15,147	14,803	14,446	14,130	13,869	13,626
645	4,097	4,037	3,956	3,870	3,805	3,731	3,673
746	53,676	52,414	50,859	49,320	47,781	46,226	47,480
747	15,386	15,141	15,112	14,717	14,327	13,968	13,592
848	740	713	690	660	633	605	581
849	1,080	1,029	976	922	873	819	771
850	7,463	7,236	7,070	6,877	6,664	6,449	6,243
851	6,921	6,823	6,662	6,488	6,279	6,075	6,041
852	2,343	2,248	2,146	2,039	1,959	1,859	1,560
853	1,111	1,056	1,003	951	917	863	815
854	2,509	2,469	2,487	2,449	2,405	2,368	2,333
855	3,564	3,462	3,348	3,239	3,125	3,029	2,916
856	10,198	9,980	9,687	9,406	9,130	8,916	8,645
857	8,970	8,738	8,559	8,402	8,190	7,928	7,723
858	846	838	813	787	759	729	706
TOT	271,077	265,403	259,515	252,906	246,455	239,730	236,045

Cuadro 5.5
Acervos de capital fijo neto de depreciación maquinaria por rama industrial
(millones de pesos de 1980)

RAMA	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
111	8,961	8,446	7,861	7,262	6,666	6,133	5,692
112	6,056	5,611	5,194	4,715	4,213	3,888	3,435
113	12,137	11,503	10,688	9,825	8,965	8,038	6,955
117	9,025	8,559	8,203	7,772	7,215	6,727	6,009
118	1,372	1,272	1,182	1,077	973	879	788
119	4,994	4,726	4,402	4,088	3,736	3,137	2,893
120	3,572	3,421	3,208	3,002	2,811	2,604	2,358
122	11,834	10,755	9,529	8,408	7,280	6,202	5,474
224	37,357	35,066	32,512	29,925	27,714	25,664	23,443
226	13,264	12,390	11,504	10,655	9,826	8,919	8,168
227	5,528	5,085	4,659	4,176	3,711	3,297	2,652
228	3,820	4,051	3,815	3,513	3,217	2,901	2,585
329	4,196	3,843	3,475	3,104	2,732	2,362	1,988
330	2,620	2,397	2,169	1,932	1,703	1,470	1,237
431	55,464	52,417	48,993	45,991	42,813	39,753	37,267
432	9,002	8,386	7,793	7,207	6,586	5,975	5,525
535	54,908	52,967	50,279	47,537	45,047	42,747	40,121
536	57,759	54,201	50,727	47,219	43,632	40,035	36,631
537	70,709	67,079	63,690	59,707	55,531	52,059	48,636
538	7,582	7,311	7,154	6,731	6,337	6,119	5,775
539	7,903	7,528	7,129	6,939	6,504	6,196	5,910
540	5,790	5,467	5,107	4,760	4,436	4,095	3,725
541	14,000	13,582	13,244	12,601	12,022	11,442	10,820
542	13,602	13,063	12,281	11,436	10,739	10,056	9,537
643	24,487	22,652	20,793	18,621	16,541	14,276	12,382
644	48,731	46,192	43,967	41,275	38,592	36,455	34,216
645	8,570	7,978	7,341	6,738	6,147	5,435	4,946
746	129,368	125,727	117,302	108,864	100,352	91,404	88,724
747	10,282	10,112	9,899	8,897	7,989	7,097	6,218
848	472	458	442	410	387	386	482
849	1,189	1,127	1,050	983	903	833	775
850	18,249	16,834	15,589	14,358	13,143	11,873	10,830
851	18,395	17,437	16,248	14,935	13,802	12,584	11,357
852	5,652	5,303	4,906	4,435	3,982	3,578	3,280
853	2,701	2,475	2,255	2,050	1,825	1,619	1,583
854	2,107	2,188	2,211	2,369	2,377	2,308	2,216
855	7,395	7,041	6,619	6,178	5,773	5,457	5,032
856	6,864	6,511	6,281	5,967	6,010	5,706	5,549
857	34,024	32,705	31,734	30,313	28,396	26,605	24,481
858	2,283	2,149	1,984	1,817	1,659	1,474	1,202
	742,225	706,011	663,420	617,792	572,283	527,789	490,895

Cuadro 5.6
Acervos de Capital Fijo Neto de Depreciación Transporte por Rama Industrial
(millones de pesos de 1980)

RAMA	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
111	905	874	810	693	543	443	381
112	130	163	156	153	136	134	114
113	1265	1106	912	712	556	380	204
117	435	418	378	326	369	329	253
118	84	81	70	59	50	40	30
119	575	493	402	345	224	78	-6
120	186	186	159	156	109	68	20
122	3280	2988	2300	1801	1385	967	638
224	134	179	166	147	122	99	44
226	116	117	105	102	103	84	68
227	148	166	144	112	87	61	22
228	203	245	196	143	110	51	-25
329	312	285	240	207	168	122	79
330	148	140	125	104	86	66	57
431	653	610	544	473	385	295	208
432	116	108	96	79	10	-2	-3
535	1309	1148	929	704	473	241	-75
536	83	79	70	61	42	22	-4
537	352	342	340	292	243	160	68
538	518	594	567	530	467	394	263
539	352	395	399	399	396	420	403
540	255	272	250	244	208	163	88
541	176	184	172	146	136	117	83
542	239	246	219	198	182	159	122
643	570	497	429	382	297	190	154
644	1475	1364	1177	938	676	302	-53
645	1482	1309	1048	793	497	221	-26
746	3263	2905	2267	1605	934	225	-511
747	617	628	775	617	442	214	-37
848	206	227	200	187	176	155	144
849	139	127	105	85	64	39	17
850	566	519	455	390	318	233	145
851	790	734	638	524	417	294	166
852	173	184	183	163	167	143	96
853	74	65	62	59	46	30	26
854	99	103	101	94	85	70	52
855	374	340	293	245	203	149	73
856	279	241	198	334	243	137	31
857	628	583	492	462	322	167	50
858	118	110	101	92	79	64	48
	22824	21354	18270	15156	11555	7524	3410

Cuadro 5.7
Acervos de capital fijo neto de depreciación. Otros por rama industrial
(millones de pesos de 1980)

RAMA	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
111	876	831	804	786	722	711	715
112	277	253	275	281	270	355	396
113	117	171	173	175	191	179	159
117	324	320	478	457	426	397	335
118	131	122	114	106	101	97	88
119	767	753	752	731	672	722	668
120	988	926	847	793	697	608	511
122	3714	3548	3798	3718	3643	3519	3550
224	330	349	344	354	439	435	383
226	336	316	292	280	263	247	230
227	608	602	570	525	491	453	425
228	339	347	344	326	289	251	208
329	39	38	36	34	40	39	40
330	116	107	105	97	91	84	84
431	918	895	879	1137	1107	1129	1161
432	346	313	313	304	439	411	360
535	2704	2529	2479	2296	2304	2266	1994
536	313	279	376	351	335	300	254
537	1763	1634	1804	1825	1693	1523	1275
538	1942	1819	1853	1750	1608	1587	1746
539	596	558	564	594	604	610	615
540	606	625	594	576	555	602	682
541	1138	1052	975	920	838	814	755
542	470	481	501	481	453	445	503
643	1286	1188	1114	1060	978	1045	1000
644	582	541	583	584	741	848	997
645	827	788	739	681	614	552	530
746	7283	6841	6300	5603	4871	4145	3505
747	593	811	849	767	694	627	558
848	83	180	169	154	138	129	118
849	179	184	184	174	163	152	151
850	736	683	645	629	672	680	720
851	2119	2064	2056	1990	1862	1716	1589
852	864	854	867	880	831	867	2824
853	257	241	227	208	195	191	185
854	646	986	1160	1313	1355	1322	1354
855	1054	1008	1021	937	878	817	790
856	3581	3437	3354	4460	5046	4777	5642
857	1093	1222	1418	2347	2392	2373	2288
858	165	169	377	357	317	280	208
	41104	40064	40330	41039	40018	38306	39595

Cuadro 5.8
Ponderaciones de los insumos capital y trabajo: Kendrick
año base 1984

RAMA	TRABAJO	CAPITAL
111	0,26	0,74
112	0,31	0,69
113	0,27	0,73
117	0,20	0,80
118	0,16	0,84
119	0,25	0,75
120	0,07	0,93
122	0,39	0,61
224	0,45	0,55
226	0,35	0,65
227	0,43	0,57
228	0,59	0,41
329	0,42	0,58
330	0,45	0,55
431	0,34	0,66
432	0,47	0,53
535	0,15	0,85
536	0,75	0,25
537	0,22	0,78
538	0,32	0,68
539	0,30	0,70
540	0,23	0,77
541	0,35	0,65
542	0,36	0,64
643	0,27	0,73
644	0,24	0,76
645	0,35	0,65
746	0,30	0,70
747	0,21	0,79
848	0,46	0,54
849	0,40	0,60
850	0,32	0,68
851	0,34	0,66
852	0,37	0,63
853	0,45	0,55
854	0,44	0,56
855	0,29	0,71
856	0,50	0,50
857	0,33	0,67
858	0,57	0,43

Cuadro 5.9
Ponderaciones de los insumos trabajo y capital : Solow

RAMA	1984		1985		1986		1987		1988		1989	
	TRABAJO	CAPITAL	TRABAJO	CAPITAL	TRABAJO	CAPITAL	TRABAJO	CAPITAL	TRABAJO	CAPITAL	TRABAJO	CAPITAL
111	0,26	0,74	0,32	0,68	0,27	0,73	0,27	0,73	0,28	0,72	0,27	0,73
112	0,31	0,69	0,30	0,70	0,27	0,73	0,26	0,74	0,25	0,75	0,25	0,75
113	0,27	0,73	0,28	0,72	0,23	0,77	0,26	0,74	0,28	0,72	0,33	0,67
117	0,20	0,80	0,20	0,80	0,21	0,79	0,23	0,77	0,24	0,76	0,30	0,70
118	0,16	0,84	0,15	0,85	0,15	0,85	0,16	0,84	0,15	0,85	0,16	0,84
119	0,25	0,75	0,23	0,77	0,21	0,79	0,20	0,80	0,19	0,81	0,21	0,79
120	0,07	0,93	0,08	0,92	0,07	0,93	0,07	0,93	0,07	0,93	0,07	0,93
122	0,39	0,61	0,33	0,67	0,35	0,65	0,34	0,66	0,34	0,66	0,42	0,58
224	0,45	0,55	0,44	0,56	0,43	0,57	0,38	0,62	0,43	0,57	0,45	0,55
226	0,35	0,65	0,44	0,56	0,37	0,63	0,37	0,63	0,40	0,60	0,40	0,60
227	0,43	0,57	0,45	0,55	0,42	0,58	0,38	0,62	0,39	0,61	0,45	0,55
228	0,59	0,41	0,43	0,57	0,49	0,51	0,47	0,53	0,44	0,56	0,57	0,43
329	0,42	0,58	0,35	0,65	0,46	0,54	0,38	0,62	0,43	0,57	0,40	0,60
330	0,45	0,55	0,41	0,59	0,43	0,57	0,40	0,60	0,43	0,57	0,41	0,59
431	0,34	0,66	0,31	0,69	0,31	0,69	0,25	0,75	0,25	0,75	0,30	0,70
432	0,47	0,53	0,43	0,57	0,40	0,60	0,38	0,62	0,38	0,62	0,42	0,58
535	0,15	0,85	0,19	0,81	0,16	0,84	0,15	0,85	0,17	0,83	0,19	0,81
536	0,75	0,25	0,58	0,42	0,60	0,40	0,71	0,29	0,82	0,18	0,90	0,10
537	0,22	0,78	0,26	0,74	0,23	0,77	0,21	0,79	0,24	0,76	0,26	0,74
538	0,32	0,68	0,26	0,74	0,29	0,71	0,26	0,74	0,33	0,67	0,31	0,69
539	0,30	0,70	0,29	0,71	0,30	0,70	0,27	0,73	0,32	0,68	0,30	0,70
540	0,23	0,77	0,22	0,78	0,22	0,78	0,21	0,79	0,24	0,76	0,27	0,73
541	0,35	0,65	0,41	0,59	0,47	0,53	0,37	0,63	0,36	0,64	0,32	0,68
542	0,36	0,64	0,37	0,63	0,32	0,68	0,34	0,66	0,35	0,65	0,35	0,65
643	0,27	0,73	0,29	0,71	0,28	0,72	0,26	0,74	0,30	0,70	0,33	0,67

A5.9

Cuadro 5.9
Ponderaciones de los insumos trabajo y capital : Solow

RAMA	1984		1985		1986		1987		1988		1989	
	TRABAJO	CAPITAL	TRABAJO	CAPITAL	TRABAJO	CAPITAL	TRABAJO	CAPITAL	TRABAJO	CAPITAL	TRABAJO	CAPITAL
644	0,24	0,76	0,23	0,77	0,21	0,79	0,20	0,80	0,24	0,76	0,30	0,70
645	0,35	0,65	0,33	0,67	0,34	0,66	0,30	0,70	0,30	0,70	0,34	0,66
746	0,30	0,70	0,33	0,67	0,27	0,73	0,24	0,76	0,26	0,74	0,28	0,72
747	0,21	0,79	0,22	0,78	0,20	0,80	0,16	0,84	0,16	0,84	0,20	0,80
848	0,46	0,54	0,45	0,55	0,45	0,55	0,31	0,69	0,36	0,64	0,33	0,67
849	0,40	0,60	0,66	0,34	0,63	0,37	0,50	0,50	0,48	0,52	0,45	0,55
850	0,32	0,68	0,37	0,63	0,32	0,68	0,28	0,72	0,28	0,72	0,33	0,67
851	0,34	0,66	0,38	0,62	0,36	0,64	0,30	0,70	0,30	0,70	0,33	0,67
852	0,37	0,63	0,42	0,58	0,43	0,57	0,35	0,65	0,32	0,68	0,36	0,64
853	0,45	0,55	0,44	0,56	0,45	0,55	0,37	0,63	0,38	0,62	0,40	0,60
854	0,44	0,56	0,39	0,61	0,34	0,66	0,34	0,66	0,33	0,67	0,34	0,66
855	0,29	0,71	0,32	0,68	0,29	0,71	0,21	0,79	0,21	0,79	0,29	0,71
856	0,50	0,50	0,41	0,59	0,53	0,47	0,31	0,69	0,25	0,75	0,26	0,74
857	0,33	0,67	0,27	0,73	0,23	0,77	0,20	0,80	0,24	0,76	0,29	0,71
858	0,57	0,43	0,49	0,51	0,63	0,37	0,70	0,30	0,95	0,05	0,98	0,02

Cuadro 5.10
Indice Translog: ponderaciones para la agregación del insumo trabajo

Rama	PONDERACIONES PARA LOS SALARIOS						PONDERACIONES PARA LOS SUELDOS					
	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90
111	0,48	0,48	0,48	0,49	0,48	0,47	0,52	0,52	0,52	0,51	0,52	0,53
112	0,54	0,55	0,59	0,59	0,57	0,54	0,46	0,45	0,41	0,41	0,43	0,46
113	0,61	0,62	0,62	0,61	0,59	0,57	0,39	0,38	0,38	0,39	0,41	0,43
117	0,53	0,51	0,50	0,49	0,46	0,43	0,47	0,49	0,50	0,51	0,54	0,57
118	0,52	0,51	0,50	0,47	0,45	0,43	0,48	0,49	0,50	0,53	0,55	0,57
119	0,51	0,49	0,49	0,49	0,46	0,44	0,49	0,51	0,51	0,51	0,54	0,56
120	0,36	0,35	0,35	0,36	0,34	0,32	0,64	0,65	0,65	0,64	0,66	0,68
122	0,58	0,58	0,57	0,57	0,55	0,55	0,42	0,42	0,43	0,43	0,45	0,45
224	0,76	0,75	0,76	0,76	0,74	0,72	0,24	0,25	0,24	0,24	0,26	0,28
226	0,62	0,62	0,63	0,63	0,61	0,56	0,38	0,38	0,37	0,37	0,39	0,44
227	0,62	0,63	0,64	0,64	0,63	0,62	0,38	0,37	0,36	0,36	0,37	0,38
228	0,74	0,75	0,74	0,71	0,71	0,72	0,26	0,25	0,26	0,29	0,29	0,28
329	0,66	0,66	0,62	0,61	0,59	0,59	0,34	0,34	0,38	0,39	0,41	0,41
330	0,62	0,63	0,64	0,63	0,60	0,58	0,38	0,37	0,36	0,37	0,40	0,42
431	0,62	0,61	0,60	0,59	0,56	0,54	0,38	0,39	0,40	0,41	0,44	0,46
432	0,55	0,54	0,53	0,52	0,49	0,48	0,45	0,46	0,47	0,48	0,51	0,52
535	0,46	0,45	0,42	0,41	0,40	0,39	0,54	0,55	0,58	0,59	0,60	0,61
536	0,67	0,68	0,68	0,68	0,67	0,64	0,33	0,32	0,32	0,32	0,33	0,36
537	0,55	0,53	0,51	0,49	0,48	0,48	0,45	0,47	0,49	0,51	0,52	0,52
538	0,28	0,27	0,24	0,24	0,24	0,23	0,72	0,73	0,76	0,76	0,76	0,77
539	0,33	0,32	0,33	0,33	0,32	0,32	0,67	0,68	0,67	0,67	0,68	0,68
540	0,33	0,34	0,32	0,31	0,29	0,29	0,67	0,66	0,68	0,69	0,71	0,71
541	0,61	0,61	0,62	0,62	0,57	0,57	0,39	0,39	0,38	0,38	0,43	0,43
542	0,61	0,61	0,60	0,58	0,55	0,53	0,39	0,39	0,40	0,42	0,45	0,47
643	0,52	0,51	0,51	0,49	0,46	0,44	0,48	0,49	0,49	0,51	0,54	0,56
644	0,63	0,61	0,59	0,58	0,54	0,49	0,37	0,39	0,41	0,42	0,46	0,51
645	0,57	0,56	0,55	0,54	0,52	0,51	0,43	0,44	0,45	0,46	0,48	0,49
746	0,62	0,60	0,59	0,57	0,55	0,51	0,38	0,40	0,41	0,43	0,45	0,49
747	0,54	0,52	0,49	0,47	0,45	0,43	0,46	0,48	0,51	0,53	0,55	0,57
848	0,63	0,62	0,63	0,64	0,64	0,64	0,37	0,38	0,37	0,36	0,36	0,36
849	0,64	0,62	0,58	0,56	0,57	0,57	0,36	0,38	0,42	0,44	0,43	0,43
850	0,57	0,56	0,54	0,53	0,51	0,49	0,43	0,44	0,46	0,47	0,49	0,51
851	0,49	0,48	0,45	0,45	0,43	0,41	0,51	0,52	0,55	0,55	0,57	0,59
852	0,47	0,46	0,44	0,44	0,44	0,41	0,53	0,54	0,56	0,56	0,56	0,59
853	0,62	0,61	0,58	0,56	0,56	0,54	0,38	0,39	0,42	0,44	0,44	0,46
854	0,52	0,51	0,50	0,47	0,44	0,42	0,48	0,49	0,50	0,53	0,56	0,58
855	0,56	0,53	0,50	0,50	0,49	0,48	0,44	0,47	0,50	0,50	0,51	0,52
856	0,55	0,57	0,56	0,56	0,54	0,57	0,45	0,43	0,44	0,44	0,46	0,43
857	0,56	0,54	0,53	0,54	0,53	0,53	0,44	0,46	0,47	0,46	0,47	0,47
858	0,70	0,68	0,69	0,69	0,68	0,65	0,30	0,32	0,31	0,31	0,32	0,35

Cuadro 5.11
Indice Translog: ponderaciones para la agregación del insumo capital

	PONDERACIONES PARA CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES						PONDERACIONES PARA MAQUINARIA Y EQUIPO						PONDERACIONES PARA EQUIPO DE TRANSPORTE						
	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	
111	0,32	0,33	0,33	0,34	0,36	0,37	0,56	0,56	0,55	0,55	0,54	0,54	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,0
112	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,24	0,76	0,75	0,74	0,72	0,70	0,66	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,0
113	0,37	0,38	0,39	0,40	0,42	0,44	0,57	0,56	0,56	0,55	0,54	0,53	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,0
117	0,35	0,35	0,35	0,36	0,37	0,38	0,60	0,59	0,59	0,58	0,57	0,56	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,0
118	0,34	0,35	0,36	0,37	0,39	0,40	0,57	0,56	0,56	0,54	0,53	0,52	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,0
119	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,14	0,71	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70	0,08	0,07	0,06	0,05	0,03	0,01	0,1
120	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,49	0,43	0,42	0,42	0,41	0,41	0,41	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,1
122	0,23	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,48	0,47	0,45	0,43	0,41	0,39	0,13	0,12	0,10	0,09	0,07	0,05	0,1
224	0,16	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,83	0,82	0,82	0,81	0,80	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
226	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,76	0,76	0,75	0,74	0,73	0,71	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,0
227	0,26	0,28	0,29	0,31	0,34	0,37	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,54	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,0
228	0,17	0,19	0,20	0,21	0,23	0,24	0,72	0,71	0,70	0,70	0,69	0,70	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,00	0,0
329	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,81	0,81	0,81	0,80	0,79	0,79	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,0
330	0,26	0,27	0,28	0,30	0,31	0,33	0,67	0,66	0,65	0,64	0,62	0,60	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,0
431	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,86	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,0
432	0,16	0,16	0,17	0,20	0,22	0,23	0,80	0,79	0,79	0,76	0,73	0,72	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0
535	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,24	0,74	0,74	0,73	0,73	0,73	0,72	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,0
536	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
537	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,27	0,74	0,74	0,73	0,72	0,71	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
538	0,52	0,53	0,53	0,54	0,55	0,56	0,36	0,35	0,35	0,34	0,34	0,33	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,0
539	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,0
540	0,38	0,39	0,40	0,42	0,44	0,46	0,54	0,52	0,51	0,50	0,48	0,45	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,0
541	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,78	0,78	0,78	0,77	0,77	0,77	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,0
542	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,84	0,84	0,83	0,82	0,82	0,81	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,0
643	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,48	0,58	0,57	0,55	0,53	0,51	0,47	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,0

Cuadro 5.11
Indice Translog: ponderaciones para la agregación del insumo capital

	PONDERACIONES PARA CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES						PONDERACIONES PARA MAQUINARIA Y EQUIPO						PONDERACIONES PARA EQUIPO DE TRANSPORTE						
	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	
644	0,24	0,24	0,25	0,26	0,27	0,27	0,73	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
645	0,28	0,29	0,31	0,33	0,36	0,39	0,57	0,56	0,56	0,56	0,55	0,54	0,10	0,09	0,07	0,06	0,03	0,01	0,00
746	0,28	0,28	0,29	0,30	0,32	0,33	0,67	0,67	0,66	0,66	0,65	0,64	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
747	0,57	0,57	0,58	0,60	0,62	0,65	0,38	0,38	0,36	0,35	0,33	0,31	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00
848	0,47	0,46	0,46	0,47	0,47	0,46	0,30	0,29	0,29	0,29	0,30	0,33	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,00
849	0,42	0,42	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,46	0,45	0,45	0,45	0,45	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,00
850	0,28	0,29	0,30	0,31	0,33	0,34	0,67	0,66	0,65	0,64	0,62	0,61	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00
851	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00
852	0,26	0,26	0,27	0,28	0,29	0,24	0,62	0,61	0,60	0,58	0,56	0,49	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00
853	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00
854	0,45	0,42	0,41	0,39	0,39	0,39	0,39	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00
855	0,29	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,60	0,59	0,58	0,58	0,58	0,57	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00
856	0,49	0,50	0,48	0,46	0,45	0,45	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,29	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
857	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
858	0,25	0,25	0,25	0,26	0,28	0,31	0,66	0,63	0,60	0,59	0,58	0,57	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,00

Cuadro 5.12
Indice Translog: ponderaciones de los insumos capital y trabajo

	PONDERACIONES PARA EL INSUMO TRABAJO						PONDERACIONES PARA EL INSUMO CAPITAL					
	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90
111	0,22	0,22	0,20	0,20	0,19	0,19	0,78	0,78	0,80	0,80	0,81	0,81
112	0,24	0,22	0,20	0,19	0,19	0,17	0,76	0,78	0,80	0,81	0,81	0,83
113	0,22	0,20	0,19	0,21	0,23	0,24	0,78	0,80	0,81	0,79	0,77	0,76
117	0,16	0,16	0,18	0,18	0,20	0,24	0,84	0,84	0,82	0,82	0,80	0,76
118	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87
119	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,14	0,81	0,83	0,85	0,86	0,87	0,86
120	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,94	0,94	0,95	0,95	0,95	0,95
122	0,28	0,26	0,26	0,26	0,28	0,31	0,72	0,74	0,74	0,74	0,72	0,69
224	0,32	0,31	0,29	0,30	0,32	0,33	0,68	0,69	0,71	0,70	0,68	0,67
226	0,31	0,31	0,28	0,28	0,28	0,28	0,69	0,69	0,72	0,72	0,72	0,72
227	0,35	0,35	0,32	0,30	0,33	0,34	0,65	0,65	0,68	0,70	0,67	0,66
228	0,38	0,35	0,34	0,33	0,38	0,44	0,62	0,65	0,66	0,67	0,62	0,56
329	0,29	0,31	0,32	0,31	0,32	0,31	0,71	0,69	0,68	0,69	0,68	0,69
330	0,34	0,33	0,33	0,33	0,32	0,33	0,66	0,67	0,67	0,67	0,68	0,67
431	0,23	0,22	0,20	0,18	0,19	0,22	0,77	0,78	0,80	0,82	0,81	0,78
432	0,35	0,32	0,29	0,28	0,28	0,31	0,65	0,68	0,71	0,72	0,72	0,69
535	0,12	0,12	0,11	0,11	0,12	0,14	0,88	0,88	0,89	0,89	0,88	0,86
536	0,45	0,41	0,46	0,53	0,59	0,67	0,55	0,59	0,54	0,47	0,41	0,33
537	0,16	0,16	0,14	0,14	0,15	0,17	0,84	0,84	0,86	0,86	0,85	0,83
538	0,21	0,20	0,20	0,21	0,22	0,22	0,79	0,80	0,80	0,79	0,78	0,78
539	0,23	0,23	0,22	0,22	0,23	0,24	0,77	0,77	0,78	0,78	0,77	0,76
540	0,16	0,16	0,16	0,17	0,19	0,20	0,84	0,84	0,84	0,83	0,81	0,80
541	0,24	0,27	0,25	0,22	0,21	0,23	0,76	0,73	0,75	0,78	0,79	0,77
542	0,28	0,26	0,24	0,25	0,26	0,27	0,72	0,74	0,76	0,75	0,74	0,73
643	0,20	0,20	0,19	0,19	0,21	0,23	0,80	0,80	0,81	0,81	0,79	0,77
644	0,16	0,15	0,14	0,15	0,18	0,19	0,84	0,85	0,86	0,85	0,82	0,81
645	0,25	0,25	0,24	0,22	0,23	0,24	0,75	0,75	0,76	0,78	0,77	0,76
746	0,18	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,82	0,83	0,84	0,84	0,84	0,84
747	0,15	0,14	0,13	0,11	0,12	0,14	0,85	0,86	0,87	0,89	0,88	0,86
848	0,34	0,34	0,29	0,25	0,25	0,25	0,66	0,66	0,71	0,75	0,75	0,75
849	0,37	0,46	0,42	0,36	0,34	0,35	0,63	0,54	0,58	0,64	0,66	0,65
850	0,24	0,24	0,22	0,20	0,21	0,24	0,76	0,76	0,78	0,80	0,79	0,76
851	0,26	0,27	0,25	0,23	0,23	0,25	0,74	0,73	0,75	0,77	0,77	0,75
852	0,29	0,31	0,29	0,24	0,25	0,29	0,71	0,69	0,71	0,76	0,75	0,71
853	0,32	0,32	0,30	0,26	0,27	0,28	0,68	0,68	0,70	0,74	0,73	0,72
854	0,32	0,28	0,25	0,24	0,24	0,24	0,68	0,72	0,75	0,76	0,76	0,76
855	0,23	0,23	0,19	0,16	0,19	0,24	0,77	0,77	0,81	0,84	0,81	0,76
856	0,26	0,22	0,18	0,15	0,15	0,19	0,74	0,78	0,82	0,85	0,85	0,81
857	0,21	0,17	0,15	0,15	0,18	0,21	0,79	0,83	0,85	0,85	0,82	0,79
858	0,32	0,35	0,41	0,50	0,57	0,50	0,68	0,65	0,59	0,50	0,43	0,50

Cuadro 5.13

Índice Translog no restringido: ponderaciones de los insumos capital y trabajo

	PONDERACIONES PARA EL INSUMO CAPITAL						PONDERACIONES PARA EL INSUMO TRABAJO					
	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90
111	0,355	0,345	0,335	0,325	0,315	0,304	0,863	0,866	0,867	0,868	0,870	0,872
112	0,462	0,525	0,587	0,651	0,716	0,782	0,567	0,546	0,527	0,506	0,483	0,459
113	0,689	0,663	0,635	0,606	0,579	0,554	0,430	0,453	0,478	0,506	0,530	0,550
117	0,322	0,290	0,258	0,227	0,198	0,169	0,944	0,975	1,004	1,032	1,054	1,075
118	0,748	0,739	0,736	0,732	0,731	0,732	0,855	0,872	0,872	0,874	0,870	0,861
119	0,191	0,191	0,190	0,189	0,187	0,186	1,152	1,142	1,136	1,131	1,130	1,127
120	0,767	0,754	0,735	0,716	0,702	0,686	0,452	0,460	0,479	0,496	0,507	0,520
122	0,398	0,400	0,403	0,405	0,408	0,410	0,925	0,924	0,921	0,916	0,910	0,909
224	0,277	0,274	0,270	0,266	0,263	0,266	1,158	1,161	1,164	1,168	1,170	1,160
226	0,205	0,205	0,204	0,203	0,203	0,202	0,879	0,879	0,876	0,876	0,875	0,873
227	0,206	0,201	0,197	0,193	0,190	0,186	1,199	1,200	1,200	1,200	1,195	1,190
228	0,279	0,250	0,239	0,231	0,210	0,192	1,119	1,162	1,165	1,163	1,184	1,202
329	0,345	0,365	0,389	0,408	0,430	0,453	1,036	1,015	0,985	0,963	0,932	0,898
330	0,307	0,309	0,310	0,306	0,307	0,308	1,001	0,998	0,998	1,007	1,004	1,000
431	0,478	0,488	0,496	0,507	0,517	0,524	0,650	0,639	0,631	0,618	0,608	0,600
432	0,370	0,370	0,368	0,365	0,364	0,361	0,977	0,969	0,966	0,963	0,957	0,955
535	0,596	0,587	0,576	0,567	0,558	0,553	0,651	0,662	0,676	0,688	0,698	0,704
536	0,114	0,147	0,179	0,210	0,241	0,272	1,138	1,111	1,083	1,043	1,008	0,966
537	0,497	0,492	0,488	0,486	0,491	0,498	0,753	0,762	0,769	0,773	0,765	0,755
538	0,605	0,595	0,584	0,573	0,562	0,552	0,876	0,881	0,889	0,897	0,905	0,912
539	0,352	0,322	0,290	0,260	0,230	0,199	0,814	0,844	0,878	0,908	0,938	0,970
540	0,440	0,430	0,420	0,409	0,400	0,396	0,914	0,925	0,935	0,948	0,958	0,958
541	0,302	0,302	0,303	0,302	0,295	0,288	1,050	1,044	1,036	1,035	1,044	1,058
542	0,413	0,414	0,410	0,403	0,399	0,400	1,075	1,071	1,077	1,089	1,095	1,089
643	0,589	0,591	0,581	0,568	0,566	0,561	0,589	0,580	0,588	0,600	0,596	0,595
644	0,548	0,532	0,515	0,498	0,488	0,484	0,830	0,847	0,863	0,880	0,884	0,879
645	0,220	0,231	0,244	0,252	0,265	0,279	1,168	1,156	1,140	1,137	1,120	1,105
746	0,276	0,282	0,285	0,281	0,281	0,288	1,269	1,249	1,239	1,245	1,242	1,222
747	0,659	0,659	0,661	0,664	0,675	0,685	0,568	0,567	0,564	0,558	0,539	0,523
848	0,274	0,257	0,253	0,246	0,232	0,217	1,084	1,096	1,081	1,074	1,080	1,091
849	0,103	0,117	0,130	0,143	0,157	0,171	1,378	1,367	1,334	1,316	1,306	1,292
850	0,408	0,412	0,415	0,417	0,415	0,416	0,923	0,919	0,918	0,918	0,925	0,927
851	0,357	0,339	0,327	0,310	0,294	0,281	1,086	1,100	1,104	1,116	1,127	1,131
852	0,450	0,430	0,415	0,400	0,380	0,365	0,801	0,823	0,833	0,844	0,864	0,883
853	0,549	0,518	0,506	0,500	0,494	0,484	0,626	0,660	0,667	0,665	0,662	0,668
854	0,261	0,258	0,253	0,251	0,248	0,246	1,062	1,058	1,058	1,051	1,046	1,037
855	0,343	0,340	0,337	0,333	0,327	0,325	0,963	0,964	0,963	0,967	0,976	0,973
856	0,338	0,338	0,350	0,354	0,345	0,325	1,002	1,000	0,968	0,957	0,975	1,016
857	0,434	0,445	0,457	0,455	0,453	0,454	0,791	0,776	0,758	0,761	0,766	0,765
858	-0,004	-0,027	-0,051	-0,075	-0,095	-0,113	1,272	1,286	1,301	1,316	1,318	1,311

Cuadro 5.14

Indice Translog restringido: ponderaciones de los insumos capital y trabajo

	PONDERACIONES PARA EL INSUMO CAPITAL						PONDERACIONES PARA EL INSUMO TRABAJO					
	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90
111	0,395	0,385	0,375	0,365	0,355	0,345	0,590	0,590	0,590	0,590	0,590	0,590
112	0,494	0,509	0,522	0,536	0,552	0,568	0,491	0,466	0,443	0,419	0,393	0,367
113	0,697	0,672	0,645	0,616	0,590	0,566	0,300	0,323	0,348	0,375	0,399	0,421
117	0,400	0,371	0,342	0,314	0,287	0,261	0,598	0,627	0,654	0,682	0,707	0,732
118	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,354	0,363	0,372	0,381	0,390	0,399
119	0,327	0,339	0,350	0,361	0,372	0,383	0,686	0,683	0,681	0,679	0,677	0,674
120	0,806	0,792	0,774	0,756	0,742	0,726	0,190	0,201	0,217	0,232	0,244	0,257
122	0,457	0,464	0,471	0,478	0,484	0,491	0,546	0,541	0,537	0,532	0,528	0,523
224	0,366	0,368	0,370	0,371	0,373	0,379	0,639	0,640	0,642	0,644	0,646	0,643
226	0,219	0,224	0,228	0,232	0,237	0,241	0,786	0,786	0,785	0,785	0,785	0,784
227	0,303	0,314	0,325	0,335	0,348	0,360	0,714	0,715	0,716	0,717	0,716	0,716
228	0,462	0,446	0,448	0,452	0,443	0,436	0,559	0,590	0,602	0,612	0,636	0,657
329	0,389	0,426	0,465	0,500	0,538	0,576	0,636	0,615	0,593	0,574	0,552	0,530
330	0,362	0,362	0,361	0,354	0,353	0,351	0,636	0,635	0,635	0,641	0,640	0,641
431	0,535	0,545	0,553	0,564	0,573	0,581	0,464	0,453	0,444	0,432	0,421	0,412
432	0,403	0,416	0,427	0,438	0,450	0,461	0,608	0,602	0,598	0,594	0,590	0,586
535	0,646	0,638	0,628	0,620	0,613	0,608	0,356	0,365	0,376	0,385	0,394	0,400
536	0,184	0,216	0,247	0,271	0,298	0,322	0,797	0,753	0,709	0,673	0,633	0,597
537	0,578	0,575	0,571	0,570	0,574	0,581	0,425	0,430	0,436	0,440	0,437	0,433
538	0,594	0,586	0,577	0,568	0,559	0,550	0,399	0,403	0,407	0,412	0,417	0,421
539	0,423	0,394	0,363	0,334	0,305	0,275	0,578	0,608	0,639	0,669	0,699	0,730
540	0,557	0,556	0,555	0,554	0,553	0,557	0,450	0,456	0,461	0,467	0,472	0,473
541	0,444	0,447	0,450	0,452	0,451	0,449	0,558	0,556	0,554	0,553	0,555	0,558
542	0,490	0,494	0,494	0,491	0,491	0,495	0,512	0,511	0,512	0,517	0,519	0,516
643	0,648	0,649	0,640	0,629	0,626	0,621	0,343	0,336	0,339	0,345	0,341	0,340
644	0,564	0,548	0,533	0,517	0,507	0,503	0,430	0,441	0,453	0,465	0,470	0,471
645	0,420	0,433	0,448	0,460	0,475	0,492	0,583	0,571	0,558	0,548	0,535	0,520
746	0,446	0,456	0,464	0,468	0,474	0,485	0,558	0,550	0,545	0,544	0,541	0,533
747	0,659	0,661	0,664	0,669	0,680	0,690	0,338	0,334	0,328	0,322	0,308	0,297
848	0,420	0,427	0,448	0,465	0,476	0,487	0,612	0,626	0,627	0,632	0,643	0,653
849	0,399	0,435	0,476	0,514	0,550	0,587	0,646	0,640	0,629	0,621	0,615	0,608
850	0,534	0,537	0,539	0,541	0,540	0,541	0,463	0,459	0,454	0,451	0,450	0,447
851	0,458	0,448	0,442	0,432	0,423	0,416	0,542	0,553	0,559	0,569	0,579	0,586
852	0,510	0,496	0,487	0,477	0,464	0,454	0,496	0,513	0,526	0,540	0,557	0,570
853	0,520	0,495	0,489	0,489	0,489	0,484	0,485	0,513	0,522	0,525	0,528	0,536
854	0,379	0,389	0,398	0,409	0,418	0,428	0,630	0,626	0,624	0,618	0,616	0,611
855	0,450	0,456	0,461	0,464	0,466	0,472	0,557	0,556	0,555	0,557	0,560	0,558
856	0,333	0,346	0,377	0,398	0,400	0,389	0,684	0,681	0,661	0,652	0,661	0,683
857	0,526	0,537	0,549	0,549	0,548	0,550	0,472	0,460	0,447	0,446	0,446	0,443
858	0,291	0,298	0,305	0,312	0,325	0,339	0,750	0,770	0,791	0,811	0,826	0,839

Cuadro 5.15

Parámetros estimados para el cálculo de las ponderaciones de los insumos capital y trabajo del índice Translog no restringido

RAMA	α_0	α_L	α_K	α_T	β_{KK}	β_{KL}	β_{KT}	β_{LL}	β_{LT}	β_{TT}	R^2	F
111	-0.36 (-1.5)	0.25 (3.0)	0.47 (5.8)	0.04 (0.3)	-0.0 (-0.03)	-0.01 (-0.8)	-0.01 (-0.9)	0.07 (4.1)	0.00 (0.6)	0.01 (0.55)	0.53	60
112	-0.88 (-1.7)	0.45 (3.3)	0.59 (6.0)	-0.07 (-0.4)	0.04 (2.0)	-0.06 (-2.6)	0.07 (1.5)	0.07 (2.8)	-0.03 (-2.1)	0.06 (1.7)	0.70	51
113	1.3 (6.3)	0.04 (1.5)	0.82 (26)	-1.3 (-11)	0.09 (12.2)	-0.09 (-12)	-0.02 (-3.4)	0.12 (15)	0.01 (3.0)	0.31 (12)	0.29	24
117	0.34 (1.5)	0.08 (1.0)	0.52 (7.0)	-0.2 (-2.1)	0.03 (2.1)	-0.05 (-2.8)	-0.02 (2.2)	0.13 (6.6)	0.02 (1.9)	0.06 (2.9)	0.56	43
118	2.1 (9.4)	-0.61 (-12)	0.77 (16.2)	0.02 (0.32)	0.13 (17.7)	-0.11 (-14)	-0.00 (-0.0)	0.26 (29)	0.00 (1.2)	0.01 (1.1)	-19	
119	0.83 (2.8)	-0.2 (-0.2)	0.45 (4.4)	-0.08 (-0.7)	-0.0 (-0.0)	-0.02 (-0.9)	-0.00 (-0.2)	0.14 (4.8)	-0.0 (-0.2)	0.02 (1.06)	0.52	38
120	1.7 (4.7)	-0.3 (-4)	0.94 (15)	-0.1 (-0.6)	0.08 (6.9)	-0.09 (-8)	-0.01 (-1.2)	0.17 (11)	0.01 (0.97)	0.01 (0.37)	0.46	18
122	1.02 (4.1)	-0.0 (-0.0)	0.47 (14)	-0.2 (-2.5)	-0.01 (-1.9)	0.0 (0.51)	0.0 (0.18)	0.08 (14)	-0.0 (-0.6)	0.06 (3.1)	0.55	70
224	0.35 (3.8)	-0.02 (-0.8)	0.46 (17)	0.01 (0.36)	0.07 (11)	-0.08 (-12)	0.0 (0.64)	0.19 (24)	-0.0 (-0.9)	0.0 (0.84)	0.70	271
226	-1.0 (-4.1)	0.62 (11)	0.24 (4.9)	-0.03 (-0.4)	-0.0 (-0.6)	-0.0 (-0.2)	-0.0 (-0.1)	0.03 (4.1)	-0.0 (-0.05)	0.02 (1.4)	0.70	77
227	-0.06 (-0.5)	0.15 (3.6)	0.37 (9.7)	-0.07 (-1.5)	0.02 (3.49)	-0.03 (-4.8)	-0.00 (-0.3)	0.13 (15)	-0.0 (-0.6)	0.02 (1.9)	0.66	198
228	1.04 (5)	-0.4 (-4.8)	0.72 (10.6)	-0.23 (-3.2)	0.10 (6.8)	-0.12 (-8)	-0.01 (-1.7)	0.24 (15)	0.01 (1.7)	0.04 (2.7)	0.74	112
229	0.94 (4.11)	-0.19 (-2.7)	0.37 (5.68)	0.03 (0.34)	0.08 (5.15)	-0.08 (-4.9)	0.03 (2.88)	0.22 (12)	-0.02 (-2.7)	0.0 (0.26)	0.80	54
330	-0.162 (0.35)	0.127 (0.00)	0.423 (0.00)	-0.176 (0.01)	0.064 (0.00)	-0.068 (0.00)	0.006 (0.37)	0.157 (0.0)	-0.005 (0.43)	0.044 (0.00)	0.43	29
331	-0.41 (-3.5)	0.25 (7.56)	0.56 (20)	0.04 (0.75)	0.08 (11)	-0.09 (-12)	0.01 (2.7)	0.13 (16)	-0.01 (-2.9)	0.0 (0.77)	0.73	222
332	0.041 (0.23)	-0.0 (-0.1)	0.53 (11)	-0.1 (-1.7)	0.07 (6.1)	-0.08 (-7.3)	0.0 (0.39)	0.18 (14)	-0.0 (-1.2)	0.03 (2.04)	0.64	71
535	0.49 (3.1)	-0.01 (-0.25)	0.65 (12.3)	-0.12 (-1.47)	0.13 (6.1)	-0.14 (-6.6)	-0.0 (-0.09)	0.22 (9.35)	0.0 (0.14)	0.04 (1.85)	0.67	90
536	1.18 (1.95)	-0.17 (-1.01)	0.49 (3.19)	0.30 (0.90)	-0.05 (-0.91)	0.02 (0.36)	0.03 (0.77)	0.13 (1.88)	-0.03 (-0.93)	-0.15 (-1.88)	0.44	8.95
537	0.60 (2.99)	-0.04 (-0.67)	0.61 (10.3)	-0.14 (-1.42)	0.14 (7.39)	-0.15 (-8.17)	0.0 (0.41)	0.25 (11.21)	-0.0 (-0.25)	0.05 (2.1)	0.62	56.9
538	2.11 (12.63)	-0.37 (-9.60)	0.73 (21.83)	-0.31 (-4.60)	0.09 (14.23)	-0.09 (-13.9)	-0.0 (-1.22)	0.20 (23.58)	0.00 (0.30)	0.08 (4.85)	0.53	61.8

Cuadro 5.15

Parámetros estimados para el cálculo de las ponderaciones de los insumos capital y trabajo del índice Translog no restringido

RAMA	α_0	α_L	α_k	α_T	β_{KK}	β_{KL}	β_{KT}	β_{LL}	β_{LT}	β_{TT}	R^2	F
539	0.79 (2.99)	0.19 (2.17)	0.54 (6.62)	-0.28 (-2.88)	0.04 (2.29)	-0.05 (-2.65)	-0.02 (-2.37)	0.10 (4.81)	0.02 (2.18)	0.05 (2.29)	0.68	82.9
540	1.37 (9.03)	-0.29 (-5.86)	0.80 (17.9)	-0.08 (-1.20)	0.08 (5.76)	-0.11 (-7.59)	-0.00 (-0.66)	0.22 (13.9)	-0.00 (-0.05)	0.02 (1.49)	0.68	115.8
541	0.88 (3.99)	-0.22 (-3.52)	0.62 (12.5)	-0.11 (-1.35)	0.06 (6.25)	-0.09 (-8.58)	-0.00 (-0.06)	0.22 (15.4)	-0.00 (-0.22)	0.03 (2.10)	0.84	150.0
542	0.72 (6.27)	-0.16 (-5.33)	0.57 (20.1)	-0.09 (-1.96)	0.07 (11.1)	-0.07 (-13.2)	0.00 (0.59)	0.19 (28.1)	-0.00 (-0.94)	0.02 (2.78)	0.68	228.1
643	0.56 (2.70)	-0.17 (-2.35)	0.79 (13.6)	-0.04 (-0.69)	0.15 (15.1)	-0.17 (-14.0)	0.00 (0.64)	0.25 (14.2)	-0.01 (-1.23)	0.04 (2.88)	0.80	72.2
644	1.08 (5.00)	-0.28 (-3.90)	0.57 (8.95)	0.02 (0.25)	0.13 (7.52)	-0.14 (-7.82)	-0.00 (-0.43)	0.27 (12.5)	0.00 (0.09)	0.01 (0.55)	0.68	50.3
645	0.58 (3.43)	-0.22 (-3.99)	0.65 (13.0)	-0.04 (-0.65)	0.07 (6.04)	-0.10 (-8.77)	0.01 (1.91)	0.23 (16.7)	-0.01 (-2.01)	0.02 (1.70)	0.72	154.5
746	1.07 (6.53)	-0.23 (-4.83)	0.54 (12.6)	-0.16 (-2.22)	0.06 (5.27)	-0.09 (-7.53)	0.00 (0.28)	0.23 (17.1)	-0.00 (-0.65)	0.04 (2.54)	0.76	212.9
747	1.55 (4.70)	-0.24 (-3.60)	0.73 (12.4)	-0.27 (-1.90)	0.13 (12.9)	-0.13 (-13.2)	0.00 (0.66)	0.21 (15.2)	-0.00 (-0.97)	0.07 (2.25)	0.55	20.9
848	1.92 (7.22)	-0.54 (-7.48)	0.87 (12.5)	-0.23 (-3.10)	0.11 (9.68)	-0.14 (-11.9)	-0.01 (-1.87)	0.27 (21.1)	0.01 (1.33)	0.04 (2.79)	0.61	38.39
849	0.68 (2.61)	-0.02 (-0.28)	0.21 (2.10)	-0.17 (-1.87)	-0.03 (-1.15)	0.00 (0.33)	0.01 (0.92)	0.15 (5.63)	-0.00 (-0.59)	0.04 (2.39)	0.62	37.14
850	0.60 (4.44)	-0.20 (-5.41)	0.68 (21.9)	-0.09 (-1.85)	0.08 (11.8)	-0.10 (-15.3)	0.00 (1.77)	0.21 (24.0)	-0.00 (-1.75)	0.03 (3.09)	0.78	219.0
851	0.70 (5.65)	-0.10 (-2.75)	0.62 (19.2)	-0.16 (-3.21)	0.06 (8.82)	-0.08 (-10.9)	-0.01 (-1.99)	0.19 (20.8)	0.00 (0.80)	0.04 (3.61)	0.65	196.4
852	0.95 (5.43)	-0.09 (-1.89)	0.70 (16.5)	-0.18 (-2.83)	0.08 (10.0)	-0.09 (-11.3)	-0.01 (-1.70)	0.17 (15.9)	0.00 (1.36)	0.03 (2.11)	0.75	111.4
853	0.756 (0.02)	-0.123 (0.21)	0.714 (0.00)	0.009 (0.94)	0.139 (0.00)	-0.132 (0.00)	-0.005 (0.67)	0.193 (0.00)	0.003 (0.79)	0.006 (0.82)	0.72 2	24.96
854	1.59 (5.83)	-0.17 (-2.24)	0.65 (8.63)	-0.05 (-0.57)	0.07 (5.38)	-0.08 (-6.36)	-0.00 (-0.54)	0.18 (12.0)	-0.00 (-0.17)	0.02 (1.30)	0.68	76.3
855	1.19 (4.61)	-0.18 (-1.66)	0.60 (5.72)	-0.00 (-0.06)	0.07 (1.90)	-0.08 (-2.37)	0.00 (0.13)	0.19 (5.09)	-0.00 (-0.43)	0.01 (0.51)	0.71	52.05
857	0.19 (1.17)	0.01 (0.36)	0.66 (14.5)	-0.16 (-2.34)	0.10 (9.64)	-0.12 (-10.9)	0.01 (1.26)	0.19 (14.9)	-0.01 (-1.46)	0.06 (4.21)	0.80	253.6
858	0.57 (1.41)	-0.12 (-0.81)	0.50 (3.48)	0.14 (0.99)	-0.00 (-0.13)	-0.04 (-1.26)	-0.02 (-1.51)	0.18 (4.75)	0.01 (0.90)	-0.03 (-1.14)	0.86	76.28

Cuadro 5.16
Parámetros estimados para el cálculo de las ponderaciones
de los insumos capital y trabajo del índice Translog restringido

RAMA	α_0	α_K	α_T	β_{KK}	β_{KT}	β_{TT}	R^2	F
111	-1.13 (-5.1)	0.41 (5.2)	0.01 (0.12)	0.0 (0.31)	-0.01 (-0.92)	0.01 (0.52)	0.53	115
112	-0.52 (-1.7)	0.51 (6.5)	-0.16 (-1.06)	0.04 (2.1)	0.02 (1.52)	0.06 (1.77)	0.70	95
113	1.00 (4.89)	0.80 (26.5)	-1.29 (-11.8)	0.09 (12.38)	-0.02 (-3.28)	0.31 (12.04)	0.29	45
117	-0.70 (-3.64)	0.47 (6.81)	-0.22 (-2.39)	0.04 (2.87)	-0.02 (-2.02)	0.069 (3.04)	0.58	82
118	0.27 (2.49)	0.66 (19.58)	-0.0 (-0.01)	-0.00 (-0.04)	-0.00 (-0.91)	0.03 (2.58)	0.72	123
119	-0.77 (-2.7)	0.32 (3.21)	-0.09 (-0.75)	0.00 (0.25)	0.01 (0.77)	0.03 (1.41)	0.55	75
120	0.80 (2.38)	0.87 (15.7)	-0.09 (-0.55)	0.07 (5.82)	-0.01 (-1.21)	0.01 (0.25)	0.48	35
122	-0.71 (-3.04)	0.44 (14)	-0.22 (-2.44)	-0.0 (-0.36)	0.00 (0.92)	0.06 (3.21)	0.55	127
224	-1.21 (-14.3)	0.39 (15.7)	-0.01 (-0.38)	0.07 (10)	0.00 (1.66)	0.01 (1.93)	0.69	470
226	-1.54 (-6.38)	0.21 (4.36)	-0.01 (-0.16)	0.00 (0.89)	0.00 (0.39)	0.02 (1.38)	0.70	144
227	-1.19 (-8.4)	0.38 (10)	-0.07 (-1.24)	0.05 (6.0)	0.01 (2.6)	0.03 (2.6)	0.64	327
228	-0.469 (0.02)	0.745 (0.00)	-0.240 (0.00)	0.139 (0.00)	-0.000 (0.94)	0.059 (0.00)	0.730	189.7
329	-1.347 (0.00)	0.391 (0.00)	0.028 (0.80)	0.082 (0.00)	0.043 (0.00)	0.034 (0.21)	0.860	146.7
330	-1.149 (0.00)	0.454 (0.00)	-0.193 (0.01)	0.070 (0.00)	0.004 (0.53)	0.048 (0.00)	0.416	48.85
331	-0.938 (0.00)	0.494 (0.00)	0.017 (0.74)	0.077 (0.00)	0.014 (0.00)	0.013 (0.26)	0.737	404.7
332	-1.301 (0.00)	0.419 (0.00)	-0.127 (0.09)	0.063 (0.00)	0.016 (0.03)	0.039 (0.02)	0.621	117.7
535	-0.52 (-3.60)	0.57 (11.4)	-0.12 (-1.56)	0.12 (5.93)	-0.00 (-0.03)	0.03 (1.97)	0.67	165.9
536	-0.5 (-0.87)	0.31 (1.99)	0.16 (0.47)	-0.08 (-1.29)	0.02 (0.56)	-0.11 (-1.41)	0.42	14.29
537	-0.70 (-3.73)	0.48 (8.67)	-0.14 (-1.40)	0.13 (7.04)	0.00 (0.43)	0.05 (2.12)	0.63	104.4
538	0.24 (1.50)	0.69 (23.1)	-0.30 (-3.79)	0.06 (8.44)	-0.00 (-1.06)	0.07 (3.77)	0.587	140.1

Cuadro 5.16

*Parámetros estimados para el cálculo de las ponderaciones
de los insumos capital y trabajo del índice Translog restringido*

RAMA	α_0	α_K	α_T	β_{KK}	β_{KT}	β_{TT}	R^2	F
111	-1.13 (-5.1)	0.41 (5.2)	0.01 (0.12)	0.0 (0.31)	-0.01 (-0.92)	0.01 (0.52)	0.53	115
539	0.04 (0.17)	0.56 (6.97)	-0.24 (-2.48)	0.06 (3.05)	-0.02 (-2.14)	0.04 (1.83)	0.69	154.0
540	0.18 (1.27)	0.64 (15.1)	-0.12 (-1.82)	0.07 (5.24)	0.00 (1.14)	0.03 (1.91)	0.72	244.8
541	-0.64 (-3.24)	0.46 (10.5)	-0.16 (-1.72)	0.04 (4.62)	0.00 (0.37)	0.05 (2.36)	0.85	278.9
542	-0.79 (-6.96)	0.55 (19.9)	-0.03 (-0.69)	0.06 (10.3)	0.00 (1.24)	0.01 (1.54)	0.69	419.8
643	-0.65 (-4.33)	0.66 (14.0)	-0.10 (-1.42)	0.15 (13.8)	0.00 (0.58)	0.05 (3.03)	0.82	142.0
644	-0.82 (-4.16)	0.47 (8.00)	-0.12 (-1.15)	0.12 (6.68)	-0.00 (-0.40)	0.05 (1.91)	0.73	111.3
645	-0.95 (-6.01)	0.49 (10.2)	-0.08 (-1.17)	0.07 (5.71)	0.01 (2.22)	0.03 (2.28)	0.72	271.8
746	-0.84 (-5.49)	0.40 (9.59)	-0.14 (-1.82)	0.05 (4.25)	0.00 (0.94)	0.04 (2.36)	0.76	383.4
747	-0.02 (-0.07)	0.69 (13.5)	-0.28 (-1.66)	0.10 (8.77)	0.00 (0.70)	0.07 (1.87)	0.58	41.69
848	0.00 (0.01)	0.81 (11.1)	-0.10 (-1.12)	0.13 (10.4)	0.01 (1.20)	0.04 (2.21)	0.67	89.35
849	-0.78 (-2.46)	0.42 (3.72)	-0.07 (-0.62)	0.04 (1.32)	0.03 (2.38)	0.05 (2.00)	0.55	48.18
850	-0.84 (-6.60)	0.56 (19.5)	-0.09 (-1.50)	0.06 (9.37)	0.00 (1.36)	0.03 (2.35)	0.79	392.4
851	-0.51 (-4.48)	0.53 (17.4)	-0.19 (-3.52)	0.06 (8.25)	-0.00 (-0.73)	0.05 (3.89)	0.65	343.2
852	-0.15 (-1.01)	0.64 (16.3)	-0.17 (-2.46)	0.08 (9.22)	-0.00 (-0.80)	0.03 (2.02)	0.75	204.6
853	-0.511 (0.05)	0.721 (0.00)	-0.018 (0.88)	0.130 (0.00)	-0.000 (0.99)	0.017 (0.55)	0.750	51.03
854	0.09 (0.39)	0.63 (8.97)	-0.04 (-0.54)	0.09 (6.89)	0.00 (0.90)	0.03 (1.76)	0.76	195.7
855	-0.58 (-2.53)	0.55 (5.45)	0.01 (0.10)	0.09 (2.66)	0.01 (0.74)	0.00 (0.34)	0.75	112.9
857	-0.68 (-4.78)	0.57 (13.4)	-0.21 (-3.05)	0.11 (9.72)	0.01 (1.34)	0.07 (4.73)	0.80	465.7
858	-1.32 (-3.56)	0.43 (3.02)	0.22 (1.48)	0.07 (2.09)	0.01 (0.66)	-0.03 (-0.91)	0.87	143.9

Cuadro 5.17
Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
RAMA 11							
1984	0.032 (1.043)	0.868 (11.576)	-0.051 (-0.324)	0.003 (0.010)	-0.228 (-2.622)	0.232	37.93
1985	-0.003 (-0.098)	0.880 (11.67)	-0.208 (-1.301)	-0.014 (-0.045)	0.022 (0.254)	0.221	35.73
1986	0.005 (0.187)	0.880 (11.682)	-0.181 (-1.176)	-0.012 (-0.039)	-0.040 (-0.484)	0.221	35.78
1987	-0.008 (-0.281)	0.882 (11.703)	-0.198 (-1.306)	-0.010 (-0.031)	0.061 (0.751)	0.222	35.89
1988	0.014 (0.448)	0.881 (11.710)	-0.219 (-1.437)	-0.023 (-0.071)	-0.097 (-1.168)	0.223	36.15
1989	-0.017 (-0.555)	0.874 (11.614)	-0.131 (-0.832)	0.001 (0.005)	0.121 (1.420)	0.224	36.36
1990	-0.025 (-0.807)	0.873 (11.614)	-0.044 (-0.263)	-0.037 (-0.117)	0.180 (1.952)	0.233	36.94
RAMA 12							
1984	0.003 (0.0819)	0.382 (5.3316)	0.061 (0.5938)	0.040 (0.2835)	-0.035 (0.3297)	0.136	8.980
1985	-0.020 (-0.527)	0.3998 (5.652)	0.0254 (0.251)	0.0243 (0.172)	0.1377 (1.304)	0.143	9.450
1986	-0.006 (-0.164)	0.3854 (5.470)	0.0506 (0.506)	0.0382 (0.270)	0.0335 (0.323)	0.136	8.978
1987	0.0095 (0.241)	(.0000) (5.526)	0.0513 (0.515)	0.0296 (0.209)	-0.076 (-0.740)	0.138	9.110
1988	0.0625 (1.640)	0.4182 (6.184)	-0.017 (-0.176)	-0.011 (-0.082)	-0.434 (-4.320)	0.210	14.45
1989	-0.001 (-0.046)	0.3867 (5.471)	0.0528 (0.522)	0.0363 (0.256)	0.0014 (0.013)	0.135	8.948
1990	-0.053 (-1.402)	0.3782 (5.556)	0.1115 (1.140)	-0.003 (-0.028)	0.3763 (3.697)	0.191	12.98
RAMA 13							
1984	-0.122 (-2.832)	0.612 (6.043)	0.162 (1.660)	0.076 (0.935)	0.824 (7.230)	0.166	27.49
1985	-0.075 (-1.691)	0.607 (5.817)	0.187 (1.859)	0.075 (0.902)	0.496 (4.219)	0.113	18.02

Cuadro 5.17
Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
1986	0.059 (1.332)	0.601 (5.734)	0.248 (2.469)	0.064 (0.768)	-0.442 (-3.759)	0.114	17.01
1987	0.190 (4.869)	0.676 (7.341)	0.237 (2.694)	0.079 (1.078)	-1.364 (-13.20)	0.311	61.05
1988	0.029 (0.645)	0.624 (5.889)	0.217 (2.138)	0.073 (0.859)	-0.232 (-1.950)	0.090	14.17
1989	-0.033 (-0.751)	0.616 (5.818)	0.239 (2.351)	0.076 (0.899)	0.207 (1.740)	0.088	13.95
1990	-0.080 (-1.816)	0.647 (6.193)	0.291 (2.889)	0.053 (0.642)	0.540 (4.527)	0.118	18.76
RAMA 17							
1984	-0.019 (-0.514)	0.728 (8.639)	0.077 (0.588)	0.020 (0.382)	0.120 (1.207)	0.300	32.40
1985	0.023 (0.630)	0.729 (8.682)	0.125 (0.968)	0.024 (0.447)	-0.182 (-1.845)	0.304	33.10
1986	0.029 (0.797)	0.722 (8.637)	0.134 (1.038)	0.023 (0.429)	-0.225 (-2.288)	0.309	33.76
1987	0.016 (0.435)	0.726 (8.626)	0.112 (0.868)	0.021 (0.389)	-0.129 (-1.314)	0.300	32.49
1988	0.029 (0.791)	0.725 (8.672)	0.081 (0.631)	0.023 (0.430)	-0.223 (-2.279)	0.308	33.74
1989	-0.047 (-1.294)	0.719 (8.673)	0.160 (1.252)	0.021 (0.396)	0.320 (3.265)	0.321	35.71
1990	-0.053 (-1.434)	0.735 (8.883)	0.197 (1.522)	0.033 (0.631)	0.350 (3.477)	0.324	36.23
RAMA 18							
1984	0.058 (1.640)	0.534 (8.174)	0.157 (1.345)	-0.023 (-0.746)	-0.368 (-3.962)	0.489	57.92
1985	0.046 (1.285)	0.554 (8.391)	0.120 (1.020)	-0.023 (-0.723)	-0.284 (-3.025)	0.476	54.86
1986	0.019 (0.532)	0.552 (8.208)	0.093 (0.778)	-0.027 (-0.841)	-0.088 (-0.935)	0.457	50.99
1987	0.011 (0.321)	0.554 (8.215)	0.084 (0.707)	-0.027 (-0.839)	-0.034 (-0.364)	0.455	50.65

Cuadro 5.17
Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
1988	0.002 (0.054)	0.552 (8.198)	0.088 (0.735)	-0.026 (-0.814)	0.032 (0.341)	0.455	50.64
1990	-0.046 (-1.281)	0.545 (8.341)	0.134 (1.149)	-0.018 (-0.591)	0.354 (3.828)	0.487	57.43
RAMA 19							
1984	0.019 (0.501)	0.544 (8.654)	0.272 (3.361)	-0.027 (-1.962)	0.001 (0.019)	0.628	128.1
1985	0.028 (0.743)	0.543 (8.636)	0.275 (3.423)	-0.027 (-1.989)	-0.062 (-0.628)	0.629	128.4
1986	0.020 (0.537)	0.544 (8.662)	0.272 (3.385)	-0.027 (-1.963)	-0.007 (-0.080)	0.628	128.1
1987	0.015 (0.392)	0.544 (8.659)	0.273 (3.399)	-0.027 (-1.950)	0.030 (0.304)	0.629	128.1
1988	0.026 (0.673)	0.546 (8.678)	0.268 (3.324)	-0.027 (-1.982)	-0.044 (-0.442)	0.629	128.2
1989	0.020 (0.537)	0.544 (8.662)	0.272 (3.385)	-0.027 (-1.963)	-0.007 (-0.080)	0.628	128.1
1990	0.006 (0.176)	0.541 (8.613)	0.285 (3.506)	-0.029 (-2.079)	0.099 (0.950)	0.630	128.7
RAMA 20							
1984	-0.034 (-0.833)	0.686 (7.638)	0.320 (3.808)	-0.037 (-0.932)	0.295 (2.760)	0.574	61.99
1985	0.013 (0.326)	0.701 (7.645)	0.339 (3.959)	-0.031 (-0.751)	-0.049 (-0.453)	0.556	57.72
1986	-0.012 (-0.288)	0.702 (7.684)	0.333 (3.915)	-0.030 (-0.729)	0.129 (1.194)	0.559	58.42
1987	0.016 (0.389)	0.700 (7.649)	0.334 (3.902)	-0.031 (-0.754)	-0.067 (-0.623)	0.556	57.83
1988	0.044 (1.084)	0.697 (7.734)	0.320 (3.790)	-0.033 (-0.825)	-0.264 (-2.459)	0.570	61.08
1989	-0.012 (-0.288)	0.702 (7.684)	0.333 (3.915)	-0.030 (-0.729)	0.129 (1.194)	0.559	58.42
1990	0.032 (0.765)	0.690 (7.569)	0.329 (3.873)	-0.033 (-0.810)	-0.174 (-1.605)	0.562	59.09

Cuadro 5.17
Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
RAMA 22							
1984	-0.824 (-13.91)	0.437 (9.225)	0.138 (2.236)	-0.053 (-1.998)	0.062 (0.761)	0.274	48.65
1985	-0.832 (-14.24)	0.433 (9.239)	0.116 (1.893)	-0.057 (-2.185)	0.248 (3.018)	0.287	51.61
1986	-0.804 (-13.64)	0.441 (9.344)	0.150 (2.477)	-0.050 (-1.899)	-0.170 (-2.086)	0.280	49.96
1987	-0.781 (-13.19)	0.436 (9.317)	0.148 (2.455)	-0.054 (-2.078)	-0.270 (-3.356)	0.290	52.36
1988	-0.805 (-13.21)	0.435 (9.191)	0.139 (2.268)	-0.052 (-1.970)	-0.066 (-0.813)	0.274	48.68
1989	-0.829 (-13.50)	0.435 (9.193)	0.151 (2.444)	-0.051 (-1.938)	0.051 (0.619)	0.274	48.59
1990	-0.852 (-13.93)	0.438 (9.286)	0.156 (2.562)	-0.049 (-1.862)	0.156 (1.912)	0.279	49.72
RAMA 24							
1984	0.011 (0.854)	0.452 (15.81)	0.247 (5.694)	-0.017 (-1.979)	-0.042 (-1.212)	0.590	363.8
1985	0.001 (0.093)	0.458 (16.04)	0.230 (5.308)	-0.018 (-2.152)	0.030 (0.880)	0.590	363.4
1986	0.005 (0.442)	0.455 (16.00)	0.237 (5.547)	-0.018 (-2.092)	-0.002 (-0.076)	0.589	362.9
1987	0.005 (0.382)	0.455 (16.01)	0.237 (5.561)	-0.018 (-2.092)	0.002 (0.081)	0.589	362.9
1988	0.017 (1.312)	0.460 (16.19)	0.229 (5.358)	-0.019 (-2.198)	-0.080 (-2.372)	0.592	366.4
1989	-0.000 (-0.036)	0.453 (15.90)	0.245 (5.673)	-0.017 (-1.993)	0.039 (1.152)	0.590	363.7
1990	-0.002 (-0.215)	0.452 (15.88)	0.253 (5.785)	-0.017 (-2.030)	0.056 (1.603)	0.590	364.5
RAMA 26							
1984	0.000 (0.034)	0.844 (9.859)	0.038 (0.340)	0.113 (2.898)	-0.053 (-0.803)	0.292	31.29
1985	0.018 (0.763)	0.850 (10.06)	0.081 (0.741)	0.124 (3.206)	-0.178 (-2.774)	0.309	33.81

Cuadro 5.17
***Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout***

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
1986	-0.010 (-0.434)	0.848 (9.911)	0.007 (0.064)	0.107 (2.764)	0.028 (0.443)	0.291	31.13
1987	-0.005 (-0.226)	0.849 (9.922)	0.012 (0.117)	0.109 (2.809)	-0.007 (-0.112)	0.291	31.06
1988	-0.012 (-0.534)	0.847 (9.901)	0.020 (0.188)	0.110 (2.850)	0.044 (0.694)	0.292	31.23
1989	-0.019 (-0.812)	0.846 (9.916)	0.056 (0.495)	0.113 (2.925)	0.090 (1.363)	0.295	31.72
1990	-0.018 (-0.743)	0.855 (9.999)	0.045 (0.408)	0.119 (3.004)	0.077 (1.171)	0.294	31.55
RAMA 27							
1984	-0.028 (-1.476)	0.442 (18.38)	0.327 (11.20)	0.050 (2.667)	0.105 (2.108)	0.468	199.2
1985	-0.025 (-1.290)	0.440 (18.26)	0.330 (11.33)	0.052 (2.748)	0.079 (1.571)	0.467	198.3
1986	-0.023 (-1.223)	0.443 (18.39)	0.331 (11.39)	0.053 (2.794)	0.068 (1.374)	0.466	198.0
1987	-0.008 (-0.423)	0.443 (18.39)	0.333 (11.45)	0.051 (2.687)	-0.037 (-0.741)	0.466	197.4
1988	0.007 (0.409)	0.445 (18.55)	0.328 (11.29)	0.049 (2.582)	-0.146 (-2.939)	0.470	201.2
1989	-0.005 (-0.287)	0.442 (18.33)	0.331 (11.34)	0.050 (2.668)	-0.054 (-1.091)	0.466	197.7
1990	-0.011 (-0.615)	0.442 (18.28)	0.332 (11.39)	0.052 (2.722)	-0.014 (-0.282)	0.465	197.2
RAMA 28							
1984	-0.048 (-1.743)	0.397 (10.54)	0.100 (1.437)	0.000 (0.044)	0.336 (4.701)	0.437	68.77
1985	-0.032 (-1.139)	0.390 (10.12)	0.095 (1.341)	0.001 (0.084)	0.222 (3.017)	0.416	63.28
1986	-0.009 (-0.339)	0.400 (10.27)	0.100 (1.391)	0.003 (0.167)	0.061 (0.828)	0.402	59.72
1987	0.027 (0.982)	0.405 (10.53)	0.100 (1.410)	0.003 (0.159)	-0.200 (-2.746)	0.413	62.62

Cuadro 5.17
Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
1988	0.037 (1.339)	0.400 (10.47)	0.095 (1.350)	6.873 (0.003)	-0.263 (-3.633)	0.423	65.01
1989	0.018 (0.658)	0.396 (10.22)	0.101 (1.408)	0.003 (0.187)	-0.138 (-1.877)	0.407	60.92
1990	0.001 (0.037)	0.401 (10.22)	0.100 (1.397)	0.003 (0.189)	-0.014 (-0.197)	0.401	59.45
RAMA 29							
1984	-0.004 (-0.098)	0.723 (10.36)	-0.180 (-1.936)	-0.000 (-0.022)	0.028 (0.278)	0.778	104.5
1985	-0.035 (-0.886)	0.729 (10.77)	-0.212 (-2.333)	-0.000 (-0.056)	0.248 (2.463)	0.789	111.5
1986	-0.000 (-0.010)	0.721 (10.37)	-0.177 (-1.899)	-0.000 (-0.036)	0.004 (0.043)	0.778	104.4
1987	-0.014 (-0.351)	0.719 (10.41)	-0.176 (-1.921)	-9.314 (-0.000)	0.097 (0.978)	0.779	105.5
1988	0.032 (0.817)	0.735 (10.77)	-0.202 (-2.225)	-0.001 (-0.122)	-0.217 (-2.204)	0.787	110.1
1989	0.011 (0.290)	0.722 (10.44)	-0.185 (-2.000)	-0.000 (-0.038)	-0.080 (-0.789)	0.779	105.1
1990	0.010 (0.253)	0.726 (10.44)	-0.193 (-2.046)	0.001 (0.078)	-0.081 (-0.755)	0.779	105.1
RAMA 30							
1984	-0.008 (-0.390)	0.309 (7.154)	0.212 (3.151)	0.008 (0.433)	0.048 (0.754)	0.305	37.80
1985	-0.031 (-1.403)	0.326 (7.649)	0.165 (2.552)	0.004 (0.259)	0.212 (3.438)	0.328	41.89
1986	-0.006 (-0.262)	0.307 (7.110)	0.226 (3.543)	0.011 (0.610)	0.024 (0.394)	0.304	37.65
1987	0.006 (0.266)	0.307 (7.156)	0.231 (3.661)	0.012 (0.654)	-0.061 (-1.027)	0.306	37.98
1988	0.033 (1.507)	0.319 (7.622)	0.203 (3.289)	0.007 (0.409)	-0.250 (-4.243)	0.339	44.14
1989	-0.002 (-0.088)	0.305 (7.096)	0.228 (3.512)	0.012 (0.618)	-0.003 (-0.064)	0.304	37.59

Cuadro 5.17
***Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout***

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
1989	-0.002 (-0.088)	0.305 (7.096)	0.228 (3.512)	0.012 (0.618)	-0.003 (-0.064)	0.304	37.59
1990	-0.012 (-0.540)	0.296 (6.781)	0.261 (3.672)	0.016 (0.841)	0.065 (0.971)	0.306	37.93
RAMA 31							
1984	0.023 (2.030)	0.424 (8.838)	0.068 (1.787)	-0.079 (-3.672)	-0.143 (-4.541)	0.336	92.22
1985	0.008 (0.746)	0.436 (8.972)	0.040 (1.064)	-0.079 (-3.634)	-0.038 (-1.207)	0.318	85.17
1986	0.007 (0.607)	0.440 (9.058)	0.036 (0.948)	-0.078 (-3.595)	-0.027 (-0.855)	0.317	84.90
1987	0.006 (0.554)	0.440 (9.062)	0.033 (0.888)	-0.078 (-3.601)	-0.022 (-0.716)	0.317	84.82
1988	0.001 (0.115)	0.440 (9.065)	0.033 (0.891)	-0.078 (-3.579)	0.013 (0.443)	0.317	84.70
1989	-0.007 (-0.625)	0.429 (8.836)	0.048 (1.278)	-0.082 (-3.794)	0.077 (2.426)	0.322	86.80
1990	-0.017 (-1.487)	0.426 (8.883)	0.080 (2.083)	-0.077 (-3.624)	0.146 (4.558)	0.336	92.28
RAMA 32							
1984	-0.013 (-0.585)	0.280 (4.762)	0.187 (2.401)	-0.006 (-0.297)	0.102 (1.625)	0.262	32.61
1985	-0.031 (-1.369)	0.289 (4.992)	0.164 (2.159)	-0.006 (-0.318)	0.229 (3.719)	0.284	36.42
1986	0.007 (0.303)	0.269 (4.581)	0.220 (2.893)	-0.005 (-0.258)	-0.045 (-0.731)	0.257	31.90
1987	0.018 (0.785)	0.272 (4.660)	0.218 (2.880)	-0.005 (-0.286)	-0.123 (-2.017)	0.265	33.10
1988	-0.001 (-0.072)	0.269 (4.576)	0.218 (2.852)	-0.005 (-0.260)	0.016 (0.273)	0.256	31.74
1989	0.014 (0.606)	0.276 (4.703)	0.194 (2.521)	-0.006 (-0.301)	-0.094 (-1.506)	0.261	32.49
1990	0.012 (0.511)	0.276 (4.688)	0.194 (2.502)	-0.005 (-0.256)	-0.080 (-1.262)	0.259	32.26

Cuadro 5.17
***Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout***

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
1985	0.010 (0.458)	0.100 (1.842)	0.543 (10.30)	-0.001 (-0.080)	-0.068 (-1.205)	0.418	72.69
1986	0.023 (1.086)	0.089 (1.654)	0.549 (10.50)	-0.003 (-0.163)	-0.161 (-2.859)	0.428	75.60
1987	-0.006 (-0.308)	0.103 (1.906)	0.538 (10.22)	0.000 (0.022)	0.046 (0.814)	0.417	72.35
1988	0.004 (0.193)	0.104 (1.923)	0.536 (10.17)	-0.000 (-0.034)	-0.029 (-0.514)	0.417	72.17
1989	-0.014 (-0.670)	0.090 (1.655)	0.548 (10.39)	0.000 (0.027)	0.101 (1.777)	0.421	73.43
1990	-0.011 (-0.552)	0.093 (1.726)	0.550 (10.38)	-0.010 (-0.466)	0.098 (1.650)	0.420	73.24
RAMA 36							
1984	-0.166	0.567	0.343	0.068	0.454	0.250	8.510
1985	-0.239 (0.13)	0.542 (0.12)	0.309 (0.45)	0.064 (0.22)	1.011 (0.00)	0.298	10.59
1986	-0.211 (0.19)	0.460 (0.20)	0.428 (0.30)	0.070 (0.19)	0.757 (0.04)	0.272	9.444
1987	-0.210 (0.19)	0.407 (0.26)	0.505 (0.23)	0.074 (0.17)	0.706 (0.06)	0.268	9.254
1988	0.033 (0.83)	0.504 (0.15)	0.427 (0.30)	0.069 (0.19)	-0.953 (0.01)	0.293	10.33
1989	0.045 (0.78)	0.500 (0.16)	0.304 (0.46)	0.060 (0.26)	-0.944 (0.01)	0.288	10.13
1990	0.064 (0.69)	0.599 (0.09)	0.228 (0.58)	0.060 (0.25)	-1.076 (0.00)	0.305	10.89
RAMA 37							
1984	0.023 (0.38)	0.344 (0.00)	0.375 (0.00)	-0.031 (0.30)	-0.130 (0.07)	0.382	48.50
1985	0.012 (0.65)	0.359 (0.00)	0.344 (0.00)	-0.034 (0.25)	-0.047 (0.51)	0.376	47.36
1986	0.021 (0.44)	0.361 (0.00)	0.351 (0.00)	-0.033 (0.26)	-0.109 (0.12)	0.380	48.13
1987	0.026 (0.33)	0.354 (0.00)	0.346 (0.00)	-0.036 (0.22)	-0.142 (0.04)	0.383	48.81

Cuadro 5.17
***Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout***

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
1988	-0.000 (0.99)	0.359 (0.00)	0.343 (0.00)	-0.034 (0.25)	0.041 (0.56)	0.376	47.32
1989	-0.023 (0.38)	0.347 (0.00)	0.369 (0.00)	-0.030 (0.31)	0.200 (0.00)	0.391	50.42
1990	-0.022 (0.41)	0.344 (0.00)	0.397 (0.00)	-0.032 (0.29)	0.192 (0.00)	0.389	50.06
RAMA 38							
1984	-0.007 (0.83)	0.523 (0.00)	0.412 (0.00)	0.013 (0.46)	-0.003 (0.97)	0.532	140.4
1985	-0.055 (0.10)	0.559 (0.00)	0.338 (0.01)	0.010 (0.57)	0.349 (0.00)	0.664	0.000
1986	-0.027 (0.42)	0.535 (0.00)	0.392 (0.00)	0.012 (0.50)	0.141 (0.10)	0.535	141.8
1987	0.017 (0.62)	0.520 (0.00)	0.414 (0.00)	0.012 (0.50)	-0.168 (0.05)	0.536	142.4
1988	0.032 (0.34)	0.535 (0.00)	0.384 (0.00)	0.009 (0.60)	-0.269 (0.00)	0.542	145.6
1989	-0.016 (0.63)	0.516 (0.00)	0.424 (0.00)	0.014 (0.44)	0.059 (0.49)	0.533	140.7
1990	0.008 (0.80)	0.542 (0.00)	0.371 (0.01)	0.013 (0.47)	-0.113 (0.21)	0.534	141.2
RAMA 39							
1984	-0.022 (0.42)	0.566 (0.00)	0.430 (0.00)	0.015 (0.53)	0.139 (0.06)	0.531	95.92
1985	-0.036 (0.19)	0.572 (0.00)	0.423 (0.00)	0.015 (0.50)	0.233 (0.00)	0.540	99.42
1986	-0.005 (0.85)	0.565 (0.00)	0.440 (0.00)	0.015 (0.52)	0.017 (0.81)	0.526	94.07
1987	0.018 (0.50)	0.566 (0.00)	0.435 (0.00)	0.013 (0.58)	-0.147 (0.04)	0.531	96.17
1988	0.008 (0.75)	0.564 (0.00)	0.436 (0.00)	0.013 (0.57)	-0.079 (0.28)	0.527	94.64
1989	-0.000 (0.99)	0.565 (0.00)	0.439 (0.00)	0.014 (0.54)	-0.016 (0.82)	0.526	94.07

Cuadro 5.17
***Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout***

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
1990	0.017 (0.53)	0.570 (0.00)	0.441 (0.00)	0.024 (0.32)	-0.150 (0.04)	0.531	96.16
RAMA 40							
1984	0.009 (0.67)	0.398 (0.00)	0.286 (0.00)	-0.031 (0.02)	-0.003 (0.95)	0.473	107.5
1985	-0.003 (0.87)	0.406 (0.00)	0.277 (0.00)	-0.032 (0.02)	0.093 (0.12)	0.459	0.000
1986	0.008 (0.71)	0.399 (0.00)	0.285 (0.00)	-0.031 (0.02)	0.005 (0.92)	0.473	107.5
1987	0.005 (0.79)	0.397 (0.00)	0.285 (0.00)	-0.031 (0.02)	0.024 (0.68)	0.473	107.6
1988	0.030 (0.19)	0.409 (0.00)	0.272 (0.00)	-0.031 (0.02)	-0.144 (0.01)	0.479	110.3
1989	0.018 (0.43)	0.406 (0.00)	0.275 (0.00)	-0.031 (0.02)	-0.059 (0.32)	0.474	108.0
1990	-0.002 (0.90)	0.389 (0.00)	0.303 (0.00)	-0.030 (0.02)	0.084 (0.16)	0.475	108.4
RAMA 41							
1984	0.025 (0.18)	0.517 (0.00)	-0.290 (0.00)	-0.047 (0.02)	-0.122 (0.01)	0.480	58.94
1985	-0.004 (0.81)	0.521 (0.00)	-0.312 (0.00)	-0.051 (0.01)	0.094 (0.06)	0.475	57.80
1986	0.013 (0.50)	0.511 (0.00)	-0.283 (0.00)	-0.050 (0.01)	-0.029 (0.56)	0.468	56.33
1987	0.042 (0.02)	0.493 (0.00)	-0.220 (0.02)	-0.041 (0.03)	-0.243 (0.00)	0.515	67.75
1988	-0.000 (0.98)	0.516 (0.00)	-0.286 (0.00)	-0.048 (0.01)	0.062 (0.22)	0.471	56.89
1989	-0.016 (0.38)	0.486 (0.00)	-0.231 (0.01)	-0.045 (0.02)	0.174 (0.00)	0.491	61.76
1990	-0.000 (0.96)	0.507 (0.00)	-0.265 (0.00)	-0.050 (0.01)	0.068 (0.19)	0.471	56.98
RAMA 42							
1984	0.005 (0.75)	0.426 (0.00)	0.267 (0.00)	-0.010 (0.31)	-0.012 (0.77)	0.533	264.7

Cuadro 5.17
Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
1985	-0.010 (0.54)	0.428 (0.00)	0.254 (0.00)	-0.011 (0.26)	0.096 (0.02)	0.460	0.000
1986	0.009 (0.55)	0.424 (0.00)	0.269 (0.00)	-0.010 (0.30)	-0.044 (0.31)	0.533	265.2
1987	0.007 (0.65)	0.426 (0.00)	0.264 (0.00)	-0.010 (0.29)	-0.027 (0.53)	0.533	264.9
1988	0.015 (0.34)	0.427 (0.00)	0.259 (0.00)	-0.010 (0.28)	-0.085 (0.05)	0.535	266.7
1989	0.000 (0.97)	0.425 (0.00)	0.268 (0.00)	-0.010 (0.31)	0.021 (0.62)	0.533	264.8
1990	-0.004 (0.81)	0.426 (0.00)	0.269 (0.00)	-0.009 (0.31)	0.052 (0.23)	0.534	265.4
RAMA 43							
1984	-0.007 (0.81)	0.209 (0.01)	-0.509 (0.00)	0.013 (0.94)	0.053 (0.54)	0.132	6.861
1985	-0.005 (0.86)	0.205 (0.01)	-0.493 (0.01)	0.017 (0.92)	0.040 (0.64)	0.132	6.816
1986	-0.001 (0.97)	0.211 (0.01)	-0.465 (0.01)	0.020 (0.91)	0.011 (0.89)	0.130	6.759
1987	0.003 (0.91)	0.214 (0.01)	-0.458 (0.01)	0.019 (0.92)	-0.020 (0.80)	0.131	6.771
1988	0.018 (0.55)	0.210 (0.01)	-0.509 (0.00)	0.020 (0.91)	-0.123 (0.13)	0.143	7.423
1989	0.000 (0.99)	0.212 (0.01)	-0.458 (0.01)	0.022 (0.91)	0.002 (0.97)	0.130	6.754
1990	-0.008 (0.78)	0.224 (0.01)	-0.386 (0.06)	0.032 (0.87)	0.065 (0.49)	0.133	6.893
RAMA 44							
1984	0.014 (0.63)	0.795 (0.00)	-0.020 (0.77)	-0.015 (0.14)	-0.007 (0.92)	0.811	218.8
1985	0.014 (0.62)	0.795 (0.00)	-0.019 (0.78)	-0.015 (0.14)	-0.011 (0.87)	0.811	218.8
1986	0.035 (0.23)	0.797 (0.00)	-0.011 (0.86)	-0.014 (0.16)	-0.163 (0.03)	0.816	225.0

Cuadro 5.17
***Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout***

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
1987	0.022 (0.45)	0.798 (0.00)	-0.021 (0.76)	-0.015 (0.13)	-0.064 (0.40)	0.812	219.7
1988	0.026 (0.39)	0.799 (0.00)	-0.028 (0.68)	-0.016 (0.11)	-0.083 (0.27)	0.812	220.4
1989	-0.024 (0.41)	0.771 (0.00)	0.015 (0.82)	-0.011 (0.25)	0.238 (0.00)	0.820	232.4
1990	-0.002 (0.94)	0.804 (0.00)	-0.016 (0.81)	-0.014 (0.17)	0.098 (0.20)	0.813	220.9
RAMA 45							
1984	0.002 (0.90)	0.360 (0.00)	0.151 (0.02)	-0.003 (0.83)	-0.011 (0.84)	0.337	68.55
1985	-0.014 (0.51)	0.354 (0.00)	0.135 (0.04)	-0.011 (0.53)	0.122 (0.03)	0.342	70.20
1986	0.005 (0.79)	0.361 (0.00)	0.150 (0.02)	-0.004 (0.81)	-0.032 (0.57)	0.337	68.65
1987	-0.003 (0.86)	0.360 (0.00)	0.148 (0.02)	-0.004 (0.80)	0.034 (0.54)	0.337	68.67
1988	0.031 (0.15)	0.365 (0.00)	0.123 (0.06)	-0.008 (0.62)	-0.207 (0.00)	0.353	73.53
1989	0.001 (0.96)	0.361 (0.00)	0.148 (0.02)	-0.004 (0.81)	0.000 (0.99)	0.337	68.53
1990	-0.013 (0.54)	0.360 (0.00)	0.166 (0.01)	-0.000 (0.97)	0.097 (0.09)	0.340	69.60
RAMA 46							
1984	-0.011 (0.70)	0.409 (0.00)	0.419 (0.00)	0.009 (0.14)	-0.005 (0.94)	0.681	326.9
1985	-0.036 (0.22)	0.409 (0.00)	0.418 (0.00)	0.009 (0.16)	0.174 (0.02)	0.684	331.0
1986	-0.002 (0.93)	0.408 (0.00)	0.420 (0.00)	0.009 (0.17)	-0.062 (0.41)	0.682	327.4
1987	0.002 (0.93)	0.407 (0.00)	0.419 (0.00)	0.009 (0.17)	-0.096 (0.20)	0.682	328.1
1988	0.021 (0.47)	0.412 (0.00)	0.414 (0.00)	0.007 (0.23)	-0.219 (0.00)	0.686	333.4

Cuadro 5.17
Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
1987	0.002 (0.93)	0.407 (0.00)	0.419 (0.00)	0.009 (0.17)	-0.096 (0.20)	0.682	328.1
1988	0.021 (0.47)	0.412 (0.00)	0.414 (0.00)	0.007 (0.23)	-0.219 (0.00)	0.686	333.4
1989	-0.018 (0.55)	0.410 (0.00)	0.419 (0.00)	0.010 (0.13)	0.039 (0.61)	0.682	327.1
1990	-0.032 (0.26)	0.409 (0.00)	0.419 (0.00)	0.004 (0.52)	0.188 (0.02)	0.684	331.1
RAMA 47							
1984	-0.014 (0.75)	0.470 (0.00)	0.273 (0.05)	-0.005 (0.61)	0.150 (0.19)	0.770	123.2
1985	-0.004 (0.92)	0.445 (0.00)	0.293 (0.03)	-0.005 (0.60)	0.081 (0.48)	0.768	121.9
1986	0.023 (0.59)	0.423 (0.00)	0.324 (0.01)	-0.003 (0.74)	-0.133 (0.24)	0.769	122.8
1987	0.014 (0.74)	0.430 (0.00)	0.314 (0.02)	-0.005 (0.63)	-0.055 (0.62)	0.767	121.6
1988	0.006 (0.88)	0.427 (0.00)	0.315 (0.02)	-0.005 (0.63)	0.001 (0.98)	0.767	121.3
1989	0.031 (0.48)	0.444 (0.00)	0.292 (0.03)	-0.006 (0.56)	-0.163 (0.15)	0.770	123.6
1990	-0.014 (0.75)	0.385 (0.00)	0.363 (0.01)	-0.003 (0.72)	0.138 (0.24)	0.769	122.9
RAMA 48							
1984	-0.006 (0.85)	0.542 (0.00)	0.141 (0.26)	0.040 (0.13)	-0.016 (0.86)	0.494	53.75
1985	-0.024 (0.49)	0.541 (0.00)	0.116 (0.35)	0.039 (0.14)	0.111 (0.25)	0.497	54.39
1986	-0.014 (0.69)	0.542 (0.00)	0.135 (0.28)	0.040 (0.13)	0.036 (0.70)	0.494	53.81
1987	0.000 (0.98)	0.540 (0.00)	0.140 (0.26)	0.039 (0.14)	-0.067 (0.47)	0.495	53.99
1988	0.019 (0.58)	0.541 (0.00)	0.122 (0.32)	0.037 (0.16)	-0.195 (0.03)	0.504	55.91

Cuadro 5.17
Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
1989	-0.013 (0.71)	0.541 (0.00)	0.142 (0.25)	0.040 (0.13)	0.029 (0.75)	0.494	53.78
1990	-0.024 (0.49)	0.541 (0.00)	0.168 (0.18)	0.038 (0.16)	0.115 (0.24)	0.497	54.43
RAMA 49							
1984	-0.024 (0.57)	0.316 (0.00)	0.144 (0.09)	-0.015 (0.32)	0.274 (0.01)	0.508	51.33
1985	0.021 (0.64)	0.321 (0.00)	0.151 (0.08)	-0.014 (0.38)	-0.056 (0.62)	0.493	48.44
1986	0.027 (0.54)	0.318 (0.00)	0.153 (0.07)	-0.015 (0.35)	-0.093 (0.40)	0.494	48.67
1987	0.019 (0.66)	0.318 (0.00)	0.155 (0.07)	-0.014 (0.37)	-0.042 (0.70)	0.492	48.39
1988	0.040 (0.36)	0.319 (0.00)	0.141 (0.10)	-0.015 (0.33)	-0.184 (0.10)	0.499	49.66
1989	0.020 (0.65)	0.318 (0.00)	0.151 (0.08)	-0.015 (0.34)	-0.047 (0.67)	0.493	48.41
1990	-0.007 (0.86)	0.325 (0.00)	0.150 (0.08)	-0.015 (0.34)	0.152 (0.18)	0.497	49.22
RAMA 50							
1984	0.003 (0.85)	0.389 (0.00)	0.273 (0.00)	0.013 (0.54)	-0.040 (0.47)	0.350	72.63
1985	-0.024 (0.22)	0.404 (0.00)	0.210 (0.00)	0.004 (0.82)	0.166 (0.00)	0.361	76.06
1986	0.006 (0.73)	0.387 (0.00)	0.268 (0.00)	0.010 (0.60)	-0.060 (0.26)	0.351	72.91
1987	0.015 (0.45)	0.393 (0.00)	0.255 (0.00)	0.009 (0.66)	-0.118 (0.02)	0.355	74.32
1988	0.018 (0.36)	0.399 (0.00)	0.232 (0.00)	0.008 (0.69)	-0.140 (0.00)	0.358	75.09
1989	-0.010 (0.59)	0.385 (0.00)	0.279 (0.00)	0.012 (0.56)	0.063 (0.25)	0.351	72.93
1990	-0.023 (0.26)	0.380 (0.00)	0.308 (0.00)	0.017 (0.41)	0.142 (0.00)	0.358	75.03

Cuadro 5.17
***Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout***

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
RAMA 51							
1984	-0.010 (0.63)	0.499 (0.00)	0.287 (0.00)	0.008 (0.51)	0.048 (0.37)	0.498	231.7
1985	-0.019 (0.35)	0.499 (0.00)	0.286 (0.00)	0.008 (0.49)	0.112 (0.03)	0.500	233.5
1986	-0.006 (0.75)	0.497 (0.00)	0.290 (0.00)	0.008 (0.52)	0.024 (0.64)	0.497	231.4
1987	0.015 (0.47)	0.497 (0.00)	0.290 (0.00)	0.006 (0.61)	-0.122 (0.02)	0.500	233.9
1988	0.009 (0.63)	0.499 (0.00)	0.287 (0.00)	0.006 (0.60)	-0.086 (0.10)	0.499	232.6
1989	-0.002 (0.90)	0.497 (0.00)	0.291 (0.00)	0.007 (0.53)	-0.002 (0.96)	0.497	231.3
1990	-0.006 (0.75)	0.496 (0.00)	0.292 (0.00)	0.006 (0.65)	0.029 (0.60)	0.497	231.5
RAMA 52							
1984	-0.006 (0.82)	0.505 (0.00)	0.222 (0.00)	-0.047 (0.02)	0.132 (0.06)	0.589	121.2
1985	-0.015 (0.57)	0.501 (0.00)	0.221 (0.00)	-0.055 (0.01)	0.211 (0.00)	0.449	0.000
1986	0.017 (0.53)	0.503 (0.00)	0.242 (0.00)	-0.044 (0.03)	-0.035 (0.61)	0.585	119.2
1987	0.029 (0.27)	0.504 (0.00)	0.242 (0.00)	-0.045 (0.03)	-0.121 (0.08)	0.588	120.9
1988	0.006 (0.82)	0.505 (0.00)	0.241 (0.00)	-0.043 (0.04)	0.040 (0.57)	0.585	119.3
1989	0.023 (0.39)	0.504 (0.00)	0.229 (0.00)	-0.046 (0.03)	-0.077 (0.28)	0.586	119.8
1990	0.033 (0.21)	0.507 (0.00)	0.220 (0.00)	-0.047 (0.02)	-0.147 (0.04)	0.590	121.7
RAMA 53							
1984	0.017 (0.67)	0.797 (0.00)	0.053 (0.81)	0.092 (0.20)	-0.200 (0.11)	0.660	41.38
1985	-0.041 (0.29)	0.843 (0.00)	-0.297 (0.13)	0.058 (0.41)	0.244 (0.03)	0.332	0.000

Cuadro 5.17
Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
1986	0.000 (0.98)	0.846 (0.00)	-0.119 (0.52)	0.091 (0.21)	-0.081 (0.46)	0.652	39.91
1987	-0.017 (0.67)	0.836 (0.00)	-0.142 (0.44)	0.082 (0.26)	0.052 (0.62)	0.650	39.68
1988	0.001 (0.96)	0.842 (0.00)	-0.169 (0.37)	0.078 (0.28)	-0.078 (0.47)	0.652	39.89
1989	-0.012 (0.76)	0.840 (0.00)	-0.131 (0.51)	0.086 (0.25)	0.018 (0.87)	0.649	39.51
1990	-0.013 (0.75)	0.838 (0.00)	-0.122 (0.58)	0.084 (0.25)	0.022 (0.86)	0.649	39.52
RAMA 54							
1984	-0.014 (0.68)	0.799 (0.00)	0.241 (0.00)	0.045 (0.00)	-0.135 (0.14)	0.774	269.7
1985	-0.021 (0.55)	0.795 (0.00)	0.243 (0.00)	0.046 (0.00)	-0.094 (0.30)	0.773	268.5
1986	-0.055 (0.12)	0.791 (0.00)	0.244 (0.00)	0.046 (0.00)	0.146 (0.11)	0.774	270.1
1987	-0.013 (0.70)	0.797 (0.00)	0.243 (0.00)	0.044 (0.00)	-0.142 (0.12)	0.774	270.0
1988	-0.038 (0.29)	0.794 (0.00)	0.245 (0.00)	0.045 (0.00)	0.023 (0.79)	0.773	267.4
1989	-0.054 (0.13)	0.797 (0.00)	0.246 (0.00)	0.046 (0.00)	0.131 (0.15)	0.774	269.6
1990	-0.044 (0.21)	0.799 (0.00)	0.240 (0.00)	0.044 (0.00)	0.078 (0.42)	0.773	268.1
RAMA 55							
1984	-0.000 (0.97)	0.448 (0.00)	0.099 (0.54)	0.007 (0.82)	0.000 (0.99)	0.368	28.47
1985	0.005 (0.85)	0.447 (0.00)	0.114 (0.47)	0.011 (0.72)	-0.046 (0.54)	0.370	28.62
1986	0.000 (0.99)	0.447 (0.00)	0.102 (0.52)	0.007 (0.81)	-0.008 (0.91)	0.368	28.48
1987	-0.007 (0.78)	0.452 (0.00)	0.095 (0.55)	0.007 (0.81)	0.048 (0.52)	0.370	28.64

Cuadro 5.17
***Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout***

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
1988	-0.000 (0.99)	0.448 (0.00)	0.099 (0.53)	0.007 (0.82)	-0.004 (0.94)	0.368	28.47
1989	0.007 (0.79)	0.452 (0.00)	0.076 (0.64)	0.003 (0.91)	-0.056 (0.46)	0.370	28.69
1990	-0.011 (0.68)	0.442 (0.00)	0.146 (0.38)	0.014 (0.66)	0.070 (0.37)	0.371	28.80
RAMA 56							
1984	0.016 (0.83)	1.728 (0.00)	-0.547 (0.30)	-0.653 (0.65)	-0.161 (0.47)	0.379	11.53
1985	0.062 (0.40)	1.872 (0.00)	-0.416 (0.39)	-0.451 (0.74)	-0.466 (0.02)	0.423	13.64
1986	0.044 (0.55)	1.710 (0.00)	-0.657 (0.17)	-0.151 (0.91)	-0.324 (0.10)	0.399	12.45
1987	0.021 (0.78)	1.665 (0.00)	-0.754 (0.13)	-0.090 (0.95)	-0.158 (0.47)	0.379	11.53
1988	-0.047 (0.54)	1.834 (0.00)	-0.541 (0.27)	-0.640 (0.65)	0.286 (0.16)	0.392	12.16
1989	-0.058 (0.43)	1.643 (0.00)	-0.566 (0.24)	-0.188 (0.89)	0.395 (0.05)	0.408	12.93
1990	-0.070 (0.35)	1.436 (0.00)	-0.584 (0.22)	0.002 (0.99)	0.495 (0.02)	0.419	13.44
RAMA 57							
1984	-0.012 (0.65)	0.635 (0.00)	0.339 (0.00)	0.058 (0.00)	-0.075 (0.30)	0.553	178.4
1985	-0.019 (0.49)	0.637 (0.00)	0.336 (0.00)	0.059 (0.00)	-0.033 (0.64)	0.606	0.000
1986	0.004 (0.87)	0.632 (0.00)	0.341 (0.00)	0.055 (0.00)	-0.189 (0.00)	0.558	181.7
1987	0.010 (0.70)	0.630 (0.00)	0.337 (0.00)	0.056 (0.00)	-0.233 (0.00)	0.561	183.7
1988	-0.004 (0.86)	0.640 (0.00)	0.333 (0.00)	0.057 (0.00)	-0.126 (0.08)	0.555	179.5
1989	-0.077 (0.00)	0.625 (0.00)	0.350 (0.00)	0.063 (0.00)	0.364 (0.00)	0.572	192.6

Cuadro 5.17
***Parámetros de las funciones de producción estimadas con
el método propuesto por Tybout***

	C	HT	LK	KHT	DU	R ²	F
1990	-0.060 (0.02)	0.617 (0.00)	0.345 (0.00)	0.034 (0.04)	0.331 (0.00)	0.567	188.5
RAMA 58							
1984	0.013 (0.80)	0.520 (0.00)	0.323 (0.00)	-0.000 (0.96)	-0.090 (0.53)	0.793	100.8
1985	0.004 (0.93)	0.516 (0.00)	0.324 (0.00)	-0.000 (0.97)	-0.029 (0.83)	0.510	0.000
1986	0.016 (0.75)	0.519 (0.00)	0.324 (0.00)	-0.000 (0.95)	-0.113 (0.42)	0.793	101.1
1987	-0.043 (0.42)	0.515 (0.00)	0.324 (0.00)	0.000 (0.95)	0.296 (0.03)	0.801	106.0
1988	0.011 (0.83)	0.516 (0.00)	0.325 (0.00)	-0.000 (0.94)	-0.074 (0.60)	0.793	100.7
1989	-0.009 (0.87)	0.519 (0.00)	0.325 (0.00)	-0.000 (0.98)	0.065 (0.65)	0.793	100.6
1990	0.008 (0.87)	0.512 (0.00)	0.328 (0.00)	0.000 (0.99)	-0.059 (0.68)	0.792	100.6

Cuadro 5.18
Evaluación Econométrica del modelo Translog no restringido

RAMA	HETEROSCEDASTICIDAD		FORMA FUNCIONAL		NORMALIDAD
	AMEMIYA	POISSON	RESET (1)	RESET (2)	JARQUE-BERA
111	F=6.067 (0.014)	F=7.480 (0.006)	F=42.20 (0.000)	F=23.70 (0.000)	108.08 (3.38E-24)
112	F=4.370 (0.037)	F=2.911 (0.089)	F=2.084 (0.150)	F=1.038 (0.355)	61.34 (4.78E) s=-0.8 k=5.1
113	F=9.919 (0.001)	F=11.58 (0.000)	F=39.87 (0.000)	F=22.73 (0.000)	134.13) (7.45E-30 s=
117	0.154 (0.694)	0.019 (0.889)	6.485 (0.011)	F=4.061 (0.018)	278.6 (0.000) s=-1.3 k=7.0
118	159.7 (0.000)	F=182.9 (0.000)	F=40.90 (0.000)	F=20.60 (0.000)	3.911 (0.141) s=-0.2 k=2.7
119	F=1.727 (0.189)	F=1.291 (0.256)	F=1.578 (0.209)	F=2.451 (0.087)	6.727 (0.034) s=0.16 k=3.6
120	F=4.873 (0.028)	F=5.939 (0.015)	F=4.019 (0.046)	F=12.70 (0.000)	1.055 (0.589) s=-0.1 k=2.6
122	F=19.96 (0.000)	F=16.97 (0.000)	F=4.288 (0.038)	F=4.055 (0.017)	380.7 (0.00) s=-1.0 k=6.7
224	F=7.749 (0.005)	F=5.520 (0.018)	F=3.090 (0.079)	F=11.27 (0.000)	32.48 (8.83E-08) s=-0.2 k=3.6
226	F=0.000 (0.991)	F=0.054 (0.815)	F=2.837 (0.093)	F=7.123 (0.000)	87.61 (9.42E) s=-0.5 k=5.3
227	F=3.845 (0.050)	F=4.047 (0.044)	F=1.195 (0.274)	F=1.063 (0.345)	633.2 (0.000) s=-0.7 k=5.9
228	F=7.925 (0.005)	F=8.470 (0.003)	F=5.760 (0.016)	F=10.26 (0.000)	44.55 (2.12E) s=-0.6 k=4.2
329	F=24.61 (0.000)	F=37.24 (0.000)	F=29.00 (0.000)	F=22.50 (0.000)	5.5922 (0.06) s=

Cuadro 5.18
Evaluación Econométrica del modelo Translog no restringido

RAMA	HETEROSCEDASTICIDAD		FORMA FUNCIONAL		NORMALIDAD
	AMEMIYA	POISSON	RESET (1)	RESET (2)	JARQUE-BERA
330	F=1.026 (0.311)	F=1.267 (0.261)	F=9.122 (0.002)	F=4.801 (0.008)	74.40 (6.98E) s=-0.8 k=4.5
431	F=2.206 (0.137)	F=3.914 (0.048)	F=33.67 (0.000)	F=43.47 (0.000)	7.346 (0.025) s=-0.2 k=3.2
432	F=0.135 (0.712)	F=0.178 (0.673)	F=1.092 (0.296)	F=0.630 (0.533)	101.0 (1.15E) s=-0.6 k=5.3
535	F=9.291 (0.002)	F=7.784 (0.005)	F=8.813 (0.003)	F=8.867 (0.000)	306.3 (0.000) s=-1.1 k=6.6
536	F=0.678 (0.412)	F=0.203 (0.652)	F=3.799 (0.054)	F=2.383 (0.098)	32.27 (1.61E) s=-1.2 k=4.5
537	F=25.47 (0.000)	F=20.24 (0.000)	F=25.38 (0.000)	F=13.70 (0.000)	0.381 (0.826) s=-0.0 k=3.1
538	F=0.727 (0.394)	F=1.420 (0.233)	F=4.541 (0.033)	F=23.89 (0.000)	1100. (0.000) s=-1.6 k=12.
539	F=0.014 (0.903)	F=0.031 (0.858)	F=7.929 (0.005)	F=7.371 (0.000)	15.08 (0.000) s=-0.5 k=3.1
540	F=1.271 (0.260)	F=1.461 (0.227)	F=0.358 (0.549)	F=9.396 (0.000)	99.33 (2.69E) s=-0.6 k=4.7
541	F=0.756 (0.385)	F=0.371 (0.542)	F=38.22 (0.000)	F=19.11 (0.000)	3.414 (0.181) s=-0.2 k=2.9
542	F=0.941 (0.332)	F=1.963 (0.161)	F=2.099 (0.147)	F=21.15 (0.000)	178.5 (0.000) s=-0.2 k=5.0
643	F=21.32 (0.000)	F=24.31 (0.000)	F=0.775 (0.380)	F=6.720 (0.001)	5.429 (0.066) s=-0.3 k=3.5
644	F=34.26 (0.000)	F=38.19 (0.000)	F=0.909 (0.341)	F=2.604 (0.076)	8.440 (0.014) s=-0.2 k=3.8

Cuadro 5.18***Evaluación Econométrica del modelo Translog no restringido***

RAMA	HETEROSCEDASTICIDAD		FORMA FUNCIONAL		NORMALIDAD
	AMEMIYA	POISSON	RESET (1)	RESET (2)	JARQUE-BERA
645	F=0.026 (0.869)	F=0.247 (0.618)	F=20.97 (0.000)	F=10.72 (0.000)	29.13 (4.71E) s=-0.5 k=3.4
646	F=0.103 (0.748)	F=1.373 (0.241)	F=16.89 (0.000)	F=29.66 (0.000)	26.76 (1.54E) s=-0.4 k=3.5
747	F=0.069 (0.792)	F=0.216 (0.642)	F=9.381 (0.002)	F=11.71 (0.000)	0.838 (0.657) s=0.03 k=0.36
848	F=9.979 (0.001)	F=13.03 (0.000)	F=0.965 (0.327)	F=0.705 (0.495)	5.145 (0.076) s=-0.3 k=2.9
849	F=0.042 (0.837)	F=0.259 (0.611)	F=0.164 (0.685)	F=2.711 (0.069)	12.49 (0.001) s=-0.5 k=3.7
850	F=6.920 (0.008)	F=3.692 (0.055)	F=0.280 (0.596)	F=1.679 (0.187)	14.52 (0.000) s=-0.2 k=3.5
851	F=0.216 (0.641)	F=0.181 (0.670)	F=0.136 (0.711)	F=7.939 (0.000)	21.65 (1.99E) s=-0.2 k=3.6
852	F=0.441 (0.506)	F=0.440 (0.507)	F=1.336 (0.248)	F=9.323 (0.000)	154.6 (2.65E) s=-0.7 k=5.9
853	F=10.63 (0.001)	F=10.94 (0.001)	F=6.078 (0.015)	F=3.079 (0.051)	3.780 (0.151) s=-0.5 k=2.7
854	F=10.75 (0.001)	F=20.24 (0.000)	F=3.232 (0.073)	F=29.65 (0.000)	0.593 (0.743) s=-0.0 k=2.9
855	F=0.184 (0.667)	F=0.039 (0.842)	F=1.188 (0.277)	F=4.168 (0.016)	1.655 (0.437) s=-0.2 k=2.8
857	F=8.858 (0.003)	F=7.647 (0.005)	F=29.09 (0.000)	F=14.76 (0.000)	268.3 (0.000) s=0.06 k=6.35
858	F=10.76 (0.001)	F=7.884 (0.005)	F=12.42 (0.000)	F=6.333 (0.002)	25.40 (3.05E) s=-0.8 k=4.6

Cuadro 5.19

Evaluación Econométrica del modelo Translog restringido

RAMA	HETEROSCEDASTICIDAD		FORMA FUNCIONAL		NORMALIDAD
	AMEMIYA	POISSON	RESET(1)	RESET(2)	JARQUE-BERA
111	F = 3.687 (0.055)	F = 4.043 (0.044)	F = 41.56(0.000)	F = 24.67 (0.000)	119.66 1.04E-26
112	F = 3.955 (0.048)	F = 2.590 (0.109)	F = 2.175 (0.141)	F = 1.116 (0.329)	62.9580 (2.13E) S=-0.8 k= 5.1
113	F = 10.23 (0.001)	F = 11.74 (0.000)	F = 38.61 (0.000)	F = 22.03 (0.000)	132.56 1.64E-29
117	F = 0.034 (0.851)	F = 0.002 (0.961)	F = 3.980 (0.046)	F = 4.349 (0.013)	282.682 (0.000) S=-1.3 k= 7.0
118	F = 102.1 (0.000)	F = 82.89 (0.000)	F = 112.5 (0.000)	F = 61.22 (0.000)	12.1721 (0.002) S= 0.37 k= 2.19
119	F = 3.427 (0.065)	F = 3.527 (0.061)	F = 5.593 (0.019)	F = 14.79 (0.000)	5.37 (0.06) S =0.04 k= 5.35
120	F = 3.427 (0.065)	F = 3.527 (0.061)	F = 5.593 (0.019)	F = 14.79 (0.000)	0.84419 (0.655) S =-0.0 k= 2.7
122	F = 16.35 (0.000)	F = 11.20 (0.000)	F = 24.15 (0.000)	F = 12.82 (0.000)	386.332 (0.000) S = -1.0 k= 6.7
224	F = 13.85 (0.000)	F = 23.60 (0.000)	F = 53.75 (0.000)	F = 30.29 (0.000)	32.4848 (8.83E) S =-0.2 k =3.6
226	F = 0.007 (0.931)	F = 0.186 (0.665)	F = 1.316 (0.252)	F = 5.786 (0.003)	84.6174 (4.22E) S =-0.5 k= 5.3
227	F = 8.773 (0.003)	F = 14.72 (0.000)	F = 3.205 (0.073)	F = 5.114 (0.006)	403.268 (0.000) S =-0.7 k= 5.9
228	F = 11.82 (0.000)	F = 10.84 (0.001)	F = 0.571 (0.450)	F = 1.395 (0.249)	50.5660 (1.05E) S =-0.6 k= 4.2
329	F = 0.341 (0.559)	F = 0.702 (0.402)	F = 17.92 (0.000)	F = 9.268 (0.000)	226.9 (0.0) S =2.37 k=7.81

Cuadro 5.19

Evaluación Econométrica del modelo Translog restringido

RAMA	HETEROSCEDASTICIDAD		FORMA FUNCIONAL		NORMALIDAD
	AMEMIYA	POISSON	RESET(1)	RESET(2)	JARQUE-BERA
330	F = 0.341 (0.559)	F = 0.702 (0.402)	F = 17.92 (0.000)	F = 9.268 (0.000)	64.9777 (7.77E) S = -0.7 k = 4.4
431	F = 1.265 (0.261)	F = 0.300 (0.583)	F = 62.15 (0.000)	F = 95.11 (0.000)	7.34692 (0.025) S = -0.2 k = 3.2
432	F = 0.237 (0.626)	F = 3.141 (0.077)	F = 5.894 (0.015)	F = 4.439 (0.012)	67.7797 (1.91E) S = -0.5 k = 4.8
535	F = 9.675 (0.002)	F = 7.825 (0.005)	F = 13.05 (0.000)	F = 7.722 (0.000)	317.940 (0.000) S = -1.1 k = 6.6
536	F = 0.531 (0.467)	F = 0.261 (0.610)	F = 7.881 (0.006)	F = 5.089 (0.008)	32.2798 (9.78E) S = -1.2 k = 4.5
537	F = 23.32 (0.000)	F = 17.03 (0.000)	F = 34.77 (0.000)	F = 17.36 (0.000)	1.24416 (0.536) S = -0.1 k = 3.2
538	F = 0.555 (0.456)	F = 0.878 (0.349)	F = 35.15 (0.000)	F = 19.13 (0.000)	1969.12 (0.000) S = -1.6 k = 12.
539	F = 0.301 (0.583)	F = 0.081 (0.775)	F = 5.379 (0.020)	F = 4.000 (0.019)	17.1851 (0.000) S = -0.5 k = 3.1
540	F = 0.393 (0.530)	F = 1.162 (0.281)	F = 5.939 (0.015)	F = 5.012 (0.007)	183.245 (0.000) S = -0.7 k = 5.6
541	F = 0.031 (0.860)	F = 0.007 (0.931)	F = 5.933 (0.015)	F = 10.10 (0.000)	4.34283 (0.114) S = -0.3 k = 2.9
542	F = 0.086 (0.768)	F = 0.048 (0.825)	F = 65.49(0.000)	F = 33.11 (0.000)	166.822 (5.96E) S = -0.3 k = 4.9
643	F = 10.43 (0.001)	F = 8.517 (0.004)	F = 0.313 (0.576)	F = 1.579 (0.209)	7.10271 (0.028) S = -0.3 k = 3.6
644	F = 14.29 (0.000)	F = 8.542 (0.003)	F = 10.88 (0.001)	F = 8.808 (0.000)	19.1090 (7.09E) S = -0.1 k = 4.4

Cuadro 5.19***Evaluación Econométrica del modelo Translog restringido***

RAMA	HETEROSCEDASTICIDAD		FORMA FUNCIONAL		NORMALIDAD
	AMEMIYA	POISSON	RESET(1)	RESET(2)	JARQUE-BERA
645	F = 0.053 (0.817)	F = 0.020 (0.886)	F = 3.790 (0.052)	F = 5.094 (0.006)	39.9111 (2.15E) S = -0.5 k = 3.6
746	F = 0.035 (0.849)	F = 0.156 (0.692)	F = 0.829 (0.362)	F = 4.666 (0.009)	98.2804 (4.56E) S = -0.7 k = 4.1
747	F = 1.114 (0.292)	F = 1.967 (0.162)	F = 27.87 (0.000)	F = 15.75 (0.000)	2.15013 (0.341) S = -0.1 k = 3.5
848	F = 2.289 (0.131)	F = 0.366 (0.545)	F = 4.882 (0.028)	F = 6.022 (0.002)	6.62745 (0.036) S = -0.2 k = 3.6
849	F = 3.625 (0.058)	F = 3.606 (0.059)	F = 19.43 (0.000)	F = 11.39 (0.000)	85.29 (3.00E-19) S = -1.1 k = 5.3
850	F = 8.141 (0.004)	F = 6.365 (0.011)	F = 13.99 (0.000)	F = 9.373 (0.000)	23.3675 (8.43E) S = -0.4 k = 3.6
851	F = 5.83E (0.998)	F = 0.038 (0.844)	F = 16.95 (0.000)	F = 8.907 (0.000)	31.0051 (1.85E) S = -0.2 k = 3.7
852	F = 0.204 (0.651)	F = 0.207 (0.649)	F = 9.793 (0.001)	F = 6.586 (0.001)	209.885 (0.000) S = -0.8 k = 6.4
853	F = 5.790 (0.018)	F = 3.424 (0.067)	F = 2.621 (0.109)	F = 2.305 (0.106)	4.24489 (0.119) S = -0.5 k = 2.8
854	F = 0.015 (0.900)	F = 0.001 (0.967)	F = 0.547 (0.460)	F = 4.718 (0.009)	3.02579 (0.220) S = 0.01 k = 3.47
855	F = 2.348 (0.127)	F = 2.765 (0.097)	F = 1.159 (0.283)	F = 2.608 (0.076)	3.29339 (0.192) S = -0.3 k = 3.1
857	F = 9.585 (0.002)	F = 7.958 (0.004)	F = 15.76 (0.000)	F = 8.117 (0.000)	274.339 (0.000) S = 0.07 k = 6.38
858	F = 10.76 (0.001)	F = 7.884 (0.005)	F = 12.42 (0.000)	F = 6.333 (0.002)	25.4037 (3.05) S = -0.8 k = 4.6

Cuadro 5.20
Evaluación econométrica del modelo función de producción Translog:
método de Tybout

RAMA	HETEROSCEDASTICIDAD		FORMA FUNCIONAL		NORMALIDAD
	AMEMIYA	POISSON	RESET (1)	RESET (2)	JARQUE-BERA
111	0.430 (0.511)	0.027 (0.869)	0.062 (0.802)	0.031 (0.968)	2440.52 (0.000) S=-1.7 K=13.3
112	0.018 (0.892)	1.099 (0.295)	0.282 (0.596)	0.800 (0.450)	284.77 (0.000) S=1.1 K=8.3
113	0.881 (0.348)	0.472 (0.492)	0.026 (0.871)	0.672 (0.510)	591.96 (0.000) S=-1.5 K=7.2
117	0.336 (0.562)	0.094 (0.759)	0.025 (0.872)	1.052 (0.350)	240.06 (0.000) S=-0.6 K=7.2
118	2.850 (0.092)	1.197 (0.274)	12.05 (0.000)	6.360 (0.002)	7.1218 (0.028) S=-0.1 K=3.7
119	17.88 (0.000)	4.260 (0.039)	0.231 (0.630)	0.334 (0.715)	56.657 (4.98E) S=0.2 K=5.0
120	0.280 (0.597)	0.250 (0.617)	2.216 (0.112)	2.216 (0.112)	246.37 (0.000) S=-0.5 K=8.5
122	0.126 (0.722)	0.026 (0.871)	3.093 (0.079)	2.407 (0.091)	1027.0 (0.000) S=-0.9 K=9.7
224	0.120 (0.728)	0.190 (0.662)	8.721 (0.003)	4.401 (0.012)	289.89 (0.000) S=-0.1 K=5.6
226	18.17 (0.000)	12.98 (0.000)	3.794 (0.052)	11.08 (0.000)	510.62 (0.000) S=-0.7 K=9.2
227	6.272 (0.012)	1.684 (0.194)	1.682 (0.194)	0.932 (0.394)	493.49 (0.000) S=-0.59 K=6.42
228	0.462 (0.496)	0.267 (0.605)	5.645 (0.018)	3.359 (0.035)	125.17 (6.60E) S=-0.58 K=5.68
329	5.843 (0.016)	0.038 (0.844)	4.291 (0.039)	3.346 (0.036)	4.10 (0.12) S=-0.09 K=3.90

Cuadro 5.20
Evaluación econométrica del modelo función de producción Translog:
método de Tybout

RAMA	HETEROSCEDASTICIDAD		FORMA FUNCIONAL		NORMALIDAD
	AMEMIYA	POISSON	RESET (1)	RESET (2)	JARQUE-BERA
330	5.843 (0.016)	0.038 (0.844)	4.291 (0.039)	3.346 (0.036)	292.58 (0.000) S=-0.80 K=7.281
431	4.867 (0.027)	0.572 (0.449)	1.354 (0.244)	1.058 (0.347)	753.76 (0.000) S=-0.78 K=7.754
432	1.720 (0.190)	2.640 (0.105)	3.579 (0.059)	5.245 (0.005)	1196.2 (0.000) S=-1.53 K=11.42
535	2.376 (0.123)	0.572 (0.449)	1.893 (0.169)	0.947 (0.388)	3632.4 (0.000) S=-1.21 K=17.57
536	0.300 (0.585)	5.473 (0.021)	0.146 (0.702)	0.435 (0.648)	34.061 (4.02E) S=-1.10 K=5.015
537	0.081 (0.776)	3.218 (0.073)	0.004 (0.948)	0.073 (0.929)	155.40 (1.80E) S=-0.24 K=6.444
538	0.303 (0.581)	0.182 (0.669)	4.578 (0.032)	2.486 (0.084)	8066.2 (0.000) S=-2.4 K=22
539	0.031 (0.859)	0.873 (0.350)	0.959 (0.328)	1.275 (0.280)	132.54 (1.66E) S=-0.03 K=6
540	0.672 (0.412)	5.771 (0.016)	0.014 (0.904)	0.210 (0.810)	1408.4 (0.000) S=-0.9 K=11
541	4.920 (0.027)	1.476 (0.225)	3.947 (0.048)	1.991 (0.138)	41.365 (1.04E) S=-0.3 K=4.8
542	8.412 (0.003)	5.439 (0.019)	0.672 (0.412)	6.885 (0.001)	2335.0 (0.000) S=-1 K=10
643	0.084 (0.771)	0.028 (0.865)	0.000 (0.977)	0.317 (0.728)	35.674 (1.79E) S=0.16 K=5.3
644	10.17 (0.001)	2.054 (0.153)	0.659 (0.417)	0.369 (0.691)	279.64 (0.000) S=-1.1 K=8
645	0.009 (0.922)	3.089 (0.079)	0.045 (0.831)	0.319 (0.726)	95.808 (1.57E) S=-0.2 K=5

Cuadro 5.20
Evaluación econométrica del modelo función de producción Translog:
método de Tybout

RAMA	HETEROSCEDASTICIDAD		FORMA FUNCIONAL		NORMALIDAD
	AMEMIYA	POISSON	RESET (1)	RESET (2)	JARQUE-BERA
746	6.753 (0.009)	0.110 (0.739)	1.978 (0.160)	2.373 (0.094)	454.81 (0.000) S=-0.7 K=7
747	0.035 (0.850)	3.821 (0.052)	2.423 (0.121)	3.501 (0.032)	20.117 (4.28E) S=-0.3 K=4.7
848	0.700 (0.403)	0.059 (0.807)	0.023 (0.877)	0.133 (0.874)	365.58 (0.000) S=-0.09 K=9
849	1.207 (0.273)	2.38E (0.996)	0.989 (0.321)	3.751 (0.025)	47.110 (5.89E) S=-0.3 K=5.3
850	1.410 (0.235)	1.224 (0.268)	0.052 (0.819)	0.454 (0.635)	169.60 (1.48E) S=-0.5 K=5.5
851	38.15 (0.000)	3.794 (0.051)	20.19 (0.000)	10.46 (0.000)	388.01 (0.000) S=-0.2 K=6
852	1.057 (0.304)	2.192 (0.139)	10.07 (0.001)	5.342 (0.005)	383.19 (0.000) S=-0.4 K=8
853	0.273 (0.602)	0.808 (0.371)	0.397 (0.530)	0.327 (0.721)	11.855 (0.002) S=-0.7 K=4
854	0.318 (0.572)	0.917 (0.338)	4.361 (0.037)	3.086 (0.047)	927.91 (0.000) S=-0.8 K=11
855	0.459 (0.498)	0.839 (0.360)	0.393 (0.531)	0.397 (0.672)	15.808 (0.000) S=0.01 K=4.4
856	1.254 (0.266)	0.281 (0.597)	0.097 (0.756)	0.277 (0.758)	15.637 (0.000) S=-0.7 K=5
857	2.600 (0.107)	2.967 (0.085)	10.48 (0.001)	6.190 (0.002)	543.98 (0.000) S=-0.4 K=7
858	0.848 (0.359)	0.000 (0.985)	3.590 (0.061)	2.850 (0.062)	9.5620 (0.008) S=-0.45 K=4.1

Cuadro 5.21

*Indices de la PTF y el cambio tecnológico de la industria manufacturera mexicana
(1984-1990)*

	KENDRICK	KEND.C. BASE	SOLOW	TRANSLOG NO REST.	TRANSLOG REST.	TYBOUT	IND. TRANSLOG
Rama 11 productos cárnicos y lácteos							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	97,93	97,93	97,48	93,66	95,21	128,40	99,44
1986	128,17	127,91	121,63	119,02	121,67	120,68	130,36
1987	125,87	125,78	119,51	115,20	117,48	133,51	128,76
1988	121,85	122,26	116,06	106,77	110,10	114,00	126,27
1989	153,22	154,68	142,00	128,93	134,39	141,76	160,72
1990	199,46	202,98	176,65	162,58	171,78	150,38	214,40
Rama 12 envasado de frutas y legumbres							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	124,97	124,97	120,88	124,85	124,88	118,85	127,14
1986	125,79	126,41	123,45	124,49	124,68	107,09	130,33
1987	122,25	124,50	122,07	120,75	121,08	95,98	129,70
1988	122,52	127,34	125,45	120,12	120,73	67,10	134,79
1989	158,59	167,91	156,59	158,56	159,53	103,71	178,28
1990	219,66	235,22	203,02	217,03	218,99	150,88	250,33
Rama 13 molienda de trigo y sus prods.							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	84,25	84,25	81,22	84,62	84,98	72,03	85,57
1986	61,84	61,86	50,06	62,30	62,25	28,17	61,21
1987	37,77	38,21	17,87	37,69	38,00	11,20	39,11
1988	66,17	67,31	26,03	66,14	66,59	34,76	69,18
1989	87,77	90,07	32,88	86,65	87,84	53,93	93,44
1990	117,51	120,94	42,36	117,35	117,80	75,30	126,08
Rama 17 aceites y grasa vegetales comestibles							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	89,00	89,00	87,82	84,67	86,60	73,83	90,43
1986	87,61	87,67	86,45	81,42	83,75	70,75	89,03
1987	104,25	104,51	100,69	92,03	96,27	77,85	106,56
1988	92,81	93,08	87,81	80,00	83,88	70,88	95,59
1989	120,56	120,94	109,17	103,39	107,55	122,13	123,97
1990	145,98	146,17	129,54	122,61	126,72	125,82	150,16

Cuadro 5.21
Indices de la PTF y el cambio tecnológico de la industria manufacturera mexicana
(1984-1990)

	KENDRICK	KEND.C. BASE	SOLOW	TRANSLOG NO REST.	TRANSLOG REST.	TYBOUT	IND. TRANSLOG
Rama 18 alimentos para animales							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	122,30	122,30	119,30	114,67	119,31	108,79	123,55
1986	128,19	128,17	125,13	125,56	125,38	132,26	129,44
1987	142,90	142,99	139,04	142,75	138,97	139,63	144,63
1988	156,50	156,69	152,20	160,90	151,82	149,35	158,61
1989	211,81	211,98	195,19	230,86	207,15	206,09	214,55
1990	212,24	212,40	195,61	245,14	209,24	219,76	214,72
Rama 19 otros productos alimenticios							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	114,73	114,73	113,69	115,71	113,44	93,76	112,99
1986	134,88	134,95	131,83	132,35	130,41	99,01	133,49
1987	151,42	151,68	147,38	148,79	145,40	102,86	150,33
1988	173,08	174,25	168,35	158,16	158,14	95,50	174,07
1989	189,24	193,61	187,70	158,35	164,00	99,01	196,96
1990	210,67	216,78	209,33	172,06	180,12	110,19	218,40
Rama 20 bebidas alcohólicas							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	93,21	93,21	92,61	93,93	92,82	70,80	92,64
1986	107,63	107,58	105,67	108,10	106,52	84,69	106,98
1987	104,48	104,34	102,32	101,25	101,59	69,51	103,97
1988	106,27	106,12	104,17	103,27	102,91	57,11	105,92
1989	145,94	145,75	134,39	139,11	139,25	84,69	145,62
1990	152,41	152,27	140,63	143,81	143,69	62,47	152,43
Rama 22 refrescos embotellados							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	115,34	115,34	114,93	113,34	115,71	120,37	119,25
1986	95,28	96,57	91,87	90,03	94,30	79,21	101,06
1987	92,07	94,21	89,73	85,70	90,41	71,62	99,48
1988	99,36	103,15	98,24	91,84	97,49	87,83	109,90
1989	117,33	124,82	115,63	108,82	116,77	98,85	134,22
1990	109,34	118,78	110,38	98,23	109,75	109,85	130,38

Cuadro 5.21
Indices de la PTF y el cambio tecnológico de la industria manufacturera mexicana
(1984-1990)

	KENDRICK	KEND.C. BASE	SOLOW	TRANSLOG NO REST.	TRANSLOG REST.	TYBOUT	IND. TRANSLOG
Rama 24 hilado y tejido de fibras blandas							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	111,17	111,17	110,57	110,61	112,53	107,52	115,23
1986	117,25	117,52	116,95	114,73	117,07	104,02	122,62
1987	121,20	121,96	121,83	117,99	120,26	104,58	128,18
1988	119,74	121,90	121,46	112,55	117,29	96,20	129,34
1989	130,81	133,98	132,83	120,55	126,69	108,51	143,16
1990	130,45	133,83	132,61	123,93	126,85	110,38	142,45
Rama 26 otras industrias textiles							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	100,23	100,23	99,46	91,52	92,74	88,22	102,05
1986	116,16	116,13	113,97	108,68	109,43	108,49	118,23
1987	114,98	115,14	113,01	104,15	105,08	104,70	118,05
1988	125,50	126,15	123,17	109,61	111,09	110,22	130,73
1989	140,97	141,98	137,78	120,69	122,40	115,46	148,11
1990	152,85	154,46	149,60	127,98	130,13	113,90	162,77
Rama 27 prendas de vestir							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	95,74	95,74	95,45	90,13	92,68	97,36	96,24
1986	101,23	101,21	101,01	95,75	97,53	96,37	101,81
1987	106,63	107,03	107,61	96,73	100,86	86,69	109,21
1988	96,72	97,65	96,69	86,70	90,56	77,69	100,06
1989	103,87	105,73	104,16	91,22	96,17	85,16	108,90
1990	118,31	121,34	119,00	101,15	108,27	88,64	126,08
Rama 28 cuero y calzado							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	106,25	106,25	106,36	106,26	111,06	89,18	109,73
1986	76,12	78,69	69,90	73,03	81,77	75,94	83,08
1987	67,19	68,56	58,29	66,35	70,62	58,43	71,53
1988	70,14	71,49	60,87	71,54	74,00	54,88	74,56
1989	78,74	82,04	68,39	78,68	83,84	62,18	86,23
1990	84,28	88,10	73,55	85,61	90,32	70,37	91,68

Cuadro 5.21
Indices de la PTF y el cambio tecnológico de la industria manufacturera mexicana
(1984-1990)

	KENDRICK	KEND.C. BASE	SOLOW	TRANSLOG NO REST.	TRANSLOG REST.	TYBOUT	IND. TRANSLOG
Rama 29 aserraderos incluso triplay							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	108,92	108,92	110,11	105,96	108,33	124,63	115,49
1986	99,37	99,65	98,59	97,34	97,87	97,65	102,61
1987	130,06	130,47	124,43	126,17	127,05	107,15	136,46
1988	99,41	100,95	84,75	95,28	96,87	78,20	106,40
1989	118,98	121,30	100,95	117,94	117,44	89,71	128,65
1990	125,87	129,91	108,65	127,18	126,24	89,63	138,92
Rama 30 otras industrias de la madera							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	97,12	97,12	97,76	97,61	97,75	117,80	99,11
1986	94,28	94,51	94,82	94,89	93,98	97,59	97,21
1987	92,68	93,48	94,21	91,63	91,19	89,56	96,07
1988	76,36	78,99	77,41	70,44	73,63	74,19	87,55
1989	103,39	107,30	100,26	99,38	100,35	94,90	114,32
1990	111,08	118,52	110,55	104,22	107,17	101,74	129,56
Rama 31 papel y cartón							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	128,73	128,73	123,63	125,41	125,50	111,11	126,53
1986	134,72	135,00	129,75	129,57	130,30	112,39	133,42
1987	131,53	132,12	127,30	125,42	126,55	112,89	131,63
1988	141,48	142,63	137,27	134,64	135,58	117,09	142,17
1989	155,04	158,64	151,26	145,58	148,43	124,74	159,76
1990	157,28	161,96	154,28	145,53	149,46	133,74	163,95
Rama 32 imprentas y editoriales							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	108,71	108,71	108,58	109,84	108,64	113,46	108,60
1986	101,74	102,02	101,60	101,76	101,07	86,24	102,24
1987	103,81	104,84	104,71	101,34	101,75	79,74	105,84
1988	108,87	110,19	109,92	106,95	106,99	91,78	111,84
1989	105,56	108,17	107,58	102,00	103,26	82,10	110,33
1990	103,33	106,93	106,34	99,23	101,35	83,29	110,23

Cuadro 5.21
Indices de la PTF y el cambio tecnológico de la industria manufacturera mexicana
(1984-1990)

	KENDRICK	KEND.C. BASE	SOLOW	TRANSLOG NO REST.	TRANSLOG REST.	TYBOUT	IND. TRANSLOG
Rama 35 química básica							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	87,99	87,99	85,79	86,31	87,01	91,22	88,21
1986	94,02	93,82	91,54	90,26	91,74	83,15	94,43
1987	101,85	101,71	99,08	93,86	97,23	102,33	103,01
1988	102,90	102,85	100,18	93,87	97,30	94,89	104,26
1989	116,47	116,61	112,29	103,70	108,71	108,13	118,82
1990	122,38	122,55	118,00	109,63	114,39	107,80	124,63
Rama 36 abonos y fertilizantes							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	145,40	145,40	132,51	155,03	154,58	174,64	155,31
1986	109,85	112,70	95,50	113,87	117,41	135,35	125,85
1987	103,29	107,30	89,99	106,75	110,67	128,63	121,05
1988	58,07	60,35	14,94	60,40	61,58	24,47	68,42
1989	55,29	57,38	14,07	56,87	59,54	24,69	67,30
1990	44,92	46,69	10,57	47,42	47,98	21,64	54,26
Rama 37 resinas sintéticas, plásticos y fibras artificiales							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	101,10	101,10	100,92	97,71	99,30	108,64	101,74
1986	102,55	102,42	102,46	98,17	100,10	102,10	103,55
1987	112,30	112,28	112,11	104,33	107,96	98,78	114,47
1988	120,85	121,05	120,58	112,32	115,70	118,70	123,73
1989	145,84	146,03	142,46	138,42	140,12	139,18	149,13
1990	149,12	149,33	145,75	143,37	143,46	138,13	152,10
Rama 38 productos medicinales							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	127,33	127,33	122,15	122,87	123,01	142,27	123,56
1986	101,77	101,81	91,08	97,41	97,73	115,59	98,73
1987	81,40	81,50	68,06	76,49	77,52	84,77	79,39
1988	73,10	73,44	60,15	67,61	69,14	76,64	71,74
1989	104,68	105,18	78,52	95,97	99,03	106,49	103,48
1990	114,01	114,67	85,12	103,23	107,27	89,55	113,11

Cuadro 5.21

Indices de la PTF y el cambio tecnológico de la industria manufacturera mexicana (1984-1990)

	KENDRICK	KEND.C. BASE	SOLOW	TRANSLOG NO REST.	TRANSLOG REST.	TYBOUT	IND. TRANSLOG
Rama 39 jabones, detergentes, perfumes y cosméticos							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	102,18	102,18	102,34	103,58	103,38	109,84	103,79
1986	106,94	107,21	107,25	103,74	105,34	88,50	109,83
1987	105,61	106,09	106,42	99,05	101,88	75,04	109,21
1988	91,96	92,64	90,29	84,67	87,32	80,38	95,34
1989	123,60	124,98	114,03	109,87	114,77	85,54	129,78
1990	130,58	132,74	120,76	112,46	118,71	74,85	138,57
Rama 40 otras industrias químicas							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	112,32	112,32	111,70	104,33	106,47	110,23	108,46
1986	116,87	116,80	116,21	105,78	109,24	100,94	112,78
1987	107,80	107,75	106,39	93,91	99,08	102,86	104,64
1988	102,67	102,84	101,03	84,98	92,40	86,87	100,31
1989	111,97	112,17	109,61	91,47	100,00	94,53	109,45
1990	127,47	127,70	123,44	104,72	113,54	109,25	123,99
Rama 41 productos de hule							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	103,68	103,68	103,43	105,09	104,48	124,20	105,43
1986	87,56	87,47	83,83	89,68	88,58	109,65	88,67
1987	90,58	90,48	86,76	95,25	92,16	88,55	91,73
1988	108,40	108,26	101,48	109,86	108,19	120,31	110,57
1989	112,24	112,32	106,03	108,00	110,68	134,48	117,11
1990	118,32	118,78	111,87	112,64	115,78	120,93	124,28
Rama 42 artículos de plástico							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	99,84	99,84	99,94	97,91	97,45	111,59	98,38
1986	102,03	101,98	102,26	100,06	98,79	96,92	100,14
1987	106,22	106,90	107,43	93,97	100,20	98,57	107,40
1988	98,67	99,91	99,80	83,36	91,80	93,01	101,31
1989	119,61	121,84	118,47	99,00	110,91	103,45	124,33
1990	123,66	125,73	122,43	104,42	114,13	106,70	127,33

Cuadro 5.21
Indices de la PTF y el cambio tecnológico de la industria manufacturera mexicana
(1984-1990)

	KENDRICK	KEND.C. BASE	SOLOW	TRANSLOG NO REST.	TRANSLOG REST.	TYBOUT	IND. TRANSLOG
Rama 43 vidrio y sus productos							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	114,07	114,07	113,21	110,90	111,20	98,71	111,73
1986	114,79	114,83	114,01	110,80	110,41	95,85	110,21
1987	132,35	131,93	130,31	123,07	126,56	92,90	129,68
1988	127,26	127,18	124,94	116,24	120,24	83,79	125,30
1989	150,05	150,27	145,12	136,25	141,74	95,04	149,73
1990	166,89	167,32	160,27	150,61	157,95	101,23	168,84
Rama 44 cemento							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	116,05	116,05	114,46	112,23	114,75	99,55	118,10
1986	107,99	108,21	106,11	101,70	105,14	85,54	110,69
1987	126,56	127,52	123,03	115,60	121,19	94,46	131,23
1988	130,90	133,13	128,05	114,88	122,95	92,66	137,75
1989	147,26	149,97	142,95	128,36	136,70	127,88	155,31
1990	154,36	157,22	149,92	134,66	142,10	111,18	161,49
Rama 45 otros productos de minerales no metálicos							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	105,67	105,67	105,89	96,08	101,32	114,34	106,63
1986	96,37	96,25	94,67	90,22	91,91	97,99	95,79
1987	108,18	108,36	106,41	95,36	101,12	104,78	109,30
1988	103,10	104,31	102,41	87,01	95,07	82,27	106,35
1989	117,23	119,58	116,42	96,81	106,62	101,27	122,46
1990	137,94	142,55	136,73	109,81	126,98	111,59	146,08
Rama 46 industrias básicas del hierro y del acero							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	137,13	137,13	127,79	137,95	136,76	119,74	137,04
1986	121,58	121,70	110,04	129,76	121,85	94,46	120,74
1987	124,72	125,10	113,52	128,06	122,70	91,31	125,27
1988	117,27	118,83	107,47	110,62	112,42	80,77	120,72
1989	144,97	147,29	129,76	131,94	135,41	104,58	150,07
1990	151,15	153,04	134,92	146,44	143,31	121,41	154,68

Cuadro 5.21
Indices de la PTF y el cambio tecnológico de la industria manufacturera mexicana
(1984-1990)

	KENDRICK	KEND.C. BASE	SOLOW	TRANSLOG NO REST.	TRANSLOG REST.	TYBOUT	IND. TRANSLOG
Rama 47 industrias básicas de metales no ferrosos							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	93,49	93,49	93,14	90,96	92,51	93,33	93,92
1986	89,80	89,80	89,29	87,15	88,68	75,25	90,27
1987	111,96	112,22	108,43	106,68	109,46	81,39	113,66
1988	104,07	104,49	99,90	98,88	100,91	86,21	105,78
1989	102,96	103,82	99,05	100,61	101,11	73,04	105,82
1990	124,69	126,29	117,63	123,05	124,48	98,83	128,05
Rama 48 muebles y accesorios metálicos							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	107,53	107,53	106,61	102,24	106,97	113,61	111,66
1986	100,85	100,55	98,73	104,39	102,16	105,40	100,67
1987	128,10	127,71	120,95	139,21	131,95	95,03	127,42
1988	100,81	100,60	86,50	112,24	104,92	83,57	100,41
1989	134,40	135,11	109,29	145,84	139,50	104,67	136,30
1990	135,59	136,10	110,10	149,54	142,06	114,05	136,61
Rama 49 productos metálicos estructurales							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	62,21	62,21	37,73	58,09	62,76	71,81	67,14
1986	69,02	69,77	42,20	68,45	70,05	69,17	71,25
1987	70,95	72,94	43,82	77,15	73,18	72,79	72,66
1988	68,95	70,00	42,34	69,90	70,81	63,15	72,87
1989	87,34	88,62	51,94	92,47	91,61	72,45	91,83
1990	89,56	90,90	53,19	92,89	94,23	88,50	94,71
Rama 50 otros productos metálicos							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	109,50	109,50	108,96	105,50	106,97	122,94	109,06
1986	100,42	100,20	98,73	94,58	96,75	98,03	100,35
1987	114,01	113,85	111,45	106,06	109,00	92,51	114,67
1988	106,59	107,27	104,68	95,32	100,82	90,44	109,14
1989	121,61	123,98	119,04	103,04	113,49	110,90	127,23
1990	139,94	143,44	135,98	117,79	130,43	120,12	148,34

Cuadro 5.21
Indices de la PTF y el cambio tecnológico de la industria manufacturera mexicana
(1984-1990)

	KENDRICK	KEND.C. BASE	SOLOW	TRANSLOG NO REST.	TRANSLOG REST.	TYBOUT	IND. TRANSLOG
Rama 51 maquinaria y equipo no eléctrico							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	96,15	96,15	95,88	89,44	93,96	106,66	97,87
1986	95,65	95,62	95,36	87,96	92,13	97,67	96,85
1987	98,80	98,80	98,82	91,44	94,67	84,34	100,66
1988	110,49	111,67	110,92	95,75	103,67	87,41	115,22
1989	135,69	137,60	133,25	117,99	126,20	95,07	142,27
1990	136,88	139,97	135,36	117,16	126,56	98,13	145,89
Rama 52 maquinaria y aparatos eléctricos							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	104,56	104,56	104,25	100,92	104,21	108,24	107,53
1986	88,52	88,52	84,45	85,19	87,72	84,50	90,31
1987	95,37	95,31	91,34	91,85	94,59	77,54	98,86
1988	107,15	107,31	102,40	104,17	106,12	91,17	110,88
1989	108,49	110,90	105,70	101,20	106,30	81,08	117,04
1990	85,61	86,17	80,61	80,16	84,18	75,60	89,41
Rama 53 aparatos electro-domésticos							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	115,53	115,53	115,54	122,35	124,65	156,11	134,53
1986	110,19	111,57	111,55	116,02	118,91	112,72	126,98
1987	123,53	125,06	124,60	131,72	133,25	128,89	141,93
1988	111,56	113,55	110,90	119,81	120,14	113,01	129,28
1989	126,10	127,94	124,81	139,34	137,20	124,49	142,23
1990	131,75	137,46	133,84	147,70	147,29	125,05	160,51
Rama 54 equipos y accesorios electrónicos							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	100,18	100,18	99,95	101,63	99,40	104,18	96,32
1986	120,34	120,34	116,09	118,86	118,25	132,67	115,43
1987	112,45	112,01	107,74	112,38	110,90	99,33	106,76
1988	119,29	118,80	113,90	117,85	116,76	117,29	112,79
1989	146,39	146,04	135,46	143,06	142,59	130,60	138,65
1990	167,75	167,04	153,11	168,72	164,90	123,95	158,94

Cuadro 5.21

**Indices de la PTF y el cambio tecnológico de la industria manufacturera mexicana
(1984-1990)**

	KENDRICK	KEND.C. BASE	SOLOW	TRANSLOG NO REST.	TRANSLOG REST.	TYBOUT	IND. TRANSLOG
Rama 55 otros equipos y aparatos eléctricos							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	96,49	96,49	96,17	93,30	94,34	95,40	96,64
1986	101,00	100,77	100,87	90,95	95,44	99,13	101,70
1987	127,20	127,10	123,25	114,83	119,90	104,90	128,62
1988	128,07	130,36	126,83	107,52	117,17	99,49	133,28
1989	114,67	119,07	113,44	92,79	103,94	94,50	122,44
1990	102,60	106,86	99,40	81,25	91,41	107,30	110,03
Rama 56 vehículos automóviles							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	113,35	113,35	113,40	101,66	107,63	73,69	120,46
1986	122,41	121,82	122,20	115,08	118,49	84,90	125,74
1987	135,29	134,41	129,91	139,41	135,50	100,27	128,24
1988	220,74	220,87	179,81	227,63	223,06	156,51	213,02
1989	321,82	344,18	244,55	301,81	316,95	174,55	346,43
1990	314,23	357,12	250,53	286,80	316,43	192,93	365,92
Rama 57 carrocerías y partes automotrices							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	128,63	128,63	123,02	121,38	124,76	104,28	129,79
1986	132,85	131,65	125,74	129,25	128,68	89,17	129,80
1987	129,86	128,93	123,13	126,20	125,74	85,37	127,36
1988	122,38	123,68	117,41	115,30	117,76	95,00	123,14
1989	160,83	164,87	147,19	147,76	154,24	155,18	165,80
1990	167,82	173,04	154,42	153,76	160,81	150,15	175,25
Rama 58 equipo y material de transporte							
1984	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1985	95,56	95,56	96,21	98,98	98,95	106,35	99,69
1986	81,37	80,98	79,25	86,00	84,29	97,71	83,78
1987	95,24	94,53	90,81	99,82	98,94	147,30	98,50
1988	72,04	70,91	58,03	74,25	75,31	101,64	75,33
1989	57,13	57,46	42,24	60,18	59,75	116,91	60,17
1990	77,89	78,44	55,52	86,36	84,81	103,16	82,36

ANEXO DEL CAPÍTULO 6

Cuadro 6.1

Parámetros Estimados de la Prueba de Invarianza para el Método de Solow

Rama	C	G	G _{t-1}	R ²	F	DW	LM1	LM2
111	-1026,27	0,00	0,00	0,75	10,10	1,51	0,87	0,52
	-3,90	2,75	-0,44					
113	882,72	0,00	0,00	0,57	5,03	1,21	0,58	0,39
	2,32	-0,25	-1,47					
117	-399,55	0,00	0,00	0,19	1,72	2,07	0,69	0,80
	-1,48	1,40	-0,54					
118	-1281,25	0,00	0,00	0,82	15,06	1,78	0,89	0,68
	-4,25	1,95	1,07					
119	-1505,96	0,00	0,00	0,95	62,17	1,36	0,67	0,68
	-9,06	4,62	1,48					
120	-644,38	0,00	0,00	0,65	6,51	1,86	0,97	0,74
	-3,04	2,43	-0,64					
122	86,22	0,00	0,00	0,37	0,19	1,32	0,60	0,16
	0,35	-0,33	0,56					
224	-312,64	0,00	0,00	0,95	54,87	3,11	0,29	0,20
	-5,98	2,39	3,39					
226	-706,48	0,00	0,00	0,91	32,69	1,28	0,60	0,37
	-6,61	4,52	-0,26					
227	-168,45	0,00	0,00	0,28	2,14	2,31	0,50	0,24
	-1,27	1,42	-0,40					
228	673,51	0,00	0,00	0,33	2,49	1,19	0,57	0,44
	2,25	-0,92	-0,30					
329	243,74	0,00	0,00	0,22	0,46	2,76	0,42	0,25
	0,93	-0,92	0,93					
330	6,28	0,00	0,00	0,42	0,11	1,81	0,96	0,64
	0,03	0,47	-0,38					
431	-517,43	0,00	0,00	0,89	25,50	2,01	0,98	0,29
	-4,41	1,46	2,48					
432	85,55	0,00	0,00	0,48	3,78	2,30	0,80	0,67
	1,68	-1,41	2,45					
535	-356,49	0,00	0,00	0,62	5,99	2,17	0,78	0,95
	-2,70	2,71	-1,16					
536	2227,17	-0,01	0,00	0,75	10,07	1,70	0,86	0,28
	4,55	-2,92	0,67					
537	-655,85	0,00	0,00	0,73	9,27	1,63	0,82	0,82
	-3,37	2,06	0,26					
538	720,50	0,00	0,00	0,17	1,61	1,27	0,62	0,06
	1,97	-1,05	0,12					
539	-132,08	0,00	0,00	0,07	0,81	2,10	0,84	0,52
	-0,67	0,69	-0,01					
540	-51,86	0,00	0,00	0,13	0,66	1,45	0,77	0,08
	-0,30	0,32	0,32					

Cuadro 6.1
Parámetros Estimados de la Prueba de Invarianza para el Método de Solow

Rama	C	G	G _{t-1}	R ²	F	DW	LM1	LM2
541	-50,44	0,00	0,00	-0,34	0,24	1,38	0,68	0,64
	-0,22	0,36	0,01					
542	-230,31	0,00	0,00	0,46	3,53	2,29	0,70	0,78
	-1,70	1,34	0,08					
643	-640,97	0,00	0,00	0,82	14,82	1,89	0,85	0,89
	-3,81	1,67	1,33					
644	-520,44	0,00	0,00	0,78	11,80	1,49	0,78	0,85
	-3,13	1,16	1,52					
645	-309,47	0,00	0,00	0,25	1,99	1,53	0,94	0,91
	-1,32	0,82	0,27					
746	-66,87	0,00	0,00	0,26	2,03	1,28	0,62	0,25
	-0,30	-0,50	1,46					
747	-160,38	0,00	0,00	0,04	1,12	2,61	0,35	0,23
	-0,89	0,91	-0,14					
848	123,50	0,00	0,00	0,27	0,36	3,03	0,31	0,11
	0,52	-0,59	0,82					
849	99,06	0,00	0,00	0,63	6,01	2,26	0,73	0,92
	0,39	2,04	-3,22					
850	-268,92	0,00	0,00	0,34	2,55	1,62	0,99	0,90
	-1,32	0,65	0,60					
851	-559,99	0,00	0,00	0,54	4,59	1,47	0,71	0,61
	-2,46	1,82	-0,25					
852	325,72	0,00	0,00	0,13	0,65	1,74	0,94	0,03
	1,57	-1,03	0,61					
853	-176,80	0,00	0,00	0,64	6,37	2,21	0,64	0,42
	-1,35	0,01	1,89					
854	-713,85	0,00	0,00	0,76	10,36	1,28	0,62	0,15
	-3,80	2,80	-0,47					
855	-36,30	0,00	0,00	0,22	0,47	1,30	0,65	0,04
	-0,14	-0,08	0,58					
856	-2341,85	0,00	0,00	0,74	9,38	1,46	0,69	0,29
	-3,74	2,06	0,28					
857	-36,30	0,00	0,00	0,22	0,47	1,30	0,65	0,04
	-0,14	-0,08	0,58					
858	962,77	0,00	0,00	0,67	7,16	2,23	0,74	0,24
	3,83	-1,89	-0,14					

LM1 = PRUEBA DE AUTOCORRELACIÓN DE PRIMER GRADO

LM2 = PRUEBA DE AUTOCORRELACIÓN DE SEGUNDO GRADO

Cuadro 6.2
Parámetros Estimados de la Prueba de Invarianza para
el Método Translog no Restringido

Rama	C	G	G _{T-1}	R ²	F	DW	LM1	LM2
111	-832,75	0,00	0,00	0,67	7,08	1,64	0,97	0,44
	-3,26	2,53	-0,66					
113	-274,18	0,00	0,00	0,21	0,49	1,21	0,58	0,51
	-0,49	0,97	-0,92					
117	-329,71	0,00	0,00	0,04	1,12	1,92	0,82	0,89
	-1,14	1,32	-0,74					
118	-2104,06	0,00	0,00	0,77	10,99	1,60	0,80	0,75
	-3,97	2,11	0,44					
119	-872,02	0,00	0,00	0,98	126,44	1,91	0,97	0,15
	-11,37	4,71	4,08					
120	-687,78	0,00	0,00	0,58	5,21	1,87	0,96	0,60
	-2,74	2,16	-0,55					
122	247,57	0,00	0,00	0,32	0,27	1,45	0,67	0,07
	1,10	-0,71	0,51					
224	-132,60	0,00	0,00	0,84	16,24	2,09	0,90	0,40
	-2,16	0,58	2,52					
226	-459,50	0,00	0,00	0,93	42,40	1,94	1,00	0,54
	-7,41	6,61	-2,19					
227	33,62	0,00	0,00	0,01	0,97	2,31	0,58	0,34
	0,32	1,25	-1,38					
228	469,40	0,00	0,00	0,04	1,14	1,21	0,59	0,54
	1,64	-0,63	-0,20					
329	-136,02	0,00	0,00	0,04	1,13	2,88	0,32	0,01
	-0,53	0,01	0,79					
330	95,47	0,00	0,00	0,44	0,08	2,00	0,89	0,59
	0,37	0,24	-0,37					
431	-362,03	0,00	0,00	0,85	17,69	2,36	0,75	0,41
	-3,08	0,60	2,64					
432	211,89	0,00	0,00	0,39	2,95	3,04	0,35	0,34
	3,61	-2,43	2,09					
535	-204,28	0,00	0,00	0,49	3,86	2,03	0,83	0,97
	-1,82	2,54	-1,56					
536	1788,30	-0,01	0,00	0,79	12,02	1,61	0,82	0,34
	5,16	-3,95	1,81					
537	-643,97	0,00	0,00	0,61	5,63	1,54	0,78	0,78
	-2,73	1,87	-0,10					
538	431,84	0,00	0,00	0,27	0,37	1,28	0,62	0,01
	1,09	-0,59	0,17					
539	-0,10	0,00	0,00	0,41	0,13	1,95	0,95	0,50
	0,00	0,31	-0,05					
540	175,96	0,00	0,00	0,35	0,22	1,44	0,77	0,02

Cuadro 6.2
Parámetros Estimados de la Prueba de Invarianza para
el Método Translog no Restringido

Rama	C	G	G _{T-1}	R ²	F	DW	LM1	LM2
	0,98	-0,02	-0,33					
541	-53,64	0,00	0,00	0,13	0,65	1,67	0,86	0,74
	-0,31	0,28	0,35					
542	62,77	0,00	0,00	0,38	0,18	1,77	0,96	0,44
	0,41	0,52	-0,59					
643	-507,62	0,00	0,00	0,73	9,16	1,79	0,92	0,86
	-2,93	1,39	0,97					
644	-279,54	0,00	0,00	0,64	6,32	1,55	0,85	0,92
	-1,88	0,59	1,36					
645	-15,01	0,00	0,00	0,32	0,27	1,75	0,86	0,82
	-0,09	0,69	-0,46					
746	-53,62	0,00	0,00	0,25	1,98	1,44	0,75	0,06
	-0,20	-0,66	1,55					
747	-259,45	0,00	0,00	0,15	1,53	2,45	0,39	0,36
	-1,24	1,18	-0,31					
848	-603,42	0,00	0,00	0,55	4,64	3,17	0,24	0,26
	-2,10	0,90	0,78					
849	-295,14	0,00	0,00	0,32	2,43	2,69	0,50	0,82
	-1,19	2,19	-2,01					
850	-10,79	0,00	0,00	0,20	0,49	1,89	0,69	0,68
	-0,06	0,08	0,46					
851	-331,16	0,00	0,00	0,27	2,10	1,73	0,89	0,88
	-1,57	1,58	-0,65					
852	304,41	0,00	0,00	0,15	0,60	1,67	0,90	0,07
	1,59	-0,91	0,44					
853	-327,62	0,00	0,00	0,77	10,83	2,02	0,80	0,71
	-2,21	0,16	2,33					
854	-908,55	0,00	0,00	0,75	10,01	1,25	0,62	0,29
	-3,81	2,64	-0,32					
855	278,56	0,00	0,00	0,31	0,29	1,44	0,72	0,21
	1,12	-0,70	0,43					
856	-3321,85	0,01	0,00	0,71	8,43	1,59	0,77	0,25
	-3,61	2,00	0,21					
857	278,56	0,00	0,00	0,31	0,29	1,44	0,72	0,21
	1,12	-0,70	0,43					
858	528,85	0,00	0,00	0,15	1,55	2,37	0,48	0,21
	1,97	-0,90	-0,05					

LM1 = PRUEBA DE AUTOCORRELACION DE PRIMER GRADO

LM2 = PRUEBA DE AUTOCORRELACION DE SEGUNDO GRADO

Cuadro 6.3
Parámetros Estimados de la Prueba de Invarianza para
el Método Translog Restringido

Rama	C	G	G _{T-1}	R ²	F	DW	LM1	LM2
111	-949,70	0,00	0,00	0,69	7,54	1,57	0,92	0,44
	-3,39	2,52	-0,57					
113	-281,05	0,00	0,00	0,21	0,47	1,20	0,58	0,50
	-0,50	0,96	-0,90					
117	-373,69	0,00	0,00	0,11	1,37	1,97	0,78	0,88
	-1,31	1,34	-0,62					
118	-1495,59	0,00	0,00	0,78	11,37	1,75	0,88	0,71
	-3,81	1,84	0,78					
119	-1030,43	0,00	0,00	0,99	255,73	2,14	0,84	0,64
	-17,19	8,08	4,38					
120	-699,31	0,00	0,00	0,59	5,27	1,92	0,99	0,70
	-2,76	2,17	-0,56					
122	101,01	0,00	0,00	0,36	0,20	1,39	0,64	0,09
	0,42	-0,39	0,59					
224	-181,00	0,00	0,00	0,91	30,79	2,60	0,61	0,50
	-3,35	0,78	3,49					
226	-478,72	0,00	0,00	0,93	41,21	1,77	0,90	0,47
	-7,32	6,29	-1,84					
227	-40,17	0,00	0,00	0,05	0,85	2,28	0,54	0,29
	-0,35	1,26	-0,89					
228	453,59	0,00	0,00	0,00	1,00	1,19	0,57	0,35
	1,63	-0,70	-0,05					
329	-93,88	0,00	0,00	0,06	1,20	2,87	0,31	0,01
	-0,38	-0,18	0,97					
330	48,36	0,00	0,00	0,44	0,08	1,84	0,97	0,63
	0,19	0,37	-0,39					
431	-420,21	0,00	0,00	0,86	19,47	2,20	0,85	0,36
	-3,47	0,85	2,56					
432	166,58	0,00	0,00	0,32	2,44	2,80	0,50	0,57
	3,19	-2,10	2,14					
535	-276,93	0,00	0,00	0,57	4,94	2,13	0,79	0,96
	-2,30	2,60	-1,26					
536	1767,17	-0,01	0,00	0,76	10,65	1,62	0,82	0,38
	4,86	-3,75	1,75					
537	-634,25	0,00	0,00	0,66	6,87	1,61	0,81	0,82
	-2,95	1,91	0,07					
538	370,12	0,00	0,00	0,35	0,23	1,27	0,61	0,01
	0,91	-0,50	0,18					
539	-100,22	0,00	0,00	0,21	0,48	1,98	0,93	0,53
	-0,46	0,55	-0,03					
540	50,09	0,00	0,00	0,46	0,05	1,41	0,75	0,02

Cuadro 6.3
Parámetros Estimados de la Prueba de Invarianza para
el Método Translog Restringido

Rama	C	G	G _{T-1}	R ²	F	DW	LM1	LM2
	0,30	0,25	-0,11					
541	-113,35	0,00	0,00	0,10	0,73	1,47	0,73	0,65
	-0,56	0,50	0,16					
542	-123,48	0,00	0,00	0,06	1,19	2,13	0,81	0,76
	-0,84	1,07	-0,32					
643	-617,94	0,00	0,00	0,75	10,15	1,84	0,88	0,90
	-3,20	1,51	0,98					
644	-384,59	0,00	0,00	0,76	10,59	1,55	0,83	0,90
	-2,64	0,79	1,74					
645	-200,13	0,00	0,00	0,01	1,03	1,61	0,96	0,89
	-0,91	0,80	-0,04					
746	-67,40	0,00	0,00	0,36	2,70	1,34	0,67	0,06
	-0,29	-0,73	1,79					
747	-257,21	0,00	0,00	0,15	1,54	2,52	0,35	0,26
	-1,22	1,08	-0,18					
848	-417,86	0,00	0,00	0,41	3,10	2,98	0,32	0,34
	-1,50	0,50	0,87					
849	-257,07	0,00	0,00	0,35	2,63	2,28	0,73	0,95
	-1,13	2,25	-2,13					
850	-197,96	0,00	0,00	0,19	1,72	1,69	0,91	0,87
	-1,00	0,56	0,47					
851	-436,90	0,00	0,00	0,41	3,05	1,54	0,76	0,68
	-1,96	1,63	-0,39					
852	276,96	0,00	0,00	0,19	0,52	1,71	0,93	0,04
	1,46	-0,98	0,67					
853	-279,64	0,00	0,00	0,77	10,82	1,91	0,85	0,58
	-1,96	-0,11	2,57					
854	-892,92	0,00	0,00	0,77	10,96	1,29	0,64	0,29
	-4,01	2,86	-0,45					
855	101,78	0,00	0,00	0,39	0,15	1,38	0,70	0,17
	0,39	-0,34	0,52					
856	-3652,25	0,01	0,00	0,71	8,19	1,50	0,71	0,30
	-3,59	2,02	0,16					
857	101,78	0,00	0,00	0,39	0,15	1,38	0,70	0,17
	0,39	-0,34	0,52					
858	543,46	0,00	0,00	0,20	1,77	2,44	0,43	0,17
	2,10	-0,98	-0,03					

LM1 = PRUEBA DE AUTOCORRELACION DE PRIMER GRADO

LM2 = PRUEBA DE AUTOCORRELACION DE SEGUNDO GRADO

Cuadro 6.4
Parámetros Estimados de la Prueba de Invarianza para
el Método Índice Translog

Rama	G	G	G_{T-1}	R^2	F	DW	LM1	LM2
111	-1535,15	0,00	0,00	0,75	9,81	1,44	0,84	0,53
	-3,93	2,63	-0,34					
113	-400,17	0,00	0,00	0,20	0,50	1,20	0,58	0,51
	-0,66	1,00	-0,83					
117	-683,72	0,00	0,00	0,39	2,90	1,89	0,82	0,90
	-2,04	1,55	-0,33					
118	-1546,67	0,00	0,00	0,80	12,68	1,78	0,89	0,68
	-3,96	1,80	0,97					
119	-1676,14	0,00	0,00	0,95	56,57	1,38	0,68	0,64
	-8,75	4,52	1,29					
120	-836,63	0,00	0,00	0,62	5,98	1,86	0,97	0,76
	-2,99	2,24	-0,50					
122	-192,25	0,00	0,00	0,09	1,30	1,37	0,63	0,12
	-0,71	0,15	0,73					
224	-424,77	0,00	0,00	0,95	61,22	2,95	0,36	0,19
	-6,62	2,28	3,82					
226	-885,95	0,00	0,00	0,92	33,31	1,24	0,58	0,34
	-6,75	4,31	0,04					
227	-268,91	0,00	0,00	0,47	3,65	2,18	0,53	0,28
	-1,89	1,69	-0,32					
228	408,17	0,00	0,00	0,06	0,83	1,18	0,55	0,27
	1,50	-0,59	-0,10					
329	-205,90	0,00	0,00	0,35	2,63	2,83	0,33	0,04
	-0,81	-0,21	1,39					
330	-290,36	0,00	0,00	0,03	1,10	1,50	0,81	0,69
	-1,09	1,05	-0,33					
431	-637,04	0,00	0,00	0,89	26,30	1,86	0,93	0,19
	-4,68	1,59	2,42					
432	24,39	0,00	0,00	0,59	5,29	2,11	0,91	0,70
	0,44	-0,67	2,26					
535	-436,19	0,00	0,00	0,68	7,51	2,15	0,79	0,96
	-3,10	2,71	-0,82					
536	1668,02	-0,01	0,00	0,70	7,86	1,62	0,81	0,43
	4,19	-3,34	1,70					
537	-754,90	0,00	0,00	0,74	9,39	1,65	0,84	0,83
	-3,44	2,03	0,32					
538	284,96	0,00	0,00	0,43	0,10	1,26	0,60	0,03
	0,68	-0,38	0,19					
539	-404,25	0,00	0,00	0,29	2,21	1,95	0,93	0,61
	-1,55	1,10	0,02					
540	-101,50	0,00	0,00	0,01	1,03	1,38	0,73	0,01

Cuadro 6.4
Parámetros Estimados de la Prueba de Invarianza para
el Método Índice Translog

Rama	G	G	G _{T-1}	R ²	F	DW	LM1	LM2
	-0,63	0,65	0,12					
541	-238,19	0,00	0,00	0,05	1,17	1,38	0,67	0,59
	-0,97	0,70	0,13					
542	-340,36	0,00	0,00	0,50	3,98	2,23	0,76	0,92
	-2,02	1,49	0,01					
643	-782,46	0,00	0,00	0,76	10,52	1,77	0,94	0,94
	-3,40	1,63	0,90					
644	-676,55	0,00	0,00	0,84	16,35	1,54	0,80	0,84
	-3,79	1,32	1,84					
645	-441,54	0,00	0,00	0,37	2,73	1,53	0,93	0,91
	-1,68	1,00	0,28					
746	-285,59	0,00	0,00	0,53	4,34	1,35	0,65	0,17
	-1,13	-0,26	1,78					
747	-307,67	0,00	0,00	0,29	2,20	2,57	0,37	0,31
	-1,48	1,11	0,01					
848	-273,80	0,00	0,00	0,27	2,13	2,77	0,42	0,54
	-0,98	0,13	0,99					
849	-213,07	0,00	0,00	0,31	2,35	2,02	0,89	0,98
	-0,98	2,12	-2,04					
850	-455,65	0,00	0,00	0,47	3,70	1,58	0,97	0,91
	-1,89	0,99	0,50					
851	-707,78	0,00	0,00	0,57	4,92	1,43	0,69	0,56
	-2,59	1,78	-0,14					
852	202,81	0,00	0,00	0,26	0,38	1,81	0,99	0,01
	0,90	-0,82	0,85					
853	-332,14	0,00	0,00	0,78	11,55	1,60	0,99	0,40
	-1,96	-0,33	2,83					
854	-843,74	0,00	0,00	0,75	10,02	1,33	0,65	0,30
	-3,86	2,91	-0,66					
855	-202,78	0,00	0,00	0,09	1,28	1,38	0,71	0,12
	-0,74	0,20	0,68					
856	-4182,12	0,01	0,00	0,65	6,53	1,40	0,65	0,32
	-3,23	1,83	0,10					
857	-202,78	0,00	0,00	0,09	1,28	1,38	0,71	0,12
	-0,74	0,20	0,68					
858	578,12	0,00	0,00	0,30	2,28	2,46	0,43	0,17
	2,38	-1,17	0,04					

LM1 = PRUEBA DE AUTOCORRELACION DE PRIMER GRADO

LM2 = PRUEBA DE AUTOCORRELACION DE SEGUNDO GRADO

Cuadro 6.5

Parámetros estimados de la prueba de invarianza para el método de Tybout

	C	G	G _{T-1}	R ²	F	DW	LM1	LM2
111	-268,60	0,00	0,00	0,56	4,89	1,92	0,91	0,58
	-1,23	-0,19	1,82					
113	244,61	0,00	0,00	0,08	0,78	1,23	0,60	0,60
	0,39	0,52	-1,04					
117	-610,17	0,00	0,00	0,08	1,25	1,91	0,96	0,96
	-1,35	1,40	-0,80					
118	-1744,78	0,00	0,00	0,83	15,79	1,81	0,93	0,77
	-4,78	2,68	0,35					
119	-72,68	0,00	0,00	0,20	1,76	2,37	0,47	0,20
	-0,78	1,62	-0,87					
120	272,63	0,00	0,00	0,39	2,94	3,26	0,18	0,07
	1,21	0,74	-1,85					
122	241,81	0,00	0,00	0,45	0,08	1,28	0,62	0,54
	0,61	-0,36	0,23					
224	61,76	0,00	0,00	0,18	0,53	1,82	0,98	0,50
	0,59	-0,28	0,77					
226	-317,88	0,00	0,00	0,85	18,35	2,12	0,34	0,69
	-4,54	4,72	-1,98					
227	305,16	0,00	0,00	0,39	2,90	1,55	0,81	0,17
	2,52	-0,36	-0,96					
228	526,41	0,00	0,00	0,57	4,93	1,18	0,57	0,19
	2,48	-0,21	-1,48					
329	687,79	0,00	0,00	0,60	5,55	1,89	0,90	0,47
	3,78	-3,00	1,78					
330	399,33	0,00	0,00	0,15	0,61	1,32	0,67	0,14
	1,46	-0,87	0,38					
431	-284,60	0,00	0,00	0,83	15,55	1,19	0,57	0,25
	-3,30	1,67	1,41					
432	540,83	0,00	0,00	0,44	3,40	2,24	0,74	0,87
	3,10	-1,76	0,48					
535	-118,01	0,00	0,00	0,10	0,73	2,44	0,62	0,88
	-0,64	0,72	-0,10					
536	2665,23	-0,01	0,00	0,61	5,61	1,63	0,81	0,30
	3,46	-2,63	1,13					
537	-477,43	0,00	0,00	0,43	3,25	1,42	0,65	0,14
	-1,86	1,13	0,25					
538	779,28	0,00	0,00	0,14	1,50	1,84	0,93	0,20
	1,96	-1,51	0,82					
539	592,67	0,00	0,00	0,58	5,11	1,74	0,85	0,33
	3,60	-1,82	0,14					
540	207,78	0,00	0,00	0,36	0,20	1,60	0,98	0,38
	1,13	-0,62	0,44					
541	-84,27	0,00	0,00	0,21	0,47	2,04	0,97	0,42

Cuadro 6.5

Parámetros estimados de la prueba de invarianza para el método de Tybout

	C	G	G_{t-1}	R^2	F	DW	LM1	LM2
	-0,25	-0,02	0,53					
542	181,54	0,00	0,00	0,24	0,42	1,24	0,62	0,45
	1,34	-0,90	0,86					
643	127,68	0,00	0,00	0,34	0,23	1,60	0,89	0,53
	0,97	0,21	-0,52					
644	-159,15	0,00	0,00	0,21	0,48	2,06	0,92	0,91
	-0,53	0,40	0,14					
645	222,82	0,00	0,00	0,32	0,27	1,72	0,98	0,60
	0,95	-0,73	0,67					
746	138,65	0,00	0,00	0,46	0,06	1,21	0,60	0,35
	0,40	-0,29	0,35					
747	166,62	0,00	0,00	0,27	0,35	2,26	0,40	0,68
	0,70	0,23	-0,62					
848	135,22	0,00	0,00	0,48	0,02	1,37	0,69	0,10
	0,53	-0,21	0,20					
849	49,83	0,00	0,00	0,23	1,91	2,05	0,67	0,78
	0,23	1,32	-1,88					
850	135,72	0,00	0,00	0,38	0,17	1,17	0,54	0,17
	0,46	-0,44	0,58					
851	235,36	0,00	0,00	0,20	0,51	1,38	0,67	0,22
	1,46	-0,35	-0,20					
852	560,18	0,00	0,00	0,57	4,98	2,40	0,73	0,76
	3,62	-1,88	0,24					
853	473,55	0,00	0,00	0,72	8,73	1,20	0,60	0,22
	2,61	-3,83	4,13					
854	-341,35	0,00	0,00	0,19	1,70	2,59	0,54	0,41
	-1,37	1,28	-0,38					
855	-2,12	0,00	0,00	0,17	0,56	2,49	0,50	0,16
	-0,02	0,91	-0,48					
856	-1853,49	0,00	0,00	0,70	7,87	1,49	0,73	0,52
	-3,65	2,57	-0,57					
857	-2,12	0,00	0,00	0,17	0,56	2,49	0,50	0,16
	-0,02	0,91	-0,48					
858	181,72	0,00	0,00	0,11	0,71	2,78	0,47	0,65
	0,51	-0,89	1,17					

LM1 = PRUEBA DE AUTOCORRELACION DE PRIMER GRADO

LM2 = PRUEBA DE AUTOCORRELACION DE SEGUNDO GRADO 1,13 -0,62 0,44

BIBLIOGRAFÍA

Abramovitz, M., "Resources and output trends in the United States since 1870", *American Economic Review, Papers and Proceedings*, Vol. XLVI, May, 1956.

Arrow, J., "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economic Studies*, vol. 29, Junio de 1962.

Baumol, J., Blackman, B. y Wolf, N., *Productivity and american leadership: the long view*, MIT Press edition, 1991.

Berenson M. y Levine D., *Estadística para administración y economía*, Interamericana, México, 1982.

Bergson, A., "Index numbers and the computation of factor productivity", *The Review of Income and Wealth*, Vol. 21, Núm. 1, 1975.

Berndt, E., *The practice of econometrics: classic and contemporary*, Addison-Wesley Publishing, 1991.

Bhagwati, J., *Export-Promoting Trade Strategy: Issues and Evidence*, The World Bank Research Observer 1, 1988.

Bhattasali, B.N. y Bhattasali, G., *Productivity and Economic Development*, Asian Productivity Organization, Tokyo, 1972.

Cassoni, A., "Pruebas de diagnóstico en el modelo econométrico", CIDE, México, 1991.

Chamberlain G., "Panel Data" en Griliches Z., and Intriligator M., Ed. *Handbook of Econometrics*, North Holland, New York, 1984.

Chenery, H., "Growth and transformation", Chenery, H., Robinson, S. y Syrquin, M., *Industrialization and Growth a Comparative Study*, Oxford University Press, World Bank, 1986.

Christensen L. y Jorgenson D., "U.S. real produce and real factor input, 1929-1967", *The Review of Income and Wealth*, Núm. 16, 1970.

Denison, F.E., *The sources of economic growth in the United States and the alternatives before Us*, Committee for Economic Development, 1962.

Diewert, W., E., "Superlative index numbers and consistency in aggregation", *Econometrica*, Vol. 46, Núm. 4, 1978.

Dollar, D. y Sokoloff, K., "Two paths of industrial expansion: manufacturing productivity growth in Mexico and South Korea, Mimeo, University of California, 1960-1980.

Fabricant, S., *Basic facts on productivity change*, Columbia University Press, New York, 1959.

Ferguson, E.C., *Teoría neoclásica de la producción y la distribución*, Trillas, México, 1985.

Fisher, F. M., *The economic theory of price indices*, Academic Press, New York, 1972

Fisher, F., "The existence of aggregate production function", *Econometrica*, Vol. 37, Núm. 4, 1969.

Fisher, I., *The making of index numbers*, Houghton Mifflin, Boston, 1922.

Freeman, C., Clark, J., y Soete, L., *Unemployment and Technical Innovation: a Study of Long Waves and Economic Development*, Dover, New Hampshire, Frances Pinter Publishers, Ltd, 1982.

Freund J., y Walpole R., *Estadística Matemática con Aplicaciones*, Prentice Hall, México, 1990.

Frisch R., "Annual Survey of General Economic Theory: The Problem of Index Numbers", *Econometrica*, vol 4, pps. 1-39.

Gollop, F.M. y Jorgenson, D.W., "US productivity growth by industry", Kendrick, W.J. y Vacciara B.N., "New developments in productivity measurement and analysis", *Studies in Income and Wealth*, Núm. 44, University of Chicago and London, 1980.

Gujarati, D., *Econometría básica*, México, Mc. Graw Hill, 1978.

Hall, R., "Invariance properties of Solow's productivity residual", Diamond, P., *Growth/ Productivity/ Unemployment. Essays to Celebrate Bob Solow's Birthday*, The MIT Press, Cambridge Mass., London, 1992.

Hansen, B. y Lucas, E., "On the accuracy of index numbers", *Review of Income and Wealth*, Series 18, 1972.

Harcourt, G.C. y Laing, N.F., *Capital y crecimiento*, Serie de Lecturas Núm. 18, Fondo de Cultura Económica, 1977.

Hartwick, J., "Natural resources, national accounting, and economic depreciation", *Journal of Public Economics*, Núm.43, 1990.

Hay, D. y Morris, D., *Industrial economics and organization theory and evidence*, Oxford University Press, 1991.

Hernández Laos, E., *La productividad y el desarrollo industrial en México*, Fondo de Cultura Económica, México, 1985.

Hernández Laos, E., *Evolución de la Productividad Total de los Factores en la Economía Mexicana (1970-1989)*, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, México, 1993.

Hernández Laos, E., "Tendencias recientes de la productividad industrial en México", *Investigación Económica*, UNAM, Octubre-Diciembre, 1991.

Hulten, R.C., "Accounting for the wealth of nations: the net versus gross output controversy and its ramifications", *Scandinavian Journal of Economics*, Núm. 94, Supplement, 1992.

Jorgenson, W.D. y Griliches, Z., "Explicación del cambio de la productividad", Sen., A., *Economía del crecimiento*, Fondo de Cultura Económica, Lecturas Núm. 28, México, 1979.

Jorgenson, W.D., Gollop, F.M. y Fraumeni, M.B., *Productivity and U.S. economic growth*, Harvard University Press, Mass, 1987.

Kendrick, J., *Productivity trends in the United States*, Princeton University Press, New York, 1961, p. 9.

Kendrick, W.J., "Productivity trends capital and labor", *Occasional Paper*, Núm. 53, National Bureau of Economic Research, 1966.

Kendrick, W.J. y Grossman, S.E., *Productivity in the United States, trends and cycles*, The John Hopkins University Press, Baltimore, 1980.

Kendrick y Vaccara, "New developments in productivity measurement", NBR, 1979.

Kleiman, E., Halevi, N. y Levhari, "The relationship between two measures of total productivity", *The Review of Economics and Statistics*, 1965.

Koutsoyiannis, A., *Modern Microeconomics*, The Macmillan Press, Hong Kong, 1980.

Kuri, A., "La globalización hacia un nuevo tipo de hegemonía", *Comercio Exterior*, vol. 42, Núm. 12, México, 1992, pp. 1169-1172.

Lau, J.L., "On exact index numbers", *The Review of Economics and Statistics*, april, 1979, pp. 73-82.

López, J., "Problemas del crecimiento en las economías semindustrializadas de América Latina", Maestría en Ciencias Económicas, CCH-UNAM, inédito.

Mäler, K., "National accounts and environmental resources", *Environmental and Resource Economics*, Núm. 1, pp. 61-75, 1991.

Measurement and interpretation of productivity, National Accademy of Sciences, Washington D.C., 1979.

Measurement and interpretation of productivity, National Accademy of Sciences, Washington, D.C., 1979, Cap., 6, pp. 122-145.

Miller, M., "Capital aggregation in the presence of obsolescence-inducing technical change", *The Review of Income and Wealth*, Núm. 3, sept., 1983, pp. 283-295

Moorsteen, R., "On measuring productive potential and relative efficiency", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 65, August, 1961.

Mortimore, M., "El nuevo orden industrial internacional", *Revista de la Cepal*, Santiago de Chile, 1992.

Muellbauer J., "Aggregate production functions and productivity measurement: A New Look", Myles G., *Measurement and Modelling in Economics*, Elsevier Science Publishing, 1990.

Mundlak Y. y Razin A., "Aggregation, index numbers and the measurement of technical change", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 51, 1969.

Mundlak, Y., "Sources of input variations and the inefficiency of dual production functions", Rehovot, Israel: Center for Agricultural Economic Research, 1989.

Nadiri, I., "Some approaches to the theory and measurement of total factor productivity, a survey" en *Journal of Economic Literature*, Vol. VII, Núm. 4, dec., 1970, pp. 1137-1177.

Nadiri M.I., "Producers theory", Arrow K. y Intrilligator M., *Handbook of mathematical economics*, Vol II, North-Holland Publishing Company, 1982.

Neil, B.M., "Productivity and the services of capital and labor", *Broking Papers on Economic Activity*, The Broking Institution, Washington, D.C., 1981, pp. 1-50.

Neil, B.M., "Productivity and the services of capital and labor", *Broking papers on economic activity*, The Broking Institution, Washington, D.C., 1981, pp. 1-50.

Neil, B.M., "Productivity and the services of capital and labor", *Broking Papers on Economic Activity*, The Broking Institution, Washington, D.C., 1981.

Nelson R., "Research on productivity growth and productivity differences: dead and ends and new departures", *Journal of Economic Literature*, Vol. XIX, 1981.

Nishimizu, M. y Robinson, S., "Productivity growth in manufacturing", Chenery, H., Robinson, S. y Syrquin, M. *Industrialization and Growth a Comparative Study*, Oxford University Press, World Bank, 1986.

Norworthy, R.J., "Growth accounting and productivity measurement", Center of Economic Studies, Bureau of the Census, Washington.

Oks, D., Luttme, E., "Reform and Productivity Growth", *The World Bank*, Dec. 1993.

Pack, H., "Industrialization and Trade" en: Chenery H., y Srinivasan, eds. *Handbook of Development Economics*, North Holland, Amsterdam, 1988.

Parker, R. y Harcourt, G., *Readings in the concept and measurement of income*, Cambridge University Press, 1969, pp. 15-20.

Pindyck R. y Rubinfeld, D., *Econometric models and economic forecast*, McGraw-Hill, New York, 1991, y Berndt E., *The practice of econometrics: classic and contemporary*, Addison-Wesley, 1991.

Piore, M. y Sabel, C., *The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity*, Basic Books, New York, 1984.

Porter, M., *The Competitive Advantage of Nations*, Free Press, New York, 1990, pp. 73 y 84-85.

Prest, A., "Replacement cost depreciation", Parker, R. y Harcourt, G., *Readings in the concept and measurement of income*, Cambridge University Press, 1969, pp. 290-309.

Robinson J., "La función de producción y la teoría del capital", Harcourt G. y Laing, N., *Capital y crecimiento*, Serie de Lecturas Núm. 18, Fondo de Cultura Económica, México, 1977.

Romer, P., "El cambio tecnológico endógeno", en *El Trimestre Económico*, Vol. LVIII, México, Septiembre de 1991, pp. 441-480,

Romer, P., "Increasing returns and long run growth", en *Journal of Political Economy*, Vol 94, Núm. 5, The University of Chicago Press, October 1986, pp. 1002-1038.

Romer, P., "Growth based on increasing returns due to specialization" en *The American Economic Review*, May 1987, pp.56-63.

Samuelson, P.A., "Parable and realism in capital theory: the surrogate production function", *Review on Economics Studies*, Vol. 39, 1962.

Sato, K., *Production function and aggregation*, North-Holland Publishing Co., New York, 1975.

Sato, K., "The meaning and measurement of the real value added index", *Review of Economics and Statistics*, Núm. 58, 1976.

Siegel S. y Castellan J., *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*, Mc Graw Hill, Inc., New York, 1988, Cap. 6.

Silver, M.S., *Productivity indices, methods and applications*, Gower Publishing Company, Vermont, Estados Unidos, 1984.

Slade, E.M., "Value added total-factor productivity measurement: A Monte Carlo assessment", Eichhorn, E., *Measurement in Economics*, 1986.

Solow R.M., "On the intertemporal allocation of natural resources", *Scandinavian Journal of Economics*, Núm. 88, pp. 141-149, 1986.

Solow, R., "Technical change and the aggregate production function", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, 1957, pp. 312-320.

Spanos A., *Statistical foundations of econometric modelling*, Cambridge University Press, Great Britain, 1990, Cap. 23.

Star, S., "Accounting for the growth of output", *The American Economic Review*, marzo, 1974, pp. 312-320.

Syrquin, M., Robinson, S. y Chenery, H., *Industrialization and growth a comparative study*, Oxford University Press, 1986.

Tachibanaki, T., "Quality changes in labour input: japanese manufacturing", *Review of Economics and Statistics*, agosto, 1976.

Ten Kate, Adrian, "The mexican liberalization of 1985-1987: lessons of experience", en prensa.

Trivedi, P., "Some discrete approximations to Divisia Integral Indices", *International Economic Review*, Vol. 22, febrero, 1981.

Tybout, J., Melo, J., y Corbo, V., "The effects of trade reforms on scale and technical efficiency, new evidence from Chile" en *Journal of International Economics*, vol. 31 North Holland 1991.

Tybout, J., "Trade liberalization and the structure of production in mexican manufacturing industries", Mimeo, march, 1992.

Tybout, J. y Westbrook, D., "Estimating returns to scale with large imperfect panels", *Working paper*, World Bank, agosto, 1991.

U.S. Bureau of Labor Statistics, *Employee compensation in the private nonfarm economy*, 1977, Summary 80-5 (BLS, 1980)

Usher, D., *The measurement of capital*, National Bureau of Economic Research, 1980.

Verdoorn, J., "Fattori che regolano lo sviluppo della produttività del lavoro", *L'industria*, vol. 1. 1949.

Verdoorn, J., "Fattori che regolano lo sviluppo della produttività del lavoro", *L'industria*, Vol. 1, 1949.

Weitzman, M.L., "On the welfare significance of national product in a dynamic economy", *Quaterly Journal of Economics*, Núm. 90, pp. 156-162, 1976.

World Bank, "Industrial growth, structure and productivity", Mimeo, 1986, p. 70.