

# Un análisis comparativo de la productividad en las industrias manufactureras del Brasil y México

*Armênio de Souza Rangel y Fernando Garcia de Freitas*

## RESUMEN

El objetivo es analizar la evolución de la productividad de las industrias manufactureras en el Brasil y México entre 1995 y 2009, donde se registró un marcado crecimiento de la competencia internacional. Se consideran 14 sectores industriales utilizándose dos métodos basados respectivamente en: i) el modelo de Leontief (1951) para medir el consumo de bienes intermedios empleados en la producción; y ii) el análisis de la productividad total de los factores (PTF). Los estudios realizados revelan que la industria ha seguido trayectorias distintas en los dos países. En México, el aumento de los requerimientos de bienes y servicios importados se compensó con la disminución de los requerimientos de bienes y servicios nacionales y con el incremento de la PTF en la producción. En el caso brasileño, el mayor aislamiento de los mercados de bienes manufacturados para el comercio exterior parece haber contribuido al débil desempeño de la productividad.

---

## PALABRAS CLAVE

Industria, empresas industriales, productos manufacturados, productividad, análisis comparativo, análisis de insumo-producto, modelos econométricos, Brasil

## CLASIFICACIÓN JEL

C67, L60, O3, O40, O47

## AUTORES

Armênio de Souza Rangel es profesor doctor de la Escuela de Comunicación y Artes (ECA) de la Universidad de São Paulo (USP), Brasil. [armenio@usp.br](mailto:armenio@usp.br)

Fernando Garcia de Freitas es director económico de la Cámara Brasileña de Servicios y de la Asociación Brasileña de Aluminio (ABAL). [fernando.garcia.freitas@gmail.com](mailto:fernando.garcia.freitas@gmail.com)

# I

## Introducción

A lo largo de las dos últimas décadas, las economías mexicana y brasileña experimentaron profundas transformaciones, impulsadas en gran medida por el comercio exterior. La reducción de las alícuotas de importación, la eliminación de las barreras no arancelarias y la integración comercial con los países vecinos modificaron radicalmente la estructura del comercio exterior de los dos países. En el ámbito de la industria manufacturera, el Brasil y México pasaron a enfrentar de forma abrupta la competencia externa, en particular de los países de Asia oriental. Como señala Mesquita (2007), el surgimiento de China en el contexto industrial mundial planteó grandes desafíos a las economías latinoamericanas, pues los diferenciales estáticos y dinámicos de productividad de las manufacturas chinas restringen enormemente el potencial de la producción manufacturera brasileña y mexicana.

Después de un largo período de crecimiento, la participación de las industrias manufactureras del Brasil y México en el producto interno bruto (PIB) se redujo rápidamente. Según datos de las Estadísticas e Indicadores (CEPALSTAT) de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la participación de la industria manufacturera en el PIB alcanzó su valor máximo en 1985 en el caso del Brasil (35,9%) y en 1988 en el caso de México (27%). En 1996, el valor agregado en las manufacturas había disminuido a apenas el 19,6% del PIB mexicano y el 14,8% del PIB brasileño; si bien a un ritmo más lento, esa pérdida de importancia no ha cesado desde entonces. En 2011, las manufacturas representaron solo el 17,8% del PIB mexicano y el 12,4% del PIB brasileño<sup>1</sup>.

Cabe señalar que ese resultado se debió, sobre todo, a la merma de la expansión industrial. De acuerdo con Katz (2000), entre 1970 y 1996 la producción de la industria manufacturera creció a un ritmo anual del 3,8% en México y del 2,8% en el Brasil. Sin embargo, el ritmo de expansión de las manufacturas disminuyó de 1996 a 2009. Según las cifras de WIOD (2012), la

tasa de crecimiento de la producción manufacturera se redujo al 1,2% anual en el Brasil y al 1,6% anual en México en ese período.

Por otra parte, la pérdida de dinamismo de la productividad fue aún más grave que la reducción de la participación. Según el estudio de Katz (2000), entre 1970 y 1996 se registró un incremento de la productividad de la mano de obra del 2,9% anual en la industria manufacturera mexicana y del 1,9% anual en el mismo sector del Brasil. Entre 1996 y 2009, los datos de WIOD (2012) señalan un aumento del valor agregado por trabajador de apenas el 0,1% anual en la industria manufacturera de México y una situación mucho peor en el caso de la industria brasileña, donde el valor agregado por trabajador se contrajo un 1% al año, en una tendencia de considerable disminución de la productividad laboral.

El objetivo del presente trabajo es analizar la evolución de la productividad de las industrias manufactureras en el Brasil y México entre 1995 y 2009, período en que las dos economías enfrentaron el crecimiento de la competencia internacional. En este análisis se tienen en cuenta 14 sectores de la industria manufacturera, a saber: alimentos, bebidas y tabaco; textil y productos textiles; cuero y calzado; madera y productos de madera; papel y celulosa<sup>2</sup>; coque y refinación de petróleo; productos químicos; plástico y caucho; productos minerales no metálicos; metalurgia y productos de metal; maquinaria y equipos; material eléctrico y óptico; equipos de transporte; y otros productos industriales.

El análisis de la evolución de la productividad se realiza de dos maneras: i) utilizando el modelo de Leontief (1951) para medir el consumo de bienes intermedios empleados en la producción; y ii) por medio de la productividad total de los factores (PTF), que toma en cuenta los requerimientos de factores productivos. Con la primera medida de productividad se establecen las cantidades de bienes y servicios necesarios para producir una unidad monetaria de una manufactura determinada. Ese análisis permite comparaciones temporales y espaciales de la productividad y, en la comparación entre

□ Los autores agradecen los valiosos comentarios y sugerencias realizados por un árbitro anónimo y por los profesores Ana Lélia Magnabosco y Rogério Cesar de Souza con respecto a versiones anteriores de este artículo.

<sup>1</sup> Véanse más detalles en Mesquita (2007).

<sup>2</sup> En esta agregación, en el sector de papel y celulosa se incluye la producción de la industria gráfica y de impresión.

dos países a lo largo del tiempo, hace posible identificar cambios relativos en las productividades.

Sin embargo, las variaciones en los coeficientes de producción a lo largo del tiempo no necesariamente suponen el mejoramiento o empeoramiento de las condiciones técnicas y económicas de un sector industrial. Entre otras cosas, una industria puede aumentar los gastos en insumos debido a la tercerización de algunas etapas productivas. Si ese proceso se adopta para acrecentar la eficiencia, el precio de la mercadería puede incluso disminuir, suponiendo una reducción en el valor de la producción y una aparente pérdida de productividad. No obstante, la tercerización dispensa capital y mano de obra en el sector de actividad final, entrañando un incremento de la PTF. En ese caso, un análisis más detallado de la productividad debe complementarse con la perspectiva de los factores de producción empleados.

Ese aspecto es muy relevante en la comparación entre el Brasil y México, porque ambos países pasaron por un proceso de apertura comercial que, en general,

aumentó la participación de los bienes y servicios importados en el consumo intermedio de la industria. En el Brasil se registró además un intenso proceso de tercerización de las actividades de producción industrial, debido al incremento de los costos de la mano de obra y de la protección social del trabajo, procesos observados desde comienzos de la década de 1990. El grado de integración económica, cuya evolución fue bastante distinta en los dos países, también influyó decisivamente en esa dinámica.

Este artículo se divide en tres secciones además de esta Introducción. Mientras que en la segunda sección se compara la productividad industrial de las economías del Brasil y México desde el punto de vista del consumo intermedio de insumos, en la tercera se desarrolla el análisis de la PTF. En la cuarta y última sección se resumen y comentan los resultados de los análisis y se realiza una breve evaluación de la influencia de la apertura económica en la evolución de la productividad industrial en los dos países.

## II

### Productividad de los insumos

#### 1. El concepto de productividad en el análisis insumo-producto

En la literatura sobre el análisis de la matriz de insumo-producto figuran tres métodos ampliamente utilizados para evaluar el cambio técnico: i) la comparación directa de los coeficientes técnicos; ii) la descomposición estructural; y iii) el método de *row-scaler*<sup>3</sup>. Todas estas técnicas se basan en el modelo de Leontief y en sus aplicaciones se emplean matrices de insumo-producto nacionales como fuentes de información.

La comparación directa de los coeficientes técnicos fue sugerida por el propio Leontief (1951) como método de evaluación del cambio técnico por medio de la comparación directa. Considerando la ecuación fundamental del modelo de Leontief,  $X = (I - A)^{-1}Y = BY$ , en que  $X$  es el vector de producción,  $Y$  es el vector de demanda final y  $B$  es la matriz de Leontief, definida como

la inversa de la diferencia entre la matriz de identidad ( $I$ ) y la matriz de coeficientes técnicos ( $A$ ), el método sugerido por Leontief consiste en la comparación directa de los coeficientes  $a_{ij}$  de dos matrices  $A$ , que pueden diferir en el tiempo o en el espacio<sup>4</sup>. Cuando se aplica a matrices de coeficientes físicos, este método solo permite conclusiones parciales, en la medida en que no es posible agregar cantidades para, por ejemplo, identificar las características de un sector. Si bien la agregación es posible en el caso de las matrices monetarias, el método también resulta limitado, pues solo posibilita evaluar la evolución del costo, que puede derivar tanto de cambios técnicos como de modificaciones en los precios de los insumos<sup>5</sup>.

La descomposición estructural también se ha utilizado ampliamente en la evaluación de los cambios técnicos<sup>6</sup>. Este método consiste en la descomposición de las fuentes de variación del valor bruto de la producción. A

<sup>3</sup> Sobre la base de otro trabajo de Carter (1980), Feldman, McClain y Palmer (1987) propusieron un método para el caso de la comparación entre matrices con datos incompletos. En este documento se expone una versión adaptada de las ideas originales para matrices cuadradas, teniendo en cuenta los efectos directos e indirectos en las matrices.

<sup>4</sup> En el primer caso se evaluaría el cambio técnico, mientras que en el segundo se estimarían las diferencias tecnológicas entre dos economías con tecnologías distintas.

<sup>5</sup> Esa agregación presenta el costo de producción de productos o sectores.

<sup>6</sup> A ese respecto véase Lahr y Dietzenbacher (2001).

partir de la ecuación de producción,  $X = BY$ , la variación total de la producción bruta  $\Delta X$  puede descomponerse en tres partes, como se expresa en la siguiente ecuación:

$$\Delta X = B\Delta Y + Y\Delta B + \Delta B\Delta Y \quad (1)$$

Según esa expresión, las diferencias en el valor de la producción debidas a la variación de la demanda final pueden estimarse fijando la matriz de coeficientes técnicos:  $\Delta X = B\Delta Y$ . Las diferencias en el valor de la producción que obedecen a los cambios en los coeficientes técnicos se obtienen fijando el vector de la demanda final:  $\Delta X = Y\Delta B$ . Con este método, el cambio técnico se estima por la diferencia de los coeficientes técnicos entre dos matrices que, para obtener el mismo producto líquido, utilizan cantidades diferentes de insumos intermedios: cuanto mayor sea la cantidad, o el valor, de esos insumos, menor será la productividad. También es posible determinar los sectores de la economía que registran en forma agregada los mayores cambios entre dos momentos en el tiempo<sup>7</sup> y, a su vez, los coeficientes responsables del cambio.

La descomposición estructural también permite averiguar en forma aproximada las diferencias entre dos matrices en el tiempo y el espacio. Para medir específicamente el impacto de los cambios técnicos, es necesario fijar el vector de demanda final de la economía entre dos períodos, haciendo variar solo la matriz de coeficientes técnicos. Carter (1967) realizó un trabajo pionero al analizar los cambios tecnológicos que tuvieron lugar en la economía de los Estados Unidos de América comparando las matrices de 1947 y 1958. Dado el vector de demanda final, referente al año 1962, y los coeficientes de las matrices inversas de 1947 y 1958, la autora obtuvo el vector de producción bruta de los sectores de la economía estadounidense compatible con aquella demanda y las matrices de Leontief de cada período. La diferencia entre los dos vectores de producción bruta determina la variación de la producción necesaria para satisfacer el mismo vector de demanda final en los dos períodos. Si la variación resulta positiva, habría una disminución de la productividad, pues la misma demanda sería atendida con un volumen menor de gastos para producir los bienes o servicios de un sector determinado. Por el contrario, cuando la variación es negativa, habría una reducción de gastos y un consiguiente aumento de la productividad. Al agregar todos los sectores de la

economía, se determina cuál de las dos matrices es la más productiva.

Si bien este método permite realizar comparaciones directas entre sectores de dos matrices tecnológicas, la comparación entre dos economías presenta algunos problemas. Esto se debe a que la agregación depende de la composición del vector de producción bruta que, a su vez, depende de la composición de la demanda final, una variable exógena al sistema. Las diferencias en la composición de la demanda pueden conducir a resultados distintos. Mientras que la participación de los sectores de baja productividad en la economía en su conjunto tiende a disminuir, la de los sectores de elevada productividad tiende a aumentar. De ese modo, atribuir la misma participación a los sectores productivos de dos matrices puede conducir a distorsiones en el análisis. Carter (1967), por ejemplo, impuso la misma composición de la demanda final del año 1962 a los años 1947 y 1958<sup>8</sup>.

Feldman, McClain y Palmer (1987) propusieron una metodología denominada de *rowscaler*. Para explicarla, los autores parten de dos matrices tecnológicas distintas (cada una vinculada a un momento en el tiempo) y un mismo vector de demanda final. Los valores de producción bruta necesarios para obtener el vector de demanda final están dados por:

$$X^t = A^t X^t + Y = (I - A^t)^{-1} Y = B^t Y, \quad t = 1, 2 \quad (2)$$

La diagonalización de los vectores de producción obtenidos en cada período genera las matrices diagonales  $\hat{X}^t$ , que tienen los valores de los vectores de producción en la diagonal principal y 0 en los demás elementos. Multiplicando el vector diagonalizado de producción obtenido en el primer período por el obtenido en el segundo período —ambos basados en la misma demanda, pero en tecnologías distintas— se llega a la expresión (3):

$$\Gamma = \hat{X}^2 [\hat{X}^1]^{-1} \quad (3)$$

donde  $\Gamma$  es la matriz<sup>9</sup> formada por los elementos  $\gamma_{ij}$ . Si  $\gamma_{ii}^2 > 1$ , el sector  $i$  de la matriz 2 es menos productivo

<sup>7</sup> Esto es posible solo cuando la matriz está expresada en valores monetarios.

<sup>8</sup> Probablemente, si Carter (1967) hubiera utilizado un vector de demanda final con diferente composición, el resultado habría sido diferente.

<sup>9</sup> En esa matriz, los elementos fuera de la diagonal principal son nulos por construcción.

que el mismo sector de la matriz 1; si  $\gamma_{ii}^2 < 1$ , el sector  $i$  de la matriz 2 es más productivo que el sector correspondiente de la matriz 1. Por último, si  $\gamma_{ii}^2 = 1$ , se dice que las dos matrices tienen la misma productividad. En el caso particular en que el vector de demanda final es unitario, es posible comparar directamente los coeficientes directos e indirectos de la matriz inversa de Leontief de los dos países. La suma de cada una de las líneas de la matriz de Leontief indicaría la cantidad directa e indirecta de bienes y servicios necesarios para obtener una unidad del bien  $i$  destinada a satisfacer la demanda final<sup>10</sup>.

Es importante observar que con el método anterior se toma en cuenta la producción de todas las mercaderías necesarias para satisfacer un vector de demanda unitario, cuyos elementos contienen una unidad de demanda para cada bien y servicio de la economía, o sea, un vector con valores unitarios en cada línea. Cuando se desea investigar la cantidad de mercaderías necesarias para satisfacer la demanda de una unidad de un determinado bien  $i$ , el método consiste en sumar las líneas de la matriz de Leontief correspondientes a ese determinado bien. Esa suma agrega las cantidades directas e indirectas de bienes y servicios necesarios para la producción de una unidad del bien o servicio analizado.

Además de los tres métodos presentados anteriormente, en el análisis de insumo-producto se desarrolló una metodología específica para evaluar la evolución de la PTF, de acuerdo con la tradición de las teorías de crecimiento económico<sup>11</sup>. No obstante, ese análisis no puede aplicarse a la base de datos de la matriz de insumo-producto internacional, pues en esta no se incluye información sobre las reservas de factores disponibles (capital, mano de obra y tierra) en todas las economías. Para determinar la evolución de la PTF en los sectores manufactureros de los dos países, en la siguiente subsección se adopta otro enfoque teórico basado en métodos estadísticos.

## 2. Bases de datos y metodología

Las bases de datos empleadas en el análisis son las matrices de insumo-producto mundiales de la WIOD (2012). Para construir esas matrices se llevó a cabo una enorme labor de compatibilización de matrices de insumo-producto nacionales, realizada por un conjunto de institutos de investigación de todo el mundo coordinados por la Universidad de Groningen<sup>12</sup>. El proyecto, financiado por la Comisión Europea y publicado en Internet en abril de 2012, contribuirá en gran medida a profundizar la comprensión de la economía mundial<sup>13</sup>.

La WIOD dispone de datos sobre las matrices de insumo-producto nacionales relativas a los años comprendidos entre 1995 y 2009, asimismo estimaciones de las matrices de insumo-producto mundiales que presentan los flujos internacionales de bienes y servicios. Los datos corresponden a un total de 40 países y a las estimaciones para el llamado “resto del mundo”, agrupación regional creada para compatibilizar los flujos nacionales de comercio exterior. Además de las matrices nacionales e internacionales se ofrecen numerosas otras variables por país, como reservas de factores de producción, índices de precios y distribución funcional del ingreso.

En este artículo se emplean las matrices de insumo-producto mundiales de 1995 a 2009 para calcular el vector de productividad. Esas matrices siguen la formulación original de Leontief,  $X = (I - A)^{-1}Y$ , donde:

$$X = \begin{bmatrix} X^1 \\ \dots \\ X^2 \\ \dots \\ \vdots \\ \dots \\ X^k \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} Y^1 \\ \dots \\ Y^2 \\ \dots \\ \vdots \\ \dots \\ Y^k \end{bmatrix} \text{ y } A = \begin{bmatrix} A^{11} & A^{12} & \dots & A^{1k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A^{21} & A^{22} & \dots & A^{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A^{k1} & A^{k2} & \dots & A^{kk} \end{bmatrix} \quad (4)$$

En la expresión (4),  $X^1, X^2, \dots, X^k$  son vectores ( $35 \times 1$ ) de producción nacional, cada uno de los cuales contiene los valores de producción de los 35 sectores de actividad económica de la matriz. El vector  $Y$  designa la demanda final y tiene la misma interpretación. La matriz  $A$  está formada por 1.681 matrices de dimensión

<sup>10</sup> Este procedimiento permite la comparación de los mismos sectores de diferentes matrices para establecer si un sector específico es más o menos productivo que el respectivo sector de la otra economía. No es posible determinar si una economía es más o menos productiva que la otra. Solo en el caso extremo en que todos los sectores de una de las matrices fueran más productivos que los respectivos sectores de la otra matriz, sería posible afirmar —de manera inequívoca— que una de las matrices es más productiva que la otra. Para comparar la producción agregada sería necesario fijar un vector de demanda final o de producción, de acuerdo con la propuesta de Carter (1967).

<sup>11</sup> Sobre ese tema, véase Miller y Blair (2009).

<sup>12</sup> El editor responsable es Marcel Timmer de la Universidad de Groningen.

<sup>13</sup> [En línea] [www.wiod.org/database](http://www.wiod.org/database).

35 x 35 de coeficientes técnicos que identifican el origen (país y sector) y el destino (país y sector) del consumo intermedio<sup>14</sup>. La matriz  $A$  se calcula mediante la división de la matriz de consumo intermedio, de igual dimensión que la matriz  $A$  con el vector  $X$ .

Sobre la base de esos datos se obtiene la matriz de Leontief mundial de los años 1995 y 2009, que sirve de base en el cálculo de la producción necesaria para satisfacer una unidad de demanda final de una determinada mercadería o servicio en un país específico. En la expresión 5 se muestran las definiciones de esa matriz, en que  $N$  y  $M$  indican los países y  $B^{NM}$  la submatriz de coeficientes técnicos de esos dos países. En ese sistema, cuando  $N$  es igual a  $M$ , la matriz  $B^{NM}$  designa los coeficientes internos de la economía  $N$ , o sea, las cantidades de mercaderías de la economía  $N$  necesarias para la producción de una unidad de mercadería en la propia economía. Por otra parte, cuando  $N$  es diferente de  $M$ , la matriz  $B^{NM}$  designa los coeficientes externos de la economía  $N$ : las cantidades de bienes y servicios producidos en el resto del mundo y necesarios para la producción de una unidad de mercadería en la economía  $N$ .

$$B = \begin{bmatrix} B^{11} & B^{12} & \dots & B^{1k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ B^{21} & B^{22} & \dots & B^{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ B^{k1} & B^{k2} & \dots & B^{kk} \end{bmatrix}$$

y

$$B^{NM} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1j} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{i1} & b_{i2} & \dots & b_{ij} \end{bmatrix}^{NM} \quad (5)$$

El cálculo de la producción necesaria para satisfacer una unidad de demanda de un bien en determinado país se realiza, como se mencionó anteriormente, sumando los valores de las columnas de la matriz de Leontief. Esto puede hacerse directamente con respecto a todos los sectores económicos y países de interés<sup>15</sup>. Es importante observar que esa suma puede descomponerse en dos

elementos, que corresponden a los requerimientos internos y externos. Los requerimientos internos se calculan mediante la suma de los valores de  $b_{ij}$  en la matriz  $B^{NM}$  y los requerimientos externos mediante la suma de los valores de  $b_{ij}$  de las matrices  $B^{NM}$ ,  $N \neq M$ . La razón entre las cantidades necesarias en dos países genera la matriz  $\Gamma$ , cuyo significado e interpretación son idénticos a los presentados en la subsección 2 de la sección II. En el análisis que sigue se calculan otras dos matrices con esas características:  $\Gamma^d$ , que relaciona las cantidades de bienes y servicios producidos internamente necesarios para la producción de  $i$  bienes en las dos economías; y  $\Gamma^e$ , calculada mediante la razón entre las cantidades de bienes y servicios importados empleados en la producción de  $i$  bienes en las dos economías.

En este trabajo se presentan solo los valores referentes a las economías del Brasil y México en los 14 sectores de actividad de la industria manufacturera indicados en la Introducción del artículo. Los valores de las matrices de insumo-producto mundiales están expresados en millones de dólares corrientes de cada año. Debido a que los indicadores de productividad se expresan en términos de unidades monetarias de producción de los bienes, las comparaciones intertemporales contienen tanto variaciones de cantidades como de precios relativos, que limitan las posibilidades de análisis. Cabe recordar que en los análisis no se consideran las diferencias de poder adquisitivo de las monedas. En 2009, 1 dólar en el Brasil equivalía al poder de compra de 1,32 dólares a precios estadounidenses, mientras que en el caso de México, 1 dólar equivalía a 2,19 dólares. Eso significa que un dólar de demanda de cierta mercadería en el Brasil equivalía a una cantidad distinta de esa mercadería en México. Sin embargo, los estudios relativos de producción no requieren ajustes de paridad de poder adquisitivo, pues expresan relaciones entre valores de producción en un mismo tiempo y lugar.

### 3. Resultados

Si bien la economía brasileña es mucho mayor que la mexicana, las estructuras de las industrias de transformación en los dos países son muy similares. En 2009, el valor bruto de la producción industrial ascendió a 940.559 millones de dólares en el Brasil y a 470.853 millones de dólares en México (véase el cuadro 1). En la economía brasileña, los sectores de alimentos, bebidas y tabaco; coque y refinación de petróleo; productos químicos; metalurgia y productos de metal; material eléctrico y óptico, y equipos de transporte representaron el 73% del valor de la producción bruta. Esa participación fue

<sup>14</sup> El número de matrices  $A^{kk}$  resulta del número de regiones en el banco de datos (41).

<sup>15</sup> Eso equivale a calcular el valor de  $X$  necesario para satisfacer un vector unitario  $Y$ .

CUADRO 1

**Brasil y México: valor bruto de la producción industrial, 2009**  
(En millones de dólares y porcentajes)

Sector	Brasil	Porcentaje	México	Porcentaje	Total	Porcentaje
Alimentos, bebidas y tabaco	186 480	19,8	115 636	24,6	302 136	21,4
Textil y productos textiles	42 162	4,5	14 380	3,1	56 546	4,0
Cuero y calzado	14 037	1,5	4 511	1,0	18 549	1,3
Madera y productos de madera	11 825	1,3	3 588	0,8	15 414	1,1
Papel y celulosa	44 507	4,7	17 294	3,7	61 806	4,4
Coque y refinación de petróleo	92 996	9,9	39 495	8,4	132 502	9,4
Productos químicos	111 678	11,9	45 287	9,6	156 977	11,1
Plástico y caucho	32 121	3,4	12 030	2,6	44 155	3,1
Productos minerales no metálicos	26 381	2,8	16 156	3,4	42 540	3,0
Metalurgia y productos de metal	113 573	12,1	46 327	9,8	159 912	11,3
Maquinaria y equipos	59 588	6,3	9 672	2,1	69 266	4,9
Material eléctrico y óptico	62 065	6,6	70 421	15,0	132 493	9,4
Equipos de transporte	119 805	12,7	61 750	13,1	181 568	12,9
Otros productos industriales	23 341	2,5	14 306	3,0	37 650	2,7
Total	940 559	100,0	470 853	100,0	1 411 512	100,0

Fuente: elaboración propia a partir de información de la Base de datos mundial de insumos-productos (WIOD, 2012).

incluso mayor en el caso de México, donde alcanzó al 80,5%. El coeficiente de cambio estructural, cuyo valor fue 0,89 en 2009, permite apreciar mejor la semejanza de las dos estructuras industriales y demuestra la similitud entre ambas economías<sup>16</sup>.

Cabe destacar también la importancia de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en la estructura industrial de los dos países. Ese sector representaba el 19,8% del valor bruto de la producción industrial brasileña en 2009 y el 24,6% en el caso de México. La diferencia más significativa entre las estructuras de los dos países corresponde al sector de material eléctrico y óptico, cuya participación en 2009 llegaba casi al 15% en la industria mexicana y al 6,6% en la brasileña.

En el cuadro 2 se muestran los indicadores de productividad relativos al año 1995. Se presentan las cantidades de bienes (nacionales e importados) necesarias para la producción de una unidad monetaria de los bienes de cada industria en cada país. En las últimas tres columnas se detallan las relaciones entre esas cantidades en los dos países. Tomando los datos del Brasil como ejemplo, se observa que en 1995 la industria de alimentos, bebidas y tabaco requería 2,27 dólares por cada dólar de producción. Ese total resulta de la suma de 0,12 dólares de bienes y servicios importados y 2,14 dólares de bienes y servicios producidos en el país. En el caso de México, la producción de 1 dólar de alimentos, bebidas y tabaco requería 2,22 dólares de producción

en todos los sectores de la economía, 0,32 dólares de importaciones de bienes y servicios y 1,90 dólares de producción nacional.

La relación entre los dos coeficientes de producción de alimentos, bebidas y tabaco fue de 1,02 en 1995 e indica que la industria brasileña era ligeramente menos productiva que la mexicana. En el cuadro 2 también se detallan los valores de la diagonal principal de la matriz  $\Gamma^d$ , que relaciona las cantidades de bienes y servicios producidos internamente que se necesitan para la producción de alimentos y bebidas en las dos economías. En el caso de la industria de alimentos, bebidas y tabaco, esa relación fue de 1,13. Eso significa que la industria brasileña de alimentos y bebidas requería más unidades monetarias de producción nacional que la mexicana, y que la cadena productiva de esta última requería a su vez más importaciones<sup>17</sup>.

Los datos del cuadro 2 revelan que, en 1995, 10 segmentos de la industria brasileña eran más productivos que los respectivos sectores de la industria mexicana, a saber: textil y productos textiles; madera y productos de madera; papel y celulosa; productos químicos; plástico y caucho; metalurgia y productos metálicos; maquinaria y equipos; material eléctrico y óptico; equipos de transporte y otros productos industriales. Solo en los sectores de cuero y calzado; productos minerales no metálicos, y coque y

<sup>16</sup> Coeficiente de correlación entre la distribución (porcentaje) del valor bruto de la producción entre las dos economías.

<sup>17</sup> Nótese que en esos cálculos no están incluidas las importaciones de alimentos y bebidas industrializadas de los dos países, sino solo las importaciones de materias primas (bienes y servicios) necesarias para la producción de una unidad monetaria de los bienes.

CUADRO 2

## Brasil y México: requerimientos de insumos y productividad relativa, 1995

Sector	Producción necesaria						Γ		
	Brasil			México			Total	Interna	Externa
	Total	Interna	Externa	Total	Interna	Externa			
Alimentos, bebidas y tabaco	2,2676	2,1436	0,1241	2,2244	1,8975	0,3269	1,0194	1,1297	0,3795
Textil y productos textiles	1,9997	1,8188	0,1809	2,3634	1,8648	0,4987	0,8461	0,9753	0,3628
Cuero y calzado	2,4597	2,2514	0,2084	2,3231	1,9371	0,3860	1,0588	1,1622	0,5398
Madera y productos de madera	1,8489	1,7591	0,0898	2,1605	1,8841	0,2764	0,8558	0,9337	0,3249
Papel y celulosa	2,0535	1,8796	0,1739	2,0616	1,6402	0,4214	0,9961	1,1459	0,4127
Coque y refinación de petróleo	2,5341	2,1945	0,3397	2,1276	1,9858	0,1418	1,1911	1,1051	2,3953
Productos químicos	2,1038	1,8931	0,2107	2,1552	1,8632	0,2920	0,9762	1,0161	0,7215
Plástico y caucho	2,2005	1,9492	0,2513	2,3242	1,7562	0,5679	0,9468	1,1099	0,4425
Productos minerales no metálicos	1,9870	1,8371	0,1499	1,8275	1,5988	0,2287	1,0872	1,1490	0,6554
Metalurgia y productos de metal	2,1255	1,9193	0,2062	2,3187	1,7878	0,5309	0,9167	1,0736	0,3884
Maquinaria y equipos	2,1956	1,9914	0,2043	2,2692	1,5589	0,7104	0,9676	1,2775	0,2875
Material eléctrico y óptico	2,3319	2,0319	0,3000	2,7552	1,4770	1,2782	0,8464	1,3757	0,2347
Equipos de transporte	2,4428	2,1795	0,2633	2,4756	1,6337	0,8419	0,9867	1,3341	0,3127
Otros productos industriales	1,9878	1,8411	0,1467	2,3174	1,6576	0,6598	0,8578	1,1107	0,2224

Fuente: elaboración propia a partir de información de la Base de datos mundial de insumos-productos (WIOD, 2012).

refinación de petróleo, la productividad de la industria mexicana superaba en gran medida a la de la industria brasileña. En el caso particular del coque y la refinación de petróleo, la diferencia de productividad se debió en gran medida a la mayor necesidad de importaciones de la industria brasileña, que todavía no era autosuficiente en la producción de petróleo.

Los datos del cuadro 3 muestran una situación muy distinta en 2009, pues como puede apreciarse la industria mexicana pasó a ser más productiva que la brasileña.

Todos los segmentos industriales, con excepción de las industrias de productos textiles; material eléctrico y óptico, y de otros productos industriales, resultaron menos productivos en el Brasil que en México. Cabe notar que esos tres sectores ya eran más productivos en el Brasil en 1995 y que las ventajas con respecto a México habían disminuido en dos de ellos en 2009. Por el contrario, los cuatro sectores que ya eran más productivos en la industria mexicana en 1995, no solo mantuvieron sus ventajas en 2009, sino que las ampliaron.

CUADRO 3

## Brasil y México: requerimientos de insumos y productividad relativa, 2009

Sector	Producción necesaria						Γ		
	Brasil			México			Total	Interna	Externa
	Total	Interna	Externa	Total	Interna	Externa			
Alimentos, bebidas y tabaco	2,5257	2,3525	0,1732	2,1461	1,7900	0,3560	1,1769	1,3142	0,4864
Textil y productos textiles	2,1539	1,9064	0,2475	2,2520	1,6807	0,5713	0,9564	1,1343	0,4332
Cuero y calzado	2,3820	2,1767	0,2054	2,1947	1,7799	0,4148	1,0854	1,2229	0,4952
Madera y productos de madera	2,1030	1,9517	0,1514	2,0346	1,7229	0,3117	1,0336	1,1328	0,4855
Papel y celulosa	2,1271	1,9196	0,2075	2,0509	1,6050	0,4460	1,0371	1,1960	0,4653
Coque y refinación de petróleo	2,7676	2,3908	0,3768	2,2069	1,9969	0,2100	1,2541	1,1973	1,7941
Productos químicos	2,5001	2,1684	0,3317	2,1988	1,7836	0,4152	1,1370	1,2157	0,7990
Plástico y caucho	2,4443	2,0914	0,3530	2,3837	1,6912	0,6925	1,0254	1,2366	0,5097
Productos minerales no metálicos	2,2249	2,0207	0,2042	1,8193	1,5656	0,2537	1,2230	1,2907	0,8049
Metalurgia y productos de metal	2,3269	2,0570	0,2700	2,2955	1,6944	0,6012	1,0137	1,2140	0,4491
Maquinaria y equipos	2,4189	2,1234	0,2955	2,3393	1,5334	0,8059	1,0341	1,3848	0,3667
Material eléctrico y óptico	2,5327	2,0422	0,4905	3,0350	1,4594	1,5756	0,8345	1,3993	0,3113
Equipos de transporte	2,7291	2,3044	0,4246	2,4459	1,5720	0,8739	1,1158	1,4659	0,4859
Otros productos industriales	2,1408	1,9348	0,2060	2,3324	1,5828	0,7496	0,9178	1,2224	0,2748

Fuente: elaboración propia a partir de información de la Base de datos mundial de insumos-productos (WIOD, 2012).

Una pregunta natural en este contexto es la siguiente: ¿cómo es posible que un equipo que ganó un partido con un marcador de 10 a 4 pueda perder un segundo partido por 3 a 11? El cuadro 4, en el que se detallan las tasas de variación de los indicadores presentados en los cuadros anteriores entre 1995 y 2009, permite establecer las razones de esa dinámica. Al comparar los datos de los dos años de referencia, se observan cambios significativos en los requerimientos de bienes y servicios en los dos países y que la industria brasileña registró incrementos mayores en todos los sectores, excepto en el de material eléctrico.

En el caso del Brasil, hubo un aumento de los requerimientos en todos los sectores industriales, con excepción de la industria de cuero y calzado. Eso indica una pérdida de productividad, que puede expresar tanto una merma física como una evolución desfavorable de los precios relativos. En el caso mexicano, se verificaron considerables ganancias de productividad en 8 de los 14

sectores industriales entre 1995 y 2009. La pérdida de productividad en los demás sectores fue menor que en la industria brasileña, con excepción de la industria de material eléctrico. Otra característica importante de la industria mexicana es que el incremento de los requerimientos de bienes y servicios importados se compensó mediante la disminución de los requerimientos de bienes y servicios nacionales. Esto demuestra que, en comparación con la industria brasileña, la productividad de la industria mexicana evolucionó mediante la sustitución de materias primas nacionales por importaciones o, en otras palabras, que la apertura comercial se tradujo en mayores ganancias de productividad en México que en el Brasil<sup>18</sup>.

<sup>18</sup> La única excepción a esa regla fue la de la industria de coque y refinación de petróleo.

CUADRO 4

**Brasil y México: variación de los requerimientos de insumos  
y de la productividad relativa, de 1995 a 2009**  
(En porcentajes)

Sectores industriales	Producción necesaria						Γ		
	Brasil			México			Total	Interna	Externa
	Total	Interna	Externa	Total	Interna	Externa			
Alimentos, bebidas y tabaco	11,4	9,7	39,6	-3,5	-5,7	8,9	15,4	16,3	28,2
Textil y productos textiles	7,7	4,8	36,8	-4,7	-9,9	14,6	13,0	16,3	19,4
Cuero y calzado	-3,2	-3,3	-1,4	-5,5	-8,1	7,5	2,5	5,2	-8,3
Madera y productos de madera	13,7	10,9	68,5	-5,8	-8,6	12,8	20,8	21,3	49,4
Papel y celulosa	3,6	2,1	19,3	-0,5	-2,1	5,8	4,1	4,4	12,7
Coque y refinación de petróleo	9,2	8,9	10,9	3,7	0,6	48,1	5,3	8,3	-25,1
Productos químicos	18,8	14,5	57,5	2,0	-4,3	42,2	16,5	19,7	10,7
Plástico y caucho	11,1	7,3	40,4	2,6	-3,7	21,9	8,3	11,4	15,2
Productos minerales no metálicos	12,0	10,0	36,2	-0,5	-2,1	10,9	12,5	12,3	22,8
Metalurgia y productos de metal	9,5	7,2	30,9	-1,0	-5,2	13,2	10,6	13,1	15,6
Maquinaria y equipos	10,2	6,6	44,7	3,1	-1,6	13,4	6,9	8,4	27,5
Material eléctrico y óptico	8,6	0,5	63,5	10,2	-1,2	23,3	-1,4	1,7	32,7
Equipos de transporte	11,7	5,7	61,3	-1,2	-3,8	3,8	13,1	9,9	55,4
Otros productos industriales	7,7	5,1	40,4	0,6	-4,5	13,6	7,0	10,1	23,5

Fuente: elaboración propia a partir de información de la Base de datos mundial de insumos-productos (WIOD, 2012).

### III

## Productividad de los factores

Al no poder aplicarse el análisis de matriz insumo-producto debido a la falta de datos sobre las reservas de factores disponibles (capital, mano de obra y tierra) en el conjunto de países que forman el área denominada “resto del mundo” en la WIOD, la evaluación de la productividad de los factores de los 14 sectores industriales del Brasil y México parte de un enfoque distinto.

La evaluación se realiza mediante el cálculo de la PTF sobre la base del llamado residuo de Solow (1957). Para perfeccionar el análisis de la evolución de la productividad, separando los efectos de las crisis de demanda y oferta en ese indicador de las tendencias a más largo plazo (como el progreso tecnológico y las economías de escala), se utilizó un enfoque estadístico complementario. En este se prevé, en primer lugar, el ajuste de una función de producción y, sobre la base de los coeficientes estimados, el cálculo de la productividad por medio de una descomposición. Según este enfoque, la evolución de la productividad es la parte del crecimiento del PIB que no se explica por la acumulación de factores —concepto presente en el enfoque de Solow (1957)—, pero tampoco por fenómenos aleatorios precisos<sup>19</sup>.

#### 1. Frontera de producción y descomposición de la productividad

En este estudio se adoptó el enfoque econométrico de frontera estocástica para ajustar la función de producción. Ese enfoque, ampliamente aplicado en estudios microeconómicos, se empleó con resultados satisfactorios en estudios recientes para la comparación internacional de la productividad de los factores a niveles más agregados; a ese respecto véanse Kneller y Stevens (2003); Kumbhakar y Wang (2005); Garcia, Souza y Pires (2008), y Pires y Garcia (2012).

<sup>19</sup> Cabe recordar que para calcular la PTF no es necesario estimar una función de producción. El cálculo puede realizarse sobre la base de las estadísticas de evolución del PIB, de las reservas de factores y de la participación de estos en la distribución funcional del ingreso. Sin embargo, un enfoque estrictamente contable acentúa las crisis de oferta y de demanda en la medida de evolución de la productividad. Los enfoques econométricos, por otra parte, permiten retirar los fenómenos aleatorios de las variaciones del PIB y de las reservas de factores y, dependiendo de la técnica, los errores de medida. En general, esos enfoques producen estimaciones de la PTF más estables y con interpretaciones económicas plausibles.

La primera ventaja de ese enfoque es que la diferencia de productividad entre dos economías no se limita a las diferencias tecnológicas. La frontera estocástica de producción admite la posibilidad de ineficiencia en la producción y, por consiguiente, que haya diferencias de productividad entre dos economías que actúan en el mismo nivel tecnológico. Otra ventaja consiste en que, cuando se aplica a datos de panel, la frontera estocástica produce mejores estimadores que los de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) en ausencia de controles de heterogeneidad<sup>20</sup>. Eso ocurre porque ella se basa en un modelo de componente de error que permite separar los fenómenos aleatorios de aquellos que pueden atribuirse a factores omitidos, como por ejemplo, la brecha del producto causada por el desempleo de la mano de obra.

En la expresión (6) se define la frontera estocástica de producción como una función de producción ajustada por medio de una medida teórica de ineficiencia técnica.

$$Y_{it} = F(B_t, K_{it}, H_{it}, L_{it}) \cdot \exp(-u_i), \quad (6)$$

$$i = 1, 2, \dots, N \text{ y } t = 1, \dots, T$$

En esta expresión se aplican las siguientes definiciones:

- $Y_{it}$  es el valor agregado de la industria en el país  $i$  en el instante  $t$ ;
- $F$  es la función de producción;
- $K_{it}$ ,  $H_{it}$  y  $L_{it}$  son las cantidades de capital, trabajo calificado y trabajo no calificado empleadas por la industria del país  $i$  en el instante  $t$ ;
- $B_t$  es el nivel de productividad que refleja la práctica óptima en el instante  $t$ ; y
- $u_{it} \geq 0$  es la medida de ineficiencia técnica de la industria del país  $i$  en el instante  $t$ .

Sobre la base de la frontera estocástica de producción, se realiza la descomposición de Bauer-Kumbhakar de la evolución de la PTF (véase Kumbhakar, Denny y Fuss,

<sup>20</sup> Como se plantea en Garcia, Souza y Pires (2008), las funciones de producción agregadas con control de heterogeneidad producen estimaciones sin significado económico —por ejemplo, las economías africanas presentarían el mayor ritmo de progreso tecnológico y las economías industriales regresión o estancamiento—. Eso ocurre porque hay una vinculación lineal muy marcada entre capital, tecnología y cantidad de mano de obra empleada, debido a que las tecnologías están incorporadas al capital.

2000). En esa descomposición se establecen cuatro fuentes de variación de la productividad: progreso técnico, variación de la ineficiencia técnica, variación de la ineficiencia asignativa y economías de escala. Asimismo, esa descomposición permite interpretar mejor la evolución de la PTF e identificar patrones distintos. Por ejemplo, si bien dos economías pueden presentar la misma tasa de crecimiento de la PTF, en una de ellas el aumento resulta del progreso tecnológico y en la otra de las economías de escala, procesos económicos bastante distintos.

En términos matemáticos, la descomposición de la evolución de la productividad conforme con el modelo de frontera de producción se obtiene diferenciando dicha frontera en relación con el tiempo. Por medio de numerosas manipulaciones algebraicas, la diferenciación en el tiempo de la frontera de producción resulta en la expresión (7), que expresa la tasa de crecimiento del valor agregado de la industria de determinado país *i* en el instante *t* como la suma, ponderada por las respectivas elasticidades ( $\epsilon$ ), de las tasas de: i) variación de la práctica óptima, también conocida como tasa de progreso tecnológico; ii) acumulación de factores (capital, trabajo calificado y trabajo no calificado), y iii) variación de la ineficiencia técnica.

$$\frac{\dot{Y}_{it}}{Y_{it}} = \epsilon_B \cdot \frac{\dot{B}_{it}}{B_{it}} + \epsilon_K \cdot \frac{\dot{K}_{it}}{K_{it}} + \epsilon_H \cdot \frac{\dot{H}_{it}}{H_{it}} + \epsilon_L \cdot \frac{\dot{L}_{it}}{L_{it}} - \dot{u}_{it} \quad (7)$$

Considerando una tecnología Hicks neutra que hace que  $\epsilon_B = 1$ , y asumiendo la definición de PTF establecida por la ecuación (8) —residuo de Solow—, en que  $S_j$  es la participación del factor de producción *j* en la distribución funcional del ingreso, es posible encontrar una nueva descomposición para la variación de la PTF.

$$\frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} = \frac{\dot{Y}_{it}}{Y_{it}} - S_K \cdot \frac{\dot{K}_{it}}{K_{it}} - S_H \cdot \frac{\dot{H}_{it}}{H_{it}} - S_L \cdot \frac{\dot{L}_{it}}{L_{it}} \quad (8)$$

Combinando (7) y (8), se llega a:

$$\begin{aligned} \frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} = \frac{\dot{B}_{it}}{B_{it}} + (\epsilon_K - S_K) \cdot \frac{\dot{K}_{it}}{K_{it}} + (\epsilon_L - S_L) \cdot \frac{\dot{L}_{it}}{L_{it}} \\ + (\epsilon_H - S_H) \cdot \frac{\dot{H}_{it}}{H_{it}} - \dot{u}_{it} \end{aligned} \quad (9)$$

Para simplificar la expresión anterior (9) y aislar los componentes de la tasa de variación de la PTF se puede realizar una transformación. Al definir:

$$RTS = \sum_j \epsilon_j \quad y \quad \lambda_j = \frac{\epsilon_j}{RTS}, j = K, H, L,$$

en que *RTS* denota los rendimientos de escala, se obtiene la ecuación (10):

$$\begin{aligned} \frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} = \frac{\dot{B}_{it}}{B_{it}} - \dot{u}_{it} + (RTS - 1) \cdot \left[ \lambda_K \cdot \frac{\dot{K}_{it}}{K_{it}} + \lambda_H \cdot \frac{\dot{H}_{it}}{H_{it}} + \lambda_L \cdot \frac{\dot{L}_{it}}{L_{it}} \right] \\ + \left[ (\lambda_K - S_K) \cdot \frac{\dot{K}_{it}}{K_{it}} + (\lambda_H - S_H) \cdot \frac{\dot{H}_{it}}{H_{it}} + (\lambda_L - S_L) \cdot \frac{\dot{L}_{it}}{L_{it}} \right] \end{aligned} \quad (10)$$

En la expresión (10) se establece que la tasa de variación de la PTF puede descomponerse en cuatro elementos:

- i) progreso técnico, medido por  $\dot{B}_{it}/B_{it}$ ;
- ii) cambio en la eficiencia técnica, aproximada por  $-\dot{u}_{it}$ ;
- iii) cambio de productividad debido al efecto del cambio de escala de producción, que se calcula por:

$$(RTS - 1) \cdot \left[ \lambda_K \cdot \frac{\dot{K}_{it}}{K_{it}} + \lambda_H \cdot \frac{\dot{H}_{it}}{H_{it}} + \lambda_L \cdot \frac{\dot{L}_{it}}{L_{it}} \right],$$

- iv) cambio en la eficiencia asignativa, medida por

$$\left[ (\lambda_K - S_K) \cdot \frac{\dot{K}_{it}}{K_{it}} + (\lambda_H - S_H) \cdot \frac{\dot{H}_{it}}{H_{it}} + (\lambda_L - S_L) \cdot \frac{\dot{L}_{it}}{L_{it}} \right]$$

Es importante notar que, de haber rendimientos constantes de escala, entonces  $RTS = 1$ , de modo que se anula el tercer componente de variación de la productividad. Sin embargo, si *RTS* es diferente de 1, una parte de la variación de la productividad se explica por el cambio en la escala de producción. Por otra parte, si las razones entre las elasticidades y *RTS* ( $\lambda_j$ ) son equivalentes a los respectivos pesos de los factores en la distribución funcional del ingreso ( $S_j$ ), la industria es eficiente desde el punto de vista de la asignación de factores. En ese caso, por definición, no hay variaciones de productividad atribuidas a modificaciones en la asignación de factores. Por último, corresponde observar que, en este modelo, el progreso técnico responde por una parte igual o menor de la variación de productividad. Solo cuando no hay ineficiencias técnica y asignativa, ni rendimientos crecientes o decrecientes de escala, la medida de variación de la productividad,  $\dot{A}/A$ , es idéntica al progreso técnico,  $\dot{B}/B$ . Así, se puede decir que este enfoque comprende un número mayor de situaciones posibles, sin limitaciones muy arbitrarias en cuanto a la forma de la función de producción y sus propiedades.

## 2. Bases de datos y modelo econométrico

Los datos empleados en el análisis también provienen de la WIOD y se refieren a los 14 sectores industriales analizados anteriormente. Para cada sector industrial se estimó una frontera estocástica basada en los datos de 40 países respecto de valor agregado ( $Y_{it}$ ), reserva de capital ( $K_{it}$ ), horas empleadas de trabajo calificado ( $H_{it}$ ) y horas empleadas de trabajo no calificado ( $L_{it}$ ) entre 1995 y 2009. Las horas empleadas de trabajo calificado equivalen a la suma de las horas trabajadas por el personal de calificación media y alta. Los valores monetarios son en dólares constantes de 1995<sup>21</sup>. Debido a que los análisis se realizaron a nivel de sectores industriales, los datos no sufrieron ajustes de paridad del poder adquisitivo, más frecuentes en los análisis macroeconómicos agregados.

El modelo econométrico estimado es una función translog del valor agregado de los tres factores de producción y el tiempo ( $t$ ), que capta la evolución de la frontera. Esa función, descrita en la ecuación (11), tiene 14 variables explicativas: los niveles de los factores de producción y del tiempo ( $K_{it}$ ,  $H_{it}$ ,  $L_{it}$  y  $t$ ), los cuadrados de los factores de producción y del tiempo ( $K_{it}^2$ ,  $H_{it}^2$ ,  $L_{it}^2$  y  $t^2$ ) y las interacciones entre ellos ( $K_{it} \cdot H_{it}$ ,  $K_{it} \cdot L_{it}$ ,  $K_{it} \cdot t$ ,  $H_{it} \cdot L_{it}$ ,  $H_{it} \cdot t$  y  $L_{it} \cdot t$ ). Las variables  $u_{it}$  y  $v_{it}$  son los componentes de error del modelo: la primera mide la ineficiencia técnica y tiene distribución  $u_{it} \sim i.i.d. N^+(\mu, \sigma_u^2)$  y la segunda es el error aleatorio con distribución  $v_{it} \sim i.i.d. N(0, \sigma_v^2)$ . Los valores de todas las variables (excepto el tiempo) están expresados en logaritmo natural y son desviaciones con respecto a la media de cada serie (incluso el tiempo), de modo que los coeficientes estimados de cada regresión están ajustados a la media de la muestra.

$$\begin{aligned} \ln y_{it} = & \beta_0 + \beta_t \cdot t + \beta_K \ln K_{it} + \beta_L \ln L_{it} + \beta_H \ln H_{it} \\ & + 1/2 \cdot \beta_{tt} \cdot t^2 + 1/2 \cdot \beta_{KK} (\ln K_{it})^2 \\ & + 1/2 \cdot \beta_{LL} (\ln L_{it})^2 + 1/2 \cdot \beta_{HH} (\ln H_{it})^2 \\ & + \beta_{Kt} [(\ln K_{it}) \cdot t] + \beta_{KL} [(\ln K_{it}) \cdot (\ln L_{it})] \\ & + \beta_{KH} [(\ln K_{it}) \cdot (\ln H_{it})] + \beta_{Lt} [(\ln L_{it}) \cdot t] \\ & + \beta_{LH} [(\ln L_{it}) \cdot (\ln H_{it})] + \beta_{Ht} [(\ln H_{it}) \cdot t] \\ & + v_{it} - u_{it} \end{aligned} \quad (11)$$

<sup>21</sup> Si bien el número total de observaciones es 585, debido a la falta de datos sobre la reserva de capital en algunos países, el número de observaciones efectivo en los paneles varía entre 570 y 547.

De acuerdo con la propuesta de Garcia, Souza y Pires (2008), no se incluyen coeficientes para controlar la heterogeneidad entre países. Dada la alta correlación de las variables ficticias con las variables explicativas, ese procedimiento generalmente distorsiona las estimaciones de eficiencia técnica y de progreso tecnológico. Se asume, por lo tanto, que toda heterogeneidad de los sectores industriales de los países de la muestra puede captarse mediante las variables explicativas del modelo y el componente de ineficiencia técnica.

Para estimar la evolución de la PTF se utilizó la expresión (8). Al no disponer de información sobre la remuneración del trabajo por nivel de calificación en la WIOD, la expresión se simplificó para abarcar la variación total de las horas trabajadas, sin perjuicio de los conceptos definidos en la sección anterior. El progreso tecnológico y las elasticidades del valor agregado en relación con cada factor de producción están dados por las ecuaciones (12) y (13). Por construcción, las elasticidades y el progreso tecnológico varían en el tiempo y entre países de un mismo sector de actividad. La variación de la eficiencia asignativa se obtuvo por residuo —por definición, esa medida es la variación de la PTF, descontados el progreso tecnológico, la eficiencia técnica y las economías de escala.

$$TC = \frac{\dot{B}_{it}}{B_{it}} = \beta_t + \beta_{it} \cdot t + \beta_{iK} \cdot K_{it} + \beta_{iH} \cdot H_{it} + \beta_{iL} \cdot L_{it} \quad (12)$$

$$\varepsilon_j = \beta_j + \beta_{jK} \cdot K_{it} + \beta_{jH} \cdot H_{it} + \beta_{jL} \cdot L_{it} + \beta_{jt} \cdot t, \quad (13)$$

$$j = K, H, L$$

En el cuadro 5 se muestran las estimaciones de los coeficientes de las fronteras de producción de los 14 sectores industriales para la muestra de 40 países entre 1995 y 2009. En la mayoría de los sectores (9 de 14), el componente de error  $u_{it}$  tiene una varianza significativamente diferente de cero, que indica ineficiencia en la producción. En los demás sectores, la ineficiencia es relativamente pequeña y predominan las desviaciones aleatorias con respecto a la frontera de producción. Debido a que en el modelo del sector de maquinaria y equipos la varianza de  $u_{it}$  tiende a cero, se empleó la estimación por MCO.

La mayor parte de los coeficientes son significativamente diferentes de cero al nivel de significación del 10% en todos los modelos. Esto indica que la función translog se adecúa como especificación

CUADRO 5

**Brasil y México: estimaciones de las fronteras estocásticas, 14 sectores industriales, coeficientes y valor p**

Sectores industriales	Coeficientes de la translog														Estadísticas		
	K	L	H	t	KK	KL	KH	Kt	LL	LH	Lt	HH	Ht	tt	Lns <sup>2</sup> v	lns <sup>2</sup> u	log de MV
Alimentos, bebidas y tabaco valor p	1,0165	-0,0843	0,1012	-0,0168	-0,1821	-0,1180	0,2036	0,0071	0,0170	0,0388	-0,0005	-0,1652	0,0001	-0,0002	-1,6480	-9,1544	-339,172
Textil y productos textiles valor p	0,9299	-0,0189	0,0706	-0,0136	-0,2966	0,0553	0,1797	0,0034	-0,0003	-0,0236	0,0018	-0,1318	0,0012	-0,0038	-2,8526	-2,4878	-113,743
Cuero y calzado valor p	0,7813	0,0703	0,0428	-0,0116	-0,1854	-0,0319	0,1850	-0,0082	-0,0536	0,1015	0,0012	-0,2908	0,0091	-0,0016	-2,4084	-0,8007	-393,624
Madera y productos de madera valor p	0,9257	-0,1046	0,1795	-0,0207	-0,2431	-0,0250	0,2325	0,0102	0,0661	-0,0168	-0,0101	-0,1817	-0,0009	-0,0031	-2,8903	-0,8582	-341,101
Papel y celulosa valor p	0,8537	-0,0208	0,1417	-0,0100	-0,3205	-0,0162	0,2381	-0,0053	-0,0212	0,0206	0,0040	-0,2103	0,0063	-0,0015	-2,0437	-1,2604	-388,657
Coque y refinación de petróleo valor p	0,6201	0,3131	0,1780	0,0010	0,0758	-0,1653	0,1291	-0,0069	-0,1278	0,1182	-0,0083	-0,1870	0,0129	0,0012	-1,4531	0,0953	-638,375
Productos químicos valor p	1,0143	-0,0226	-0,0082	-0,0001	-0,0589	-0,0747	0,1197	-0,0103	-0,0251	0,1030	0,0027	-0,2276	0,0102	0,0010	-2,2197	-2,2384	-262,409
Plástico y caucho valor p	1,0135	-0,1415	0,1173	-0,0069	-0,0294	-0,1010	0,1294	-0,0124	0,1343	-0,0221	0,0016	-0,1062	0,0115	-0,0028	-3,7165	-1,1710	-211,317
Productos minerales no metálicos valor p	1,0280	-0,0649	0,0742	-0,0065	-0,2005	0,0262	0,1353	-0,0031	-0,0206	-0,0236	0,0009	-0,0688	0,0022	-0,0037	-2,4167	-9,5583	-120,106
Metalurgia y productos de metal valor p	0,8969	-0,1358	0,1963	0,0000	-0,1545	-0,0283	0,1550	-0,0258	-0,0394	0,0576	-0,0002	-0,1848	0,0268	-0,0039	-2,9635	-0,9414	-318,557
Maquinaria y equipos* valor p	0,8742	-0,0492	0,0827	0,0054	0,2018	-0,2467	0,0387	0,0000	0,0550	0,1492	0,0077	-0,1812	0,0230	0,0003	0,0000	0,0000	0,962
Material eléctrico y óptico valor p	0,9492	-0,1095	0,0674	-0,0013	0,3057	-0,3006	-0,0433	-0,0246	0,0161	0,2595	-0,0020	-0,2241	0,0280	-0,0029	-1,3952	-10,6632	-411,175
Equipos de transporte valor p	0,8715	-0,0388	0,0587	0,0143	0,3866	-0,2692	-0,1374	-0,0265	-0,0309	0,2291	-0,0100	-0,0444	0,0244	0,0054	-5,5180	-0,6306	-272,586
Otros productos industriales valor p	0,7074	0,0076	0,2406	-0,0056	0,1167	-0,1757	0,0479	-0,0227	0,0656	0,0074	-0,0078	-0,0219	0,0302	-0,0015	-2,6278	-0,9075	-360,393

Fuente: elaboración propia a partir de información de la Base de datos mundial de insumos-productos (WIOTD, 2012).

Nota: \* la estimación por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) presenta R<sup>2</sup> ajustado en lugar del log de máxima verosimilitud.

genérica de las fronteras. Por otra parte, la presencia de coeficientes no significativos está prevista en este tipo de análisis, pues el número de observaciones (máximo de 570) es relativamente pequeño para el conjunto de parámetros que han de estimarse (14).

### 3. Resultados

Sobre la base de las estimaciones anteriores, se calcularon en primer lugar las elasticidades medias de los factores de producción en cada uno de los 14 sectores industriales del Brasil y México y la tasa media de progreso tecnológico. A esos datos se suman las estimaciones de eficiencia técnica para evaluar la evolución de la PTF y sus componentes en los dos países entre 1995 y 2009. En el cuadro 6 se presentan las estimaciones relativas a cada una de las industrias en México y el Brasil.

Como se puede apreciar, los patrones de acumulación de capital y evolución de la productividad son bastante diferentes en los dos países. En casi todos los sectores industriales, las tasas de acumulación de capital son más elevadas en el Brasil que en México. Algo similar se observa con respecto al uso de mano de obra calificada, pues el ritmo de crecimiento del empleo es mayor en el Brasil. Esa tendencia se compensa parcialmente por una mayor reducción del empleo no calificado en el Brasil que en México. Ello indica un ritmo de sustitución de trabajo por capital y capital humano más intenso en el Brasil, que probablemente obedece al marcado incremento de los costos laborales en el país. Según datos de la WIOD, el valor medio de los salarios reales<sup>22</sup> en el Brasil creció

<sup>22</sup> Variación por sobre la tasa de inflación (precios al consumidor).

CUADRO 6

**Brasil y México: crecimiento, acumulación de factores y evolución de la productividad, 14 sectores industriales, de 1995 a 2009**  
(En porcentajes, media anual)

Sectores industriales	Y	Acumulación de factores			Evolución de la productividad				
		K	L	H	PTF	TC	TE	SE	AE
Brasil									
Alimentos, bebidas y tabaco	2,1	6,3	-0,5	6,3	-2,1	-0,4	0,0	-1,4	-0,3
Textil y productos textiles	-0,5	1,2	-2,3	4,5	-1,3	0,1	-0,8	0,1	-0,7
Cuero y calzado	-2,0	6,9	-1,2	5,6	-4,8	0,2	-6,0	-0,8	1,8
Madera y productos de madera	-1,7	11,8	-4,3	4,2	-7,1	-2,9	-8,9	0,6	4,1
Papel y celulosa	2,7	19,1	-4,2	4,4	-6,6	-0,5	-4,9	-3,3	2,1
Coque y refinación de petróleo	5,5	18,4	-0,5	8,1	-10,8	-1,9	-6,8	-3,2	1,1
Productos químicos	5,5	6,9	-4,1	4,5	1,7	0,8	-0,6	-0,3	1,8
Plástico y caucho	-0,6	7,8	-1,2	7,4	-5,4	-0,6	-7,6	0,1	2,6
Productos minerales no metálicos	1,7	2,2	-2,6	6,0	0,0	-0,5	0,0	0,1	0,5
Metalurgia y productos de metal	2,0	8,9	-2,0	6,6	-4,0	-1,0	-6,1	-0,8	3,9
Maquinaria y equipos	3,8	6,1	-0,8	7,8	-0,2	0,1	0,0	-1,5	1,1
Material eléctrico y óptico	1,6	3,1	-1,5	6,0	-1,2	0,1	0,0	-0,9	-0,4
Equipos de transporte	5,1	13,0	-0,7	6,8	-0,4	-2,6	-5,9	-4,3	12,4
Otros productos industriales	2,3	2,9	-3,0	4,4	0,6	0,9	-1,0	-1,1	1,7
México									
Alimentos, bebidas y tabaco	2,7	-0,4	1,6	2,8	2,4	-1,0	0,0	0,1	3,3
Textil y productos textiles	-0,1	2,1	0,7	4,2	-2,1	-0,6	-0,6	0,2	-1,0
Cuero y calzado	-0,6	-1,0	-1,5	1,3	0,1	-0,1	0,2	0,1	-0,1
Madera y productos de madera	-0,2	-0,6	-1,9	1,4	0,2	-3,6	2,3	0,0	1,6
Papel y celulosa	1,9	0,9	0,7	1,3	0,9	0,4	0,3	0,0	0,3
Coque y refinación de petróleo	-0,4	-0,3	-1,9	-1,1	-0,4	1,2	-0,7	0,0	-0,8
Productos químicos	2,1	1,3	-2,0	1,3	1,0	1,8	-0,1	0,0	-0,7
Plástico y caucho	2,1	2,7	-0,5	2,8	-0,1	1,4	-1,4	0,0	-0,1
Productos minerales no metálicos	2,2	0,5	-1,3	3,0	1,7	-0,6	0,0	0,0	2,3
Metalurgia y productos de metal	2,2	0,4	-1,4	1,7	1,7	1,6	-0,1	0,0	0,3
Maquinaria y equipos	1,3	2,6	0,0	2,4	-0,8	5,7	0,0	-0,2	-6,3
Material eléctrico y óptico	1,7	2,9	-1,9	4,0	-0,6	5,1	0,0	-0,1	-5,7
Equipos de transporte	4,0	4,0	2,2	2,2	0,8	1,8	-0,1	-0,3	-0,7
Otros productos industriales	3,0	-0,5	4,2	1,6	2,1	2,7	-0,3	-0,2	-0,1

Fuente: elaboración propia a partir de información de la Base de datos mundial de insumos-productos (WIOD, 2012).

a un ritmo del 3,1% anual entre 1995 y 2009, mientras que en México se redujo un 0,9% al año.

La contrapartida del menor ritmo de acumulación de factores en México fue una expansión más acentuada de la PTF. En general, las industrias mexicanas registraron mayores tasas de crecimiento de la PTF, con excepción de las industrias de productos textiles, productos químicos y maquinaria y equipos.

Con respecto a los componentes de la PTF, la situación es bastante variada. En México, la tasa de progreso tecnológico entre 1995 y 2009 es positiva en casi todos los sectores industriales, con excepción de cinco. En el Brasil, 8 de los 14 sectores registraron tasas de progreso tecnológico negativas, probablemente a raíz de la recomposición de la producción dentro de cada sector, con el retroceso de la línea de productos de mayor valor agregado y la especialización en productos de menor contenido tecnológico. La reducción del valor agregado de la industria manufacturera por hora trabajada mencionada en la introducción de este artículo corrobora esa idea. Cabe recordar también la incidencia de la situación económica general en 2009, año final de la comparación, pues la recesión mundial abatió los precios de varios productos industriales, con efectos en el valor agregado de la industria.

La evolución de la eficiencia técnica también es menor en el Brasil que en México en 10 de los 14 sectores analizados. La situación es incluso más grave con respecto a las economías de escala: como se aprecia en el cuadro 6, el Brasil queda detrás de México en 11 de los 14 sectores industriales. Es probable que en

este aspecto incida la integración mexicana con los Estados Unidos de América y el Canadá, que amplía considerablemente la escala de los negocios en el país. Con respecto a la eficiencia asignativa, mientras que en el Brasil se registraron variaciones positivas en casi todos los sectores industriales, en México se observaron variaciones negativas en 9 sectores.

Los índices de productividad de cada país (Brasil y México) en cada uno de los 14 sectores industriales se presentan en el cuadro 7. Estos se estimaron tomando como referencia el año 1995, que es el año base de la muestra. A los valores de 1995 se aplicaron las variaciones de la PTF estimadas sobre la base del cuadro 6. Los índices resultantes expresan, por lo tanto, las diferencias históricas y la evolución reciente de los 14 sectores industriales en los dos países.

Los datos del cuadro 7 revelan que en 1995 había pocas diferencias de productividad. En general, los niveles de productividad de las industrias brasileñas eran mayores que los de las industrias mexicanas (en 10 de 14 sectores). Solo en los segmentos de madera y productos de madera y de plástico y caucho la industria mexicana superaba a la brasileña. En el caso de otros dos sectores (productos textiles y productos químicos), las diferencias eran pequeñas. En 2009, la situación cambió drásticamente. Solo cuatro sectores de la industria brasileña mantuvieron niveles de productividad de los factores muy superiores a los de las industrias mexicanas: textil y productos textiles, productos químicos, maquinaria y equipos, y equipos de transporte. En las demás industrias, la PTF mexicana superó con creces a la brasileña en 2009.

CUADRO 7

**Brasil y México: índices de productividad, 14 sectores industriales, 1995 y 2009**

Sectores industriales	1995			2009		
	Brasil (A)	México (B)	(A/B)	Brasil (A)	México (B)	(A/B)
Alimentos y bebidas	99,2	99,2	1,000	99,2	99,2	1,000
Productos textiles	81,0	83,0	0,976	81,0	83,0	0,976
Cuero y calzado	65,7	63,3	1,038	65,7	63,3	1,038
Productos de madera	51,1	57,8	0,885	51,1	57,8	0,885
Papel y celulosa	68,7	64,7	1,062	68,7	64,7	1,062
Refinación de petróleo	53,7	42,3	1,269	53,7	42,3	1,269
Productos químicos	79,4	81,0	0,980	79,4	81,0	0,980
Plástico y caucho	77,6	83,1	0,934	77,6	83,1	0,934
Minerales no metálicos	99,3	99,3	1,000	99,3	99,3	1,000
Metalurgia	66,7	58,6	1,138	66,7	58,6	1,138
Maquinaria y equipos	100,0	100,0	1,000	100,0	100,0	1,000
Material eléctrico	99,6	99,6	1,000	99,6	99,6	1,000
Equipos de transporte	78,8	61,6	1,279	78,8	61,6	1,279
Otros productos industriales	73,5	61,2	1,200	73,5	61,2	1,200

Fuente: elaboración propia a partir de información de la Base de datos mundial de insumos-productos (WIOD, 2012).

## IV

### Comercio exterior y productividad

Los análisis desarrollados en la sección anterior indican que, en general, la evolución de la productividad fue más favorable en la industria manufacturera mexicana que en la brasileña, de modo que en pocos años se invirtió la situación de relativa ventaja del Brasil. Los requerimientos de insumos necesarios para la producción disminuyeron en 8 de los 14 sectores manufactureros de México, al tiempo que aumentaron en el caso del Brasil. Con excepción de un sector, el crecimiento de los requerimientos fue menor en México, indicando un ahorro considerable en el uso de bienes y servicios intermedios.

Desde el punto de vista de la PTF, los resultados evidenciaron un mayor incremento solo en tres sectores industriales de la economía brasileña (textil, productos químicos y maquinaria y equipos). En los otros 11 sectores, la evolución de la productividad fue mayor en México.

Además de la evolución positiva de la PTF, en siete sectores de la industria manufacturera mexicana (alimentos y bebidas, cuero y calzado, productos de madera, papel y celulosa, minerales no metálicos, metalurgia y equipos de transporte) se observa también una reducción de los requerimientos de insumos, dos procesos que se suman en la ampliación de la competitividad industrial. En los sectores de productos químicos y otros productos industriales, el mayor requerimiento de insumos se compensa con el incremento de la PTF. En el caso del Brasil, la evolución de la productividad es bastante negativa: los requerimientos de insumos aumentaron en todos los sectores manufactureros, con excepción del de cuero y calzado, y la PTF se redujo en todos ellos, excepto en los productos químicos, los minerales no metálicos y otros productos industriales.

Un hecho relevante evidenciado por los análisis es que el incremento de los requerimientos de bienes y servicios importados en las manufacturas mexicanas se compensó mediante la disminución de los requerimientos de bienes y servicios nacionales. Esto sugiere que, al menos en el caso de México, la apertura comercial tuvo una influencia decisiva en la evolución de la productividad, una idea bastante presente en la literatura sobre productividad en América Latina. Bandeira y García (2002), por ejemplo, sugieren que la apertura comercial en las economías latinoamericanas tuvo efectos positivos en la inversión y el crecimiento económico de la región en los años noventa. Hay (2001); Cavalcanti y Rossi (2003), y

Schor (2004) emplean métodos distintos para analizar la productividad en la industria manufacturera del Brasil e indican considerables ganancias de PTF ligadas a la rápida reducción de alcuotas de importaciones en la década de 1990. Por otra parte, en los trabajos de Weiss (1992); İşcan (1998), y Guillermo y Tanka (2007) se revelan los efectos de la liberalización comercial en la eficiencia de la industria manufacturera mexicana en diferentes momentos, en particular en las décadas de 1980 y 1990.

Las estadísticas de composición de la demanda de productos manufacturados en el Brasil y México y su relación con la evolución de la productividad corroboran esa visión. En el cuadro 8 se detalla la participación de las importaciones en la demanda total de las economías brasileña y mexicana en 1995 y 2009, por sector de la industria manufacturera. Las estadísticas, tomadas de la WIOD, indican el grado de penetración de las importaciones de bienes industriales en la demanda interna, considerando sus dos componentes: i) de demanda final, formada por el consumo y la inversión de las familias, las administraciones públicas y las instituciones sin fines de lucro, y ii) de consumo intermedio, constituido por la demanda de bienes y servicios de las empresas y el gobierno.

Los datos del cuadro 8 muestran que, a pesar del considerable aumento de las importaciones brasileñas, los mercados de bienes manufacturados resultaron relativamente poco afectados en el Brasil. Las importaciones, que representaban el 11,1% de la demanda final de bienes manufacturados en 1996, constituyeron apenas el 11,6% en 2009. Las importaciones de bienes manufacturados para satisfacer la demanda intermedia de las empresas de todos los sectores de actividad económica crecieron del 10,6% en 1995 al 12,7% en 2009. O sea, a pesar de la apertura comercial, las importaciones ocuparon poco espacio en la demanda final e intermedia de manufacturas del país.

En el caso de México, la situación fue muy distinta. A raíz de su adhesión al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1992, el acrecentamiento de las importaciones en la composición de la demanda final e intermedia de bienes manufacturados fue mucho mayor. En ese tratado entre México, los Estados Unidos de América y el Canadá se estipuló un plazo de 15 años para la total eliminación de las barreras arancelarias entre

CUADRO 8

**Brasil y México: participación de las importaciones en la demanda final, intermedia y total, 1995 y 2009**  
(En porcentajes)

	Brasil			México		
	Intermedia	Final	Total	Intermedia	Final	Total
1995						
Alimentos y bebidas	3,8	9,2	7,3	13,8	4,2	6,0
Productos textiles	9,7	2,6	5,8	26,9	51,0	37,4
Cuero y calzado	6,0	4,1	4,7	3,9	18,2	12,2
Productos de madera	1,4	6,9	1,7	16,8	2,9	13,7
Papel y celulosa	7,5	4,8	6,9	27,1	15,8	24,7
Refinación de petróleo	7,5	7,0	7,3	11,9	6,9	9,4
Productos químicos	22,3	7,8	17,5	39,6	9,2	26,6
Plástico y caucho	7,7	15,2	8,7	56,1	21,7	47,5
Minerales no metálicos	4,0	6,1	4,2	16,4	1,7	11,3
Metalurgia	6,8	9,0	7,1	41,8	11,7	35,2
Maquinaria y equipos	19,5	23,4	22,2	81,3	70,1	74,3
Material eléctrico	20,5	19,1	19,7	79,4	58,4	72,4
Equipos de transporte	13,5	14,3	14,0	52,0	9,9	29,2
Otros productos industriales	4,3	5,6	5,3	22,5	8,5	12,7
Total de las manufacturas	10,6	11,1	10,9	41,9	17,1	30,0
2009						
Alimentos y bebidas	3,2	4,0	3,7	94,0	8,0	23,5
Productos textiles	11,8	3,9	7,2	89,6	38,7	65,3
Cuero y calzado	2,3	6,7	5,7	94,7	28,4	51,7
Productos de madera	1,5	3,3	1,6	60,4	6,8	49,8
Papel y celulosa	5,0	2,1	4,3	65,3	16,9	55,7
Refinación de petróleo	7,6	7,3	7,5	58,4	21,9	41,6
Productos químicos	23,0	12,6	19,7	88,1	25,1	66,1
Plástico y caucho	9,5	22,3	10,6	86,6	58,3	81,6
Minerales no metálicos	4,1	10,8	4,4	35,9	2,8	27,4
Metalurgia	8,6	7,6	8,5	81,5	24,6	73,3
Maquinaria y equipos	23,6	19,0	20,2	95,6	86,0	88,9
Material eléctrico	29,4	33,3	31,5	96,0	74,1	89,0
Equipos de transporte	18,4	11,6	14,3	88,8	55,1	68,4
Otros productos industriales	8,5	5,2	5,9	65,9	17,6	35,0
Total de las manufacturas	12,7	11,6	12,2	81,9	29,6	57,0

Fuente: elaboración propia a partir de información de la Base de datos mundial de insumos-productos (WIOD, 2012).

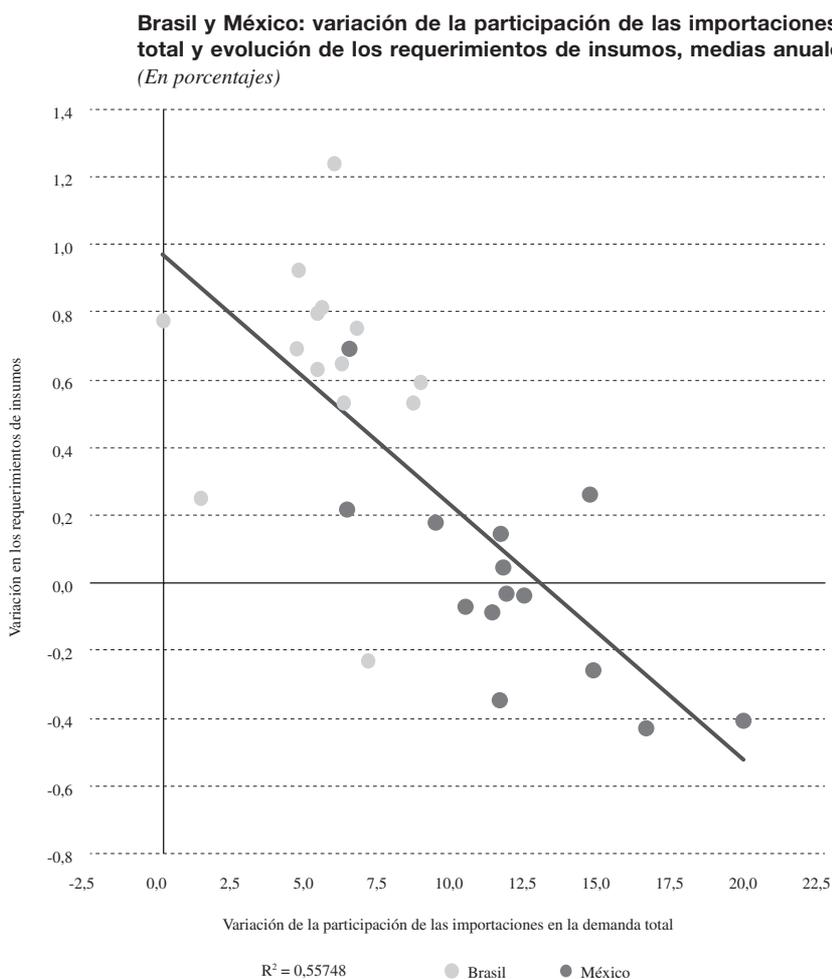
los tres países, que se cumplió en 2007. Con respecto a la demanda final de bienes manufacturados, la participación de las importaciones creció del 17,1% en 1995 al 29,6% en 2009. La penetración de las importaciones en la demanda intermedia de bienes manufacturados aumentó 40 puntos porcentuales, al pasar del 41,9% al 81,9% entre 1995 y 2009. La mayor parte de ese crecimiento se basó justamente en productos originarios del propio bloque comercial, que cuenta con dos economías con un alto grado de industrialización.

Teniendo en cuenta los datos de los 14 sectores industriales del Brasil y México, la disminución de los requerimientos de insumos registrada de 1995 a 2009 parece estar negativamente correlacionada con el aumento de las importaciones en el total de la demanda, como

se ilustra en el gráfico 1. En la media de los sectores, cuanto mayor fue el incremento de las importaciones en la demanda total de bienes manufacturados, relativamente mayores fueron las reducciones de requerimientos para producir los bienes manufacturados en cada uno de los dos países. Eso indica que el aumento de la relevancia relativa de las importaciones parece haber contribuido a la disminución de costos y, por consiguiente, al incremento de la eficiencia en la producción de las manufacturas<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> Una relación similar se observa entre los aumentos de participación de las importaciones en la demanda entre 1995 y 2009 y la evolución de la PTF en los 14 sectores industriales de México y el Brasil. El coeficiente de correlación lineal entre las dos variables es del 50,1%.

GRÁFICO 1



Fuente: elaboración propia sobre la base de información de la Base de datos mundial de insumos-productos (WIOD, 2012).

Los análisis desarrollados en este artículo evidencian las distintas trayectorias de las industrias manufactureras del Brasil y México entre 1995 y 2009. Mientras la posición de la industria mexicana se consolidó con un significativo aumento de la productividad, incluso pese a la reducción de su participación en el PIB y en la demanda total de bienes manufacturados, la industria brasileña experimentó una pérdida absoluta y relativa de productividad y registró un incremento de los costos. El mayor aislamiento de los mercados de bienes manufacturados para el comercio exterior

parece haber contribuido al débil desempeño de la productividad. En contrapartida, la demanda final de bienes manufacturados creció 25,4 puntos porcentuales menos en el Brasil que en México de 1995 a 2009. En ese sentido, sobre la base de los resultados señalados en este artículo, se sugiere profundizar en el futuro el análisis del patrón de consumo y de comercio exterior de los bienes manufacturados en las dos economías y estudiar los efectos de la variación de la productividad industrial en el crecimiento económico y el bienestar de ambos países.

## Bibliografía

- Bandeira, A.C. y F. Garcia (2002), "Reformas y crecimiento en América Latina", *Revista de la CEPAL*, N° 77 (LC/G.2180-P), Santiago de Chile, agosto.
- Carter, A.P. (1980), "Changes in input-output structures since 1972", *Data Resources Interindustry Review*.
- (1967), "Changes in the structure of the American economy, 1947 to 1958 and 1962", *The Review of Economics and Statistics*, vol. 49, N° 2, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, mayo.
- Cavalcanti, P. y J. Rossi (2003), "New evidence from Brazil on trade liberalization and productivity growth", *International Economic Review*, vol. 44, N° 4, Wiley, noviembre.
- Feldman, S.J., D. McClain y K. Palmer (1987), "Sources of structural change in the United States 1963-78. An input-output perspective", *The Review of Economics and Statistics*, vol. 69, N° 3, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, agosto.
- García, F., R.C. Souza y J.O. Pires (2008), "Technical change: it should be positive and make sense!", *Economics Letters*, vol. 100, N° 3, Amsterdam, Elsevier.
- Guillermo, S. y B. Tanka (2007), "Measuring total factor productivity growth in Mexican manufacturing: the story before and after trade liberalization", *Ensayos sobre Política Económica*, vol. 25, N° 53, Bogotá, Banco de la República.
- Hay, D. (2001), "The post-1990 Brazilian trade liberalisation and the performance of large manufacturing firms: productivity, market share and profits", *The Economic Journal*, vol. 111, N° 473, Wiley, julio.
- İşcan, T. (1998), "Trade liberalisation and productivity: a panel study of the Mexican manufacturing industry", *The Journal of Development Studies*, vol. 34, N° 5, Taylor & Francis.
- Katz, J. (2000), "Structural change and labor productivity growth in Latin American manufacturing industries 1970-96", *World Development*, vol. 28, N° 9, Amsterdam, Elsevier.
- Kneller, R. y A. Stevens (2003), "The specification of aggregate production function in the presence of inefficiency", *Economics Letters*, vol. 81, N° 2, Amsterdam, Elsevier.
- Kumbhakar, S.C., M. Denny y M. Fuss (2000), "Estimation and decomposition of productivity change when production is not efficient", *Econometric Reviews*, vol. 19, N° 4, Taylor & Francis.
- Kumbhakar, S.C. y H. Wang (2005), "Estimation of growth convergence using a stochastic production frontier approach", *Economics Letters*, vol. 88, N° 3, Amsterdam, Elsevier.
- Lahr, M.L. y E.E. Dietzenbacher (eds.) (2001), *Input-Output Analysis: Frontiers and Extensions*, Houdmills, Palgrave.
- Leontief, W. (1951), *The Structure of the American Economy*, Nueva York, Oxford University Press.
- Mesquita, M. (2007), "Fear of China: is there a future for manufacturing in Latin America?", *World Development*, vol. 35, N° 3, Amsterdam, Elsevier.
- Miller, R. y P. Blair (2009), *Input-Output Analysis*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Moreira, M.M. (2007), "Fear of China: is there a future for manufacturing in Latin America?", *World Development*, vol. 35, N° 3, Amsterdam, Elsevier.
- Pires, J. y F. Garcia (2012), "Productivity of nations: a stochastic frontier approach to TFP decomposition", *Economics Research International*, Hindawi Publishing Corporation.
- Schor, A. (2004), "Heterogeneous productivity response to tariff reduction. Evidence from Brazilian manufacturing firms", *Journal of Development Economics*, vol. 75, N° 2, Amsterdam, Elsevier.
- Solow, R.M. (1957), "Technical change and the aggregate production function", *Review of Economics and Statistics*, vol. 39.
- Weiss, J. (1992), "Trade policy reform and performance in manufacturing: Mexico 1975-88", *The Journal of Development Studies*, vol. 29, N° 1, Taylor & Francis.
- WIOD (World Input-Output Database) (2012), *The World Input-Output Database: Contents, Sources and Methods*, M. Timmer (ed.), abril [en línea] [www.wiod.org/database](http://www.wiod.org/database).