



Revista Venezolana de Gerencia  
ISSN: 1315-9984  
rvgluz@yahoo.es  
Universidad del Zulia  
Venezuela

Martínez C., Hugo R.; Pico F., Jairo J.  
Eficiencia y productividad en el comercio del sector manufacturero entre Venezuela y Mercosur  
Revista Venezolana de Gerencia, vol. 18, núm. 62, abril-junio, 2013, pp. 265-290  
Universidad del Zulia  
Maracaibo, Venezuela

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29026923008>

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



## Eficiencia y productividad en el comercio del sector manufacturero entre Venezuela y Mercosur

Martínez C., Hugo R.\*  
Pico F., Jairo J.\*\*

### Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar la eficiencia y la productividad del comercio del sector manufacturero entre Venezuela y el Mercosur durante el 1999-2009. El tipo de investigación fue explicativa con un diseño no experimental de corte transversal. La población estuvo constituida por unidades de decisión, en adelante (DMU) representadas por Venezuela, Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay. La técnica de recolección de datos fue documental. La técnica de análisis de datos utilizada, fue la metodología no paramétrica del Análisis Envoltorio de Datos y el método del Índice de Malmquist. Los resultados indican que Venezuela muestra ineficiencia técnica de insumos con tendencia descendente entre 0,7% al 26,3%, Uruguay con 4,9% al 5,7%; Brasil y Paraguay se destacan debido al uso eficiente de recursos, Argentina en menor importancia. Venezuela fue la única que registró pérdidas de productividad en el comercio de manufacturas 0,102%, el resto avanzaron: Argentina crece con 2,13%, Brasil en 0,0234%, Paraguay en 0,2823% y Uruguay en 0,51%. Se concluye como prioridad que el país desarrolle condiciones de eficiencia y productividad para adelantar una mejor posición competitiva en ámbito internacional.

**Palabras clave:** Eficiencia, productividad, análisis envolvente de datos, índice de Malmquist, Mercosur.

---

Recibido: 10-04-12. Aceptado: 02-04-13

\* Doctor en Ciencias Económicas, Profesor titular a dedicación exclusiva. Investigador acreditado al PEI. Departamento de Métodos Cuantitativo. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela, e-mail: humartinez@gmail.com

\*\* Magíster, Profesor Asistente. Investigador acreditado al PEI. Departamento de Ingeniería Industrial Vicerrectorado Puerto Ordaz Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre (UNEXPO).

## *Commercial Efficiency and Productivity in the Manufacturing Sector between Venezuela and Mercosur*

### **Abstract**

The objective of this research was to determine the commercial efficiency and productivity in the manufacturing sector between Venezuela and Mercosur during the 1999-2009 periods. Research was of the explicative type with a non-experimental, cross-sectional design. The population consisted of decision-making units, indicated as DMU, represented by Venezuela, Brazil, Argentina, Paraguay and Uruguay. The data collection technique was documentary; the data analysis technique was the non-parametric methodology of Data Envelopment Analysis and the index method of Malmquist. Results indicate that Venezuela shows technical input inefficiency with a decreasing trend between 0.7% to 26.3%, Uruguay with 4.9% to 5.7%; Brazil and Paraguay stand out for the efficient use of resources, Argentina has a lesser significance. Venezuela was the only unit that registered productivity losses in the manufacturing business, 0.102%, while the rest advanced. Argentina grew by 2.13%, Brazil by 0.0234%, Paraguay by 0.2823% and Uruguay by 0.51%. Conclusions mention the priority that this country develops conditions of efficiency and productivity to advance a better competitive position in the international sphere.

**Key words:** Efficiency, productivity, data envelopment analysis, index of Malmquist, Mercosur.

### **1. Introducción**

Se ha argumentado que en los procesos de apertura externa, incluidos los de integración, la eliminación de las restricciones al comercio puede conducir a realizar economías de escala y disminuir la ineficiencia en las empresas, mediante la competencia, resultando una mejora de la productividad y de la eficiencia en el uso de los recursos. En gran medida los resultados dependerán de la competitividad de las empresas como punto de partida, y de las políticas macro y microeconómicas, en un marco de significativos efectos distributivos entre países, zonas y grupos sociales.

En este orden de ideas, refiere Krugman (1994), el incremento de la productividad en un país, es el único camino que conduce a un mayor nivel de vida de

la población en el largo plazo. Por otra parte, explica Murrias (2007) la competitividad de una nación es el grado al cual se puede producir bajo condiciones de libre mercado, bienes y servicios que satisfagan el test de mercados internacionales, y simultáneamente incrementen los ingresos reales de sus ciudadanos. La competitividad a nivel nacional está basada en un comportamiento superior de la productividad.

Ahora bien, en el Mercosur como alternativa de integración, resulta interesante esbozar, porque en el actual escenario mundial con el predominio del capitalismo global como modelo económico, no se puede competir de forma individual. Ejemplo de ello, lo representan los distintos bloques conformados por las economías más poderosas del mundo, como Estados Unidos, la Comunidad Europea

o el reciente grupo de países emergentes BIRC (Brasil, India, China y Rusia); de igual forma para Sudamérica como región en desarrollo, es fundamental intentar aumentar los grados de crecimiento y desarrollo económico, a través, de la integración y la inserción como bloque dentro de la economía mundial.

Es importante subrayar, la relevancia en el ámbito del comercio internacional, que lograse Venezuela al progresar, a través de sus empresas en la nueva apertura como miembro del Mercosur. El desafío que representan para las principales industrias del país en las áreas; de refinación de petróleo, petroquímica, acero, aluminio, cemento, materiales de construcción, textiles, cervecería, procesamiento de alimentos, fertilizantes, cemento, neumáticos, auto partes, vehículos, telecomunicaciones, alimentos, bebidas, textiles, ropa, calzado, productos químicos y plástico, inclusive; también el acero y el aluminio, ocupan ventajosa posición para contribuir al progreso económico venezolano, al contar con condiciones competitivas en la extracción del hierro y bauxita, y para su procesamiento en materia prima básica por el apoyo de recursos hidroeléctricos, carboníferos, calizas, arenas silíceas, agua y gas natural, y muy especialmente, en el sector de manufacturas como principal motor del ascenso para el crecimiento económico del país.

No obstante, en los ámbitos empresariales y académicos han surgido dudas sobre las ventajas que le reporta a Venezuela su inserción, como socio pleno. Los argumentos que sustentan parten del hecho de que los países del Mercosur, especialmente Brasil y Argentina, poseen un mayor grado de industrialización, son eco-

nomías más diversificadas, de mayor tradición y potencial exportador que Venezuela. Brasil y Argentina poseen ventajas comparativas y competitivas en la producción de bienes de la industria tradicional, bienes difusores de progreso tecnológico (industria automotriz, maquinarias pesadas, bienes de la industria química y equipos).

Por otra parte, el presidente de Conindustria explica: los productos nacionales pierden competitividad en el exterior, indicando que Venezuela se ha convertido en un mercado perfecto para los exportadores de Brasil y Argentina que colocan la producción excedente, mientras que la presencia de los artículos manufacturados internamente se ha extinguido del ámbito comercial. En los últimos 10 años los productos nacionales han perdido más del 77% de competitividad frente a las mercaderías del resto de los países de la región. Las causas son la alta inflación, el tipo de cambio sobrevaluado y el exceso de restricciones económicas y laborales que han afectado la eficiencia y productividad de las empresas. El citado autor especificó, que el sector de manufactura, luego de experimentar un repunte del 14% en el 2005, su crecimiento cae en 1,6% para el 2008. Las importaciones subieron en 358% desde 2003 al pasar de 10,48 MM \$ a más de 47,6 MM \$. Así mismo, se han perdido 104.500 empleos directos en el sector manufactura, y más de 300.000 empleos indirectos en el período antes anunciado (El Nacional 29/01/2009).

Se plantea, entonces, el problema de las asimetrías de eficiencia y productividad entre Venezuela y los países que integran el Mercosur, específicamente, en el sector de manufactura, en el cual Brasil y Argentina, ponen al país en una posición

contraproducente; visto desde la perspectiva de los procesos industriales, son muy superiores, siendo muchas empresas las que poseen tecnología de punta. La capacidad competitiva de las empresas brasileñas afectaría a las empresas venezolanas en el entorno comercial. Dentro de este contexto, señala Krugman (2010), el diagnóstico y las propuestas de políticas sobre los problemas de productividad de las economías de América Latina y el Caribe se concentran casi exclusivamente en los sectores industriales, y a veces solo en la manufactura. No obstante, para impulsar el crecimiento y el ingreso per cápita, la región debe dar empuje a la productividad y eficiencia de las empresas.

Ahora bien, dentro de este orden de ideas, es donde se circunscribe la presente investigación, es decir, determinar la eficiencia y la productividad en el comercio del sector manufacturero entre Venezuela y el Mercosur en el periodo 1999-2009. Por consiguiente, en atención a la problemática expuesta, se considera adecuado formular la siguiente interrogante de investigación: ¿Cuáles son las medidas a considerar basándose en la eficiencia en el comercio del sector manufacturero entre Venezuela y los países del Mercosur? y, ¿Cuáles son los significados de productividad en el comercio del sector manufacturero en Venezuela y los países miembros del Mercosur?

Asimismo, es importante destacar el empleo de la metodología no paramétrica del Análisis Envolvente de Datos (DEA) para evaluar la eficiencia en cada unidad de decisión, en adelante (DMU), es decir, Venezuela y los países miembros del Mercosur, es decir, Brasil, Argentina, Paraguay

y Uruguay; además, la medición de la productividad se realiza empleando el método del Índice Malmquist.

Uno de los tipos de investigación más importante es el explicativo, porque produce explicaciones más satisfactorias de la realidad, como es saber las causas de los fenómenos que se estudian (Mejía, 2005). El tipo de investigación aplicado se considera explicativa ya que se mide las relaciones de causa-efecto entre las variables analizadas (Rojas, 1997). En ese sentido, el trabajo desarrollado se orientó a proporcionar respuestas sobre la influencia de la eficiencia en la productividad en el comercio del sector manufacturero de las unidades de decisión en Venezuela y los países miembros del Mercosur, es decir, Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay.

Para esto se planteó una investigación con un diseño no experimental transversal ya que se analiza los fenómenos tal y como se dan en su contexto real, se observaran situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador (Hernández et al., 2006). La población objeto de estudio se define como la totalidad del fenómeno a estudiar en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación (Tamayo, 2004). A tal efecto, la población objeto del estudio está representado por las unidades de decisión, en adelante (DMU) constituido por Venezuela, Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay.

Para alcanzar el objetivo propuesto se realizó una revisión documental de los reportes estadísticos de cada Banco Central en las Cuentas Nacionales de cada unidad decisión tomando como dato

el valor de la producción a costa de factores, y el valor de las exportaciones, expresados en miles de millones a precios corrientes ambas del sector manufacturero durante el periodo 1999 hasta 2009. Para el procesamiento de los datos, se consideró como entradas; los insumos ó los inputs, al valor de la producción a costa de factores; y como salidas o *outputs* al valor de las exportaciones de sector manufacturero. Se deflactó los precios corrientes calculados a dólares constantes tomando como año base el 2004. Asimismo, se utilizaron los medios automatizados, análisis envolvente de datos, no paramétrica, Software: Visual Basic, Ábaco PL, Ábaco DEA, para analizar el comportamiento desde el lapso antes mencionado. Se evaluó la eficiencia de insumos y productos a través del modelo BCC DEA de Banker et al. (1984) para determinar que (DMUs), es eficiente 100% o quien se distancia de la frontera eficiencia o es inefficiente. También se midió la productividad del comercio del sector manufacturero por (DMUs) a través de la metodología del índice Malmquist, por descomposición del índice del mismo; si la disminución ó la ganancia en productividad era por causa de cambio de eficiencia técnica o por cambio tecnológico (innovación). Para totalizar el comportamiento de estas productividades durante el lapso de estudio se utilizó el promedio geométrico dado que esta medida estadística es la más adecuada para números índices.

## 2. La medida de eficiencia

Farell (1957) fue quien estableció nuevos enfoques para el estudio de la eficiencia y la productividad a nivel microeconómico para el análisis de las empresas. El modelo empleado, genera una frontera en un espacio que tiene como ejes (Cuadro 1):

1. Los recursos o factores del sistema productivo (insumos ó inputs).
2. Los productos o servicios que genera (exumos o outputs).

Lo más común es considerar al total de insumos y exumos, considerando que estos resumen un número considerable de elementos o rubros:

**Cuadro 1**  
**Insumos y exumos en el modelo de frontera**

Ejes	Elementos o rubros
Insumos o Entradas	1. Capital 2. Mano de Obra 3. Materia prima 4. Materiales y suministros 5. Insumos intermedios
Exumos o Salidas	1. Total de ventas 2. Cantidad de los productos o servicios generados 3. Valor agregado

Fuente: Mercado (1997).

La primera aproximación al concepto de eficiencia en términos cuantitativos procede de Farrell (1957), quien distingue dos componentes principales dentro del concepto económico de eficiencia: *la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa*. Un proceso de producción es técnicamente eficiente si, dada una combinación particular de factores productivos, es capaz de obtener el máximo nivel de resultados soportando el mínimo costo (en término de consumo de recursos). De esta forma, la presencia de inefficiencia

técnica puede deberse al exceso en el consumo de algunos insumos (ineficiencia técnica pura) o a la selección de un tamaño óptimo de fabricación (ineficiencia técnica de escala) (Banker et al., 1984).

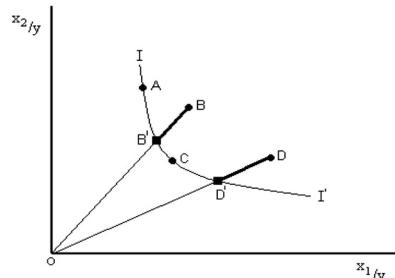
Asimismo, un proceso de producción es asignativamente eficiente si utiliza una combinación de insumos óptima (proporciones de recursos adecuadas) considerando sus precios relativos.

## 2.1. Eficiencia técnica

Charnes et al. (1978) emplearon el término Decisión Market Unit (DMU) para hacer referencia a cualquier tipo de productor o unidad de producción, empresa, industria, organizaciones, personas, región, país. Ahora bien, considérense cuatro unidades - A, B, C y D - cada una de las cuales obtiene un único output ( $y$ ) empleando para ello dos inputs ( $x_1$  y  $x_2$ ). En el Gráfico 1 cada punto (•) representa las coordenadas del "plan de producción" ( $x_1/y$ ,  $x_2/y$ ) observado para cada una de las referidas unidades. La isocuanta unidad de las unidades eficientes viene representada por la curva  $I$   $I'$ , de tal modo que aquellas que se encuentran por encima de la misma resultan ineficientes.

Así, la eficiencia técnica, que pone de manifiesto la capacidad que tiene una unidad para obtener el máximo output a partir de un conjunto dado de inputs, se obtiene al comparar el valor observado de cada unidad con el valor óptimo que viene definido por la frontera de producción estimada (isocuanta eficiente). Observando la Gráfico 1 puede verse que tanto la unidad B como la D son ineficientes técnicamente, puesto que ambas po-

**Gráfico 1**  
**Eficiencia Técnica Relativa**



Fuente: Farrell (1957).

drían reducir la cantidad de inputs consumidos y seguir produciendo una unidad de output. La ineficiencia de estas unidades vendrá dada por la distancia respectivamente. Por el contrario, las unidades A y C son técnicamente eficientes puesto que operan sobre la isocuanta eficiente. B, B', D y D'. Numéricamente puede obtenerse la puntuación de eficiencia (relativa) como la relación entre la longitud de la línea desde el origen hasta el punto proyectado (es el punto de intersección de la frontera eficiente y la recta que une el origen con aquel que representa a una unidad) sobre la isocuanta eficiente de la unidad considerada y la longitud de la línea que une el origen a la unidad considerada. Así, para B se tiene:

$$\text{Eficiencia Técnica de } B = ET_B = \frac{OB'}{OB} \quad [1]$$

Evidentemente, la eficiencia técnica así definida sólo puede tomar valores comprendidos entre cero y uno. Una puntuación cercana a cero debe entenderse como que la unidad que está siendo evaluada se encuentra muy lejos de la iso-

cuanta eficiente y, en consecuencia, se trata de una unidad muy ineficiente técnicamente. Todo lo contrario sucede si la eficiencia técnica está próxima a uno. Finalmente, una eficiencia técnica de uno indica que la unidad se encuentra sobre la isocuanta eficiente, como es el caso de A y C. De manera análoga a como se procedió con la unidad B, la eficiencia técnica para la unidad D vendrá dada por:

$$ET_D = \frac{OD'}{OD} \quad [2]$$

Estas medidas se calculan a través del Análisis Envolvente de Datos.

## **2.2. Método del Análisis Envolvente de Datos (DEA)**

El Análisis Envolvente de Datos (DEA, del inglés Data Envelopment Analysis), es una técnica que busca medir la eficiencia de una DMU con respecto a otras DMUs del mismo sector en condiciones donde no se conoce la función de producción que relaciona a los inputs con los outputs. Para esto se basa en técnicas de programación lineal, que permiten identificar cuáles son las DMUs cuya eficiencia sea del 100% (DMU eficiente), y a partir de esta información generar una frontera de producción. Uno de los principales requisitos que exige este modelo es que todas las unidades productivas evaluadas (DMU o –DMUs–) sean lo más homogéneas posible, es decir, que consuman los mismos tipos de entradas o inputs y produzcan la misma clases de salidas u outputs, por lo que previamente deben detectarse aquellas unidades que tengan un comportamiento atípico, para eliminarlas del análisis,

puesto que éstas darían lugar a distorsiones del análisis propuesto. La propuesta inicial del método DEA se debe a Charnes et al. (1978), quienes presentan la formulación matemática basada en los conceptos de eficiencia técnica presentados por Farrel (1957). La idea inicial, planteada en la tesis doctoral por Rhodes (1978) fue maximizar la función de eficiencia asociada a la DMU, sujeto a la restricción de que la eficiencia no supere la unidad o 100%. Su formulación inicial se indica en el Cuadro 2.

En los trabajos de Charnes et al. (1978) se logró transformar este problema en uno de programación lineal que permitiese la utilización del algoritmo simplex, modelo que se denominó CCR (Siglas de Charnes et al. (1978). Su formulación es la siguiente: A partir del modelo CCR fueron elaborados otros modelos, que dependen de una restricción adicional que considera la convexidad sobre las ponderaciones de los inputs y los outputs. El más resaltante de estos modelos es BCC propuesto por (Banker et al., 1984) (Cuadro 3).

Esta restricción adicional, lo que hace es considerar una frontera de producción bajo rendimientos de escalas variables, es decir determinará si el rendimiento es creciente o decreciente.

## **2.3. Cambio técnico**

El estudio del progreso económico ha reconocido cómo el uso de la tecnología ha influido sobre este progreso. Una definición formal de cambio técnico es presentada por Fedriani y Villalón (2006), quienes plantean que un cambio técnico en una tecnología es cualquier cambio en la frontera de producción que altere la re-

**Cuadro 2**  
**Eficiencia 100% asociadas a la DMU**

$\text{Maximizar } \Theta = \frac{\sum_{r=1}^R v_r Y_r}{\sum_{i=1}^I v_i X_i}$ $\text{Sujeto a: } \frac{\sum_{r=1}^R v_r Y_r}{\sum_{i=1}^I v_i X_i} \leq 1$ $v_r, v_i \geq 0$	Donde: $\Theta$ : Eficiencia (Valor objetivo) $v_r$ : Peso asociado al r-ésimo Producto $v_i$ : Peso asociado al i-ésimo Insumo $Y_r$ : Cantidad del r-ésimo Producto $X_i$ : Cantidad del i-ésimo Insumo
--	--

Fuente: Elaboración propia (2012) en base a Rhodes (1978).

**Cuadro 3**  
**Tipos de fronteras de eficiencia**

Modelo	Frontera de Eficiencia	Modelos de Insumo	Modelos de Producto
CCR		Minimizar $Z=\theta$ Sujeto a: $\theta X_0 \geq \lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + \dots + \lambda_n X_n$ $\lambda_1 Y_1 + \lambda_2 Y_2 + \dots + \lambda_n Y_n \geq Y_0$ $\lambda_j \geq 0$	Maximizar $Z=\phi$ Sujeto a: $X_0 \geq \lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + \dots + \lambda_n X_n$ $\lambda_1 Y_1 + \lambda_2 Y_2 + \dots + \lambda_n Y_n \geq \phi Y_0$ $\lambda_j \geq 0$
BCC		Minimizar $Z=\theta$ Sujeto a: $\theta X_0 \geq \lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + \dots + \lambda_n X_n$ $\lambda_1 Y_1 + \lambda_2 Y_2 + \dots + \lambda_n Y_n \geq Y_0$ $\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n = 1$ $\lambda_j \geq 0$	Maximizar $Z=\phi$ Sujeto a: $X_0 \geq \lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + \dots + \lambda_n X_n$ $\lambda_1 Y_1 + \lambda_2 Y_2 + \dots + \lambda_n Y_n \geq \phi Y_0$ $\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n = 1$ $\lambda_j \geq 0$

Fuente: Elaboración propia (2012) en base a Charnes et al. (1978); Banker et al. (1984).

lación entre consumos y producciones. Un cambio técnico se denomina progreso técnico si la producción aumenta para cualquier consumo, con respecto al que se obtenía antes del cambio. Este concepto es introducido por Solow (1957) en su artículo *Technical change and the aggregate production function*, en el cual observa que hay un aumento de la producción que no es explicable por el aumento de la relación capital / mano de obra.

Explica “cualquier clase de desplazamiento de la función de producción, así como, los retardos, las aceleraciones, las mejoras en la educación de la fuerza de trabajo, y toda clase de cosas, aparecerán como cambio técnico” (Solow, 1957: 320).

Por otra parte, en general estos procesos de cambio tecnológico pueden ser clasificados en los siguientes rubros según refiere Kato (2000): a) Ahorro de energía y perfeccionamiento de los bienes de capital, b) Cambios tecnológicos

orientados a expandir el control de los procesos elementales y del proceso global de producción, c) cambios tecnológicos orientados a mejorar los sistemas de control de materiales, d) cambios tecnológicos orientados a intensificar la productividad de la fuerza de trabajo, e) cambios tecnológicos orientados a la adaptación de paquetes tecnológicos integrados; a saber: robótica, informática, tecnología de diseño, tecnología de grupos, administración de mantenimiento, tecnología láser y, f) cambios tecnológicos orientados a perfeccionar las características de diseño de los productos finales.

#### 2.4. Productividad

Por productividad se entiende el ratio entre productos generados e insumos utilizados por una unidad productiva (Sannin y Zimet, 2001). Por ende, la misma puede variar tanto por diferencias en la tecnología existente, recogida en la función de producción, como por diferencias en la eficiencia del proceso productivo o por diferencias en el entorno en que se produce.

Dentro de este contexto señala Levitán (1984) que la productividad es una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos y denota la eficiencia con la cual los recursos -humanos, capital, conocimientos, energía, entre otros- son usados para producir bienes y servicios en el mercado.

Álvarez (2001) señala que estos términos son usados en el sentido, de que es buena para las empresas, una mejora en cualquiera de los recursos empleados, lo que induce a que en ocasiones se usen de forma indistinta. La clave

está en entender que fijando una de las variables (*input* o *output*) ambos conceptos son equivalentes, pero cuando ambos varían, *la productividad* se ve afectada necesariamente por un *efecto tamaño* que incorpora la *ley de los rendimientos decrecientes*; esto implica que mayores producciones, manteniendo la tecnología constante, sólo pueden alcanzarse a costa de una menor *productividad*.

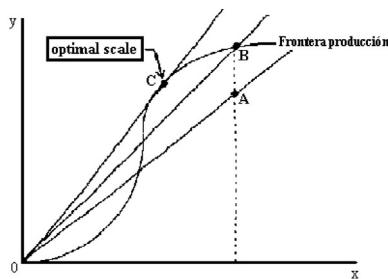
##### 2.4.1. Diferencia entre eficiencia técnica y productividad

Ahora bien, es conveniente diferenciar entre los términos: *productividad* y *eficiencia técnica*, habitualmente usados como sinónimos. Cuando se habla de productividad, “normalmente se hace referencia al concepto de productividad media de un factor, es decir, al número de unidades de output producidas por cada unidad empleada del factor” (Álvarez, 2001:20).

Supóngase un proceso productivo que emplea un único input en cantidad X para producir un único output en cantidad Y. En el Gráfico 2 se han representado tres unidades (A, B y C) y la frontera de producción que representa el máximo output alcanzable para cada nivel de input, y refleja el estado actual de la tecnología en la industria (Coelli et al., 1998).

Según la figura de Coelli et al. (1998) reproducida en el Gráfico 2 las unidades B y C son *técnicamente eficientes* puesto que operan sobre la frontera, en tanto que la A es *ineficiente* al situarse por debajo de ésta. Por otra parte, la productividad (se emplea el término productividad como aquella medida que toma en cuenta todos los factores de producción, inclu-

**Gráfico 2**  
**Unidades de producción**



Fuente: Coelli et al. (1998).

yendo todos los outputs producidos) de una unidad, entendida como producto medio (productividad media de un factor), se mide como la pendiente de la línea recta desde el origen hasta el punto que lo representa. Ahora bien, la unidad A podría ganar en eficiencia y productividad al moverse hacia el punto representado por la B, mientras que ésta última, *técnicamente eficiente*, podría ganar en productividad si se moviese hacia el punto que representa a la unidad C, el de máxima productividad, el punto de *escala óptima*. Puede decirse, como resultado, “que una empresa puede ser técnicamente eficiente pero todavía ser capaz de mejorar su productividad al explotar economías de escala” (Coelli et al., 1998:4).

#### 2.4.2. Medición de la productividad: Índice de Malmquist

El enfoque tradicional de análisis de la productividad mediante modelos no frontera incorpora el supuesto implícito de que todas las Decision Market Unit (DMU) son eficientes, por lo que el creci-

miento de la productividad se interpreta únicamente como *desplazamientos de la frontera de producción*, es decir, como *cambio técnico*. Sin embargo, en presencia de ineficiencia, la estimación del cambio técnico estaría sesgada.

Los enfoques *frontera* tienen en cuenta explícitamente los posibles comportamientos ineficientes de las (DMU) analizadas. El método de frontera DEA proporciona la técnica para el cálculo de la eficiencia que junto con el método del índice de Malmquist permite la combinación de la eficiencia con el cambio técnico para medir la productividad. El índice de Malmquist permite medir la productividad entre dos períodos  $t$  y  $t+1$ . El procedimiento, propuesto por Caves et al. (1982) se basa en el cálculo de la distancia que separa a cada (DMU) de la frontera de referencia en cada período. La producción en un período  $t$  ( $P^t$ ), se define la combinación de insumos  $x^t$  que permiten obtener un conjunto de productos posibles  $y^t$ . Es decir:

$$P^t(x) = \{x^t : \text{possible}(x^t, y^t)\} \quad [3]$$

Así mismo, la función distancia en función de los insumos será

$$D^t(x^t, y^t)^{-1} = \min\{\theta : (\theta x^t, y^t) \in P^t(x)\} \quad [4]$$

Esta función por definición es la inversa de la eficiencia técnica. Dado que se trata de comparar la evolución de la productividad, el índice de Malmquist precisa funciones de distancia con respecto a diferentes períodos de tiempo. Así, en un período posterior  $t+1$ , la función de distancia se define como:

$$D^t(x^{t+1}, y^{t+1})^{-1} = \min_{\in P^t(x)} \left\{ \theta: (\theta x^{t+1}, y^{t+1}) \right\} [5]$$

A partir de estas funciones de distancia, Caves et al. (1982) definen el índice de productividad de Malmquist orientado a los insumos referido al período  $t$  como:

$$M_{CCD}^t = \frac{DC^t(x^t, y^t)}{DC^t(x^{t+1}, y^{t+1})} [6]$$

Un índice  $M^t > 1$  indica que la productividad en el período  $t+1$  es superior a la del período  $t$ , puesto que la distancia del período  $t+1$  es menor que la distancia del período  $t$ , lo cual es lo deseable. Por el contrario, un  $M^t < 1$  indica que la productividad ha descendido puesto que la distancia en el período  $t+1$  es mayor.

De la misma manera definimos el índice de Malmquist al período  $t+1$ , la función sería:

$$M_{CCD}^{t+1} = \frac{DC^{t+1}(x^t, y^t)}{DC^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} [7]$$

Para evitar los problemas derivados de la elección de uno u otro período Färe et al. (1989-1992) proponen utilizar la media geométrica de los índices de Malmquist definidos por Caves et al. (1982). Por lo tanto, el índice se calcula definitivamente como:

$$M_{FGLR}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \sqrt{\left( \frac{DC^t(x^t, y^t)}{DC^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left( \frac{DC^{t+1}(x^t, y^t)}{DC^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right)} [8]$$

Siguiendo a Färe et al. (1989-1992), una forma equivalente de expresar este índice es:

$$\begin{aligned} M_{FGLR}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) &= \\ \left( \frac{DC^t(x^t, y^t)}{DC^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) x &[9] \\ \left( \sqrt{\left( \frac{DC^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{DC^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left( \frac{DC^{t+1}(x^t, y^t)}{DC^t(x^t, y^t)} \right)} \right) \end{aligned}$$

Índice de Malmquist =  
Cambio Eficiencia x Cambio Técnico  
Técnica

Fuente: Elaboración propia (2012) en base a Färe et al. (1989-1992).

El primer término mide el Cambio de Eficiencia Técnica entre los períodos  $t$  y  $t+1$ . Si es mayor que uno, la producción en el período  $t+1$  es más eficiente que la producción en el período  $t$ . Si es igual a uno, las eficiencias en ambos períodos son iguales. Si es menor que uno, en el período  $t+1$  la producción es menos eficiente que en  $t$ .

El segundo término mide el Cambio Técnico entre los dos períodos  $t$  y  $t+1$ . Si han existido mejoras tecnológicas, tendrá un valor superior a uno.

Por lo tanto, un Índice de Productividad de Malmquist superior a la unidad indica mejoras de la productividad, mientras si toma valores inferiores a la unidad, implica pérdidas. Además, debe tenerse en cuenta que, aunque el producto del Cambio de Eficiencia Técnica por el Cambio Técnico por definición es igual al índice de Malmquist, estas dos componentes pueden tener comportamientos en direcciones opuestas. Las funciones distancias se

han calculado bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala, es decir, bajo el modelo CCR. Esto permite descomponer el índice de Malmquist en cambio de eficiencia técnica y cambio técnico. No obstante, esta aproximación puede ser extendida al incorporar rendimientos variables de escala.

#### 2.4.3. Descomposición considerando rendimientos variables de escala

El resultado de la descomposición con rendimientos variables de escala se debe a Färe et al. (1994:231-232) y Färe et al. (1994:74-75). El cambio eficiencia técnica se descompone en cambios en la eficiencia técnica pura y cambios en la eficiencia de escala. La descomposición a la que se ha hecho referencia, se expresa en la ecuación siguiente:

$$\left( \frac{DC^t(x^t, y^t)_{CCR}}{DC^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})_{CCR}} \right) \\ \left( \frac{DC^t(x^t, y^t)_{BCC}}{DC^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})_{BCC}} \right) x \\ \left( \frac{\frac{DC^t(x^t, y^t)_{CCR}}{DC^t(x^t, y^t)_{BCC}}}{\frac{DC^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})_{CCR}}{DC^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})_{BCC}}} \right) [10]$$

Cambio Eficiencia Técnica=

Cambio de Eficiencia x Cambio de Eficiencia  
Técnica Pura de Escala

Fuente: Elaboración propia (2012) en base a Färe et al. (1994) y Färe et al. (1994).

El cambio eficiencia técnica pura (CETP)  $> 1$  significa que la unidad evaluada ha conseguido una ganancia en su eficiencia técnica pura, es decir, ha conse-

guido utilizar los insumos en una forma más eficiente en el período t+1. El cambio de eficiencia de escala (CEE) se define como “una medida de los cambios en la escala de operaciones en relación al tamaño óptimo de producción” (Quirós y Pi-  
cazo, 2001:89).

Por tanto, la obtención de un CEE>1 significará un acercamiento a la escala más productiva, es decir se acerca al tamaño óptimo de producción en el período t+1.

El cambio técnico en esta descomposición permanece igual, así, el índice de Malmquist orientado a los insumos propuesto por Färe et al. (1994) es:

$$M_{FGLR} = \left( \frac{DC^t(x^t, y^t)_{BCC}}{DC^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})_{BCC}} \right) x \\ \left( \frac{\frac{DC^t(x^t, y^t)_{CCR}}{DC^t(x^t, y^t)_{BCC}}}{\frac{DC^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})_{CCR}}{DC^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})_{BCC}}} \right) x \\ \left( \sqrt{\left( \frac{DC^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{DC^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left( \frac{DC^{t+1}(x^t, y^t)}{DC^t(x^t, y^t)} \right)} \right) [11]$$

Índice de Malmquist =

Cambio de Eficiencia Técnica Pura

x Cambio de Eficiencia

x Cambio Técnico

Fuente: Elaboración propia (2012) en base a Färe et al. (1994) y Färe et al. (1994).

## 4. Medición de la eficiencia de insumos

Se inicia con la aplicación del modelo BCC de Banker et al. (1984) que proporciona el valor de la Eficiencia Técnica Pura (ETP) bajo rendimientos variables,

es decir, rendimientos de escala crecientes (o economías de escala) cuando el incremento porcentual de los outputs es mayor que el incremento porcentual de los inputs y, rendimientos de escala decrecientes (o deseconomías de escala) cuando el incremento porcentual de los outputs es menor que el incremento porcentual de los inputs. La Tabla 1 muestra en forma sintética, los principales resultados de las tendencias en el comportamiento de la eficiencia técnica lograda de insumos de la producción a costa de factores utilizados para las exportaciones de manufacturas entre Venezuela y los países del Mercosur. Se distingue la actuación lograda por Brasil y Paraguay donde han sostenido los niveles de eficiencia

técnica de insumo en el más alto nivel ( $\theta=1$ ).

Evidentemente, se infiere el uso adecuado en los insumos del sector manufacturero y el logro de situarse consecutivamente en la isocuanta de la frontera de eficiencia. Argentina, pierde eficiencia entre 2003 al 2007 y se recupera en 2008 y 2009. Venezuela luce un sentido descendente del 99,3% en 1999 hasta 73,7% respectivamente, es decir, un desperdicio de recursos del 25,6%, respectivamente. Igual Uruguay pero en menor proporción.

La Tabla 2 muestra el ajuste de la fracción, en términos de ineficiencia técnica de insumos. Vale decir, lo que cada país deberá combinar para corregir su desempeño operativo en los niveles de ineficien-

**Tabla 1**  
**Eficiencia técnica de insumos lograda ( $\theta$ ) modelo BCC**

Países	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Argentina	1	1	1	1	0.903	0.739	0.771	0.827	0.999	1	1
Brasil	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Paraguay	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Uruguay	0.951	0.916	0.855	0.954	0.913	0.852	0.872	0.886	0.965	0.976	0.943
Venezuela	0.993	0.679	0.677	0.924	0.878	0.77	0.739	0.702	0.802	0.785	0.737
Meta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia (2012).

**Tabla 2**  
**Fracción de ineficiencia técnica de insumos a reducir ( $1-\theta$ )**

Países	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Argentina	0	0	0	0	0.097	0.261	0.229	0.173	0.001	0	0
Brasil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paraguay	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uruguay	0.049	0.084	0.145	0.046	0.087	0.148	0.128	0.114	0.035	0.024	0.057
Venezuela	0.007	0.321	0.323	0.076	0.122	0.23	0.261	0.298	0.198	0.215	0.263
Meta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia (2012).

cia de la composición de insumos. Obsérvese, que tanto Brasil y Paraguay se mantienen en la meta de eficiencia ( $1-\theta$ ), mientras que Argentina, ejecutó acciones para lograr alcanzar en los dos últimos años su meta. Mientras que Venezuela, evidencia un consumo excesivo de recursos del 26,3%. Se plantea el problema de corregir esa discrepancia para alcanzar la isocuanta de la frontera de eficiencia y mejorar los niveles de competitividad.

En el Gráfico 3, se explica el desempeño por países en términos de ineficiencia técnica de insumos acumulado, obsérvese que Venezuela es quien luce más desfavorable con una proyección negativa en comparación con el resto de países. Nótese que Brasil y Paraguay no se visualizan en la figura en cuestión, debido al desempeño sostenido en los niveles de eficiencia.

#### 4.1. Medición de la eficiencia de productos

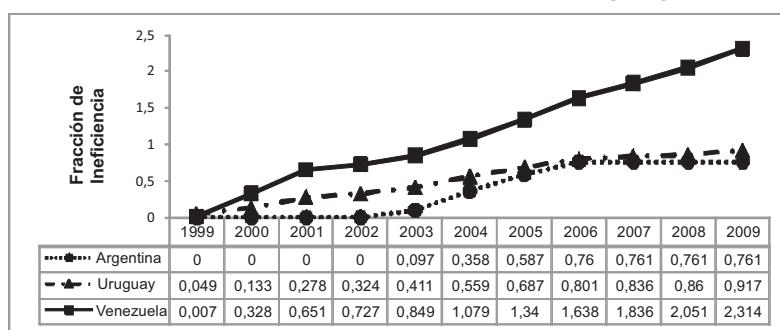
La Tabla 3 muestra la eficiencia técnica lograda por cada país, vale decir, pone de manifiesto la capacidad que tiene cada país para obtener un máximo de

productos para las exportaciones de manufactura, a partir de un conjunto de recursos utilizados. Se obtiene al comparar el valor observado de cada país con un valor óptimo que viene definido por la frontera de producción o isocuanta eficiente. Se observa que tanto Brasil como Paraguay son técnicamente eficientes porque operan el valor óptimo de eficiencia. Mientras que el resto debe reducir la cantidad de insumos consumidos, tal como se aprecia en la tabla mencionada, para lograr alcanzar la meta ( $\theta = 1$ ) o valor óptimo de eficiencia.

La Tabla 4 muestra la fracción de ineficiencia técnica de productos entre los países objetos de estudios, se evidencia que tanto Brasil como Paraguay destacan por mantenerse en el valor óptimo, es decir, en la isocuanta de la frontera de eficiencia. Por su parte, Argentina, Uruguay y Venezuela disipan ineficiencia. Sin embargo, Venezuela tiene la mayor proporción de ineficiencia de productos con un 36% en el 2009.

El Gráfico 4 muestra el análisis complementario de la tendencia ascendente

**Gráfico 3**  
**Ineficiencia técnica de insumos acumulada por países**



Fuente: Elaboración propia (2012).

**Tabla 3**  
**Eficiencia técnica de productos lograda ( $\phi$ ) modelo BCC**

Países	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Argentina	1	1	1	1	1.11	1.372	1.315	1.221	1.001	1	1
Brasil	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Paraguay	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Uruguay	1.054	1.118	1.209	1.051	1.107	1.226	1.198	1.171	1.043	1.03	1.074
Venezuela	1.008	1.399	1.457	1.088	1.157	1.368	1.437	1.475	1.256	1.283	1.36
Meta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia (2012).

**Tabla 4**  
**Fracción de ineficiencia técnica de productos ( $\phi-1$ )**

Países	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Argentina	0	0	0	0	0.11	0.372	0.315	0.221	0.001	0	0
Brasil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paraguay	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uruguay	0.054	0.118	0.209	0.051	0.107	0.226	0.198	0.171	0.043	0.03	0.074
Venezuela	0.008	0.399	0.457	0.088	0.157	0.368	0.437	0.475	0.256	0.283	0.36
Meta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia (2012).

del comportamiento de la ineficiencia técnica acumulada por países de productos para la exportación de manufactura. Se evidencia que tanto Brasil como Paraguay no aparecen en la figura en referencia por estar ubicados en el valor óptimo o isocuanta de eficiencia. Así mismo, se observa que Venezuela tiene una tendencia ascendente, presenta la mayor acumulación de ineficiencia, mientras que Uruguay y Argentina presentan también niveles de ineficiencia, pero más bajos.

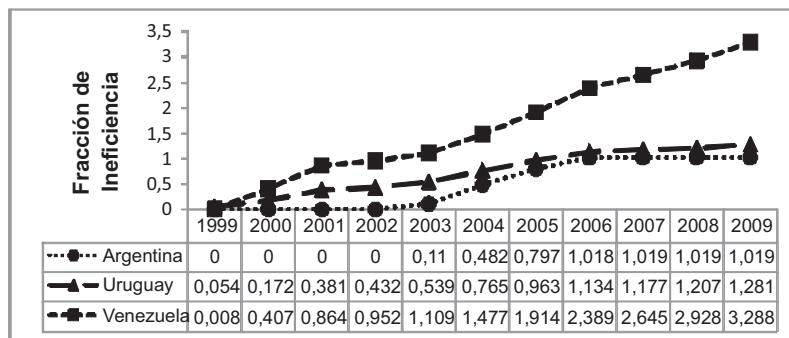
## 5. Medición de la productividad

En la Tabla 5, se aprecian los principales resultados en síntesis de la variación de la productividad calculado a tra-

vés del Índice de productividad de Malmquist (IPM), entre Venezuela y los países del Mercosur, vale decir, Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay, durante el período 1999-2009, a propósito de los cambios correspondidos con las capacidades de gestión para el comercio de las exportaciones de manufacturas, para reducir los insumos utilizados hacia un determinado nivel de producción y desplazarse hacia la frontera de eficiencia o la frontera tecnológica.

Ahora bien, las mediciones de la productividad se llevaron a cabo con la metodología de Malmquist, considerando el supuesto de rendimiento variable a escala, siguiendo a Färe et al. (1994) referente a la descomposición del cambio de eficiencia técnica (cambio de eficiencia

**Gráfico 4**  
**Ineficiencia técnica de productos acumulada por países**



Fuente: Elaboración propia (2012).

técnica pura calculado, en relación con la tecnología de rendimientos variables a escala y un componente residual que apresa los cambios en la desviación entre la frontera tecnológica de rendimientos constantes). O también por el “cambio eficiencia escala, es una medida de los cambios en la escala de operaciones en relación al tamaño óptimo” (Quirós y Pi-  
cazo, 2001:89).

Es importante subrayar que dos son las fuentes principales de las ganancias o pérdidas de productividad entre las DMUs ó países objeto de estudio: *el cambio eficiencia técnica y el cambio del progreso tecnológico*. Comparando ambos, si el cambio en eficiencia es mayor que el cambio técnico, el avance en productividad será debido en mayor medida a las mejoras en la eficiencia, sucediendo lo contrario en el caso en que el progreso técnico obtenido supere a aquella.

Ahora bien, Argentina (Tabla 5), en los cuatro primeros años demuestra una tendencia descendente del índice de productividad de Malmquist (IPM), se aprecia una disminución del promedio geométrico

de productividad del  $0,9954 - 1 = - 0,000445$  es decir, por debajo de la meta en  $0,000445$  equivalente a  $0,445\%$  entre el periodo 2000 al 2004. Ahora bien, al descomponer el índice (Gráfico 5) se observa que la pérdida de productividad se produce por los desenlaces de ineficiencia técnica, es decir, por los cambios en la escala de distancia que origina la separación de la frontera tecnológica, la cual desfavorece en términos de valor agregado el rendimiento del comercio de manufacturas.

Sin embargo, a partir del 2005 al 2009 se observa un repunte del índice situándose en un promedio geométrico del 1,04602. En otras palabras, el comercio de manufactura mejora su rendimiento en  $1,04602 - 1 = 0,04602$  equivalente a  $4,60\%$ . Del análisis precedente (Gráfico 5) se explica que este resultado es causado por la expansión del cambio de eficiencia total, es decir, por efectos derivados del mejoramiento continuo de los procesos operativos del cambio de eficiencia pura y el cambio de eficiencia de escala. De allí pues, la consecuencia de la tendencia del acercamiento a la frontera.

**Tabla 5**  
**Evaluación de la productividad Venezuela y países**  
**del Mercosur 1999-2009**

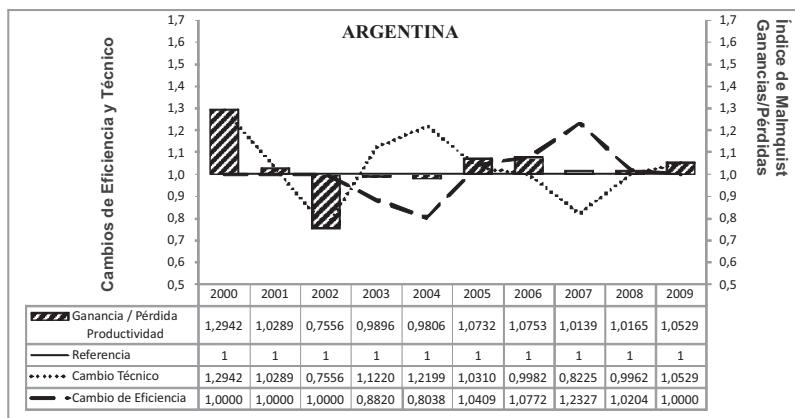
Comparación	Países	Cambio de Eficiencia Pura	Cambio de Eficiencia Escala	Cambio de Eficiencia Total	Cambio Técnico	Índice de Malmquist
1999-2000	Argentina	1,000000	1,000000	1,000000	1,294230	1,294230
	Brasil	1,000000	0,802051	0,802051	1,294178	1,037997
	Paraguay	1,000000	0,798650	0,798650	1,293864	1,033345
	Uruguay	0,963197	0,828298	0,797814	1,294394	1,032686
	Venezuela	0,683787	1,094809	0,748616	1,294944	0,969415
2000-2001	Argentina	1,000000	1,000000	1,000000	1,028948	1,028948
	Brasil	1,000000	1,111253	1,111253	1,029080	1,143569
	Paraguay	1,000000	0,980282	0,980282	1,028993	1,008703
	Uruguay	0,933406	1,036123	0,967123	1,028553	0,994738
	Venezuela	0,997054	0,998503	0,995562	1,028446	1,023882
2001-2002	Argentina	1,000000	1,000000	1,000000	0,755614	0,755614
	Brasil	1,000000	1,109321	1,109321	0,755464	0,838052
	Paraguay	1,000000	1,281609	1,281609	0,755747	0,968573
	Uruguay	1,115789	1,160270	1,294618	0,755512	0,978099
	Venezuela	1,364845	0,949332	1,295691	0,755970	0,979504
2002-2003	Argentina	0,903000	0,976744	0,882000	1,122014	0,989616
	Brasil	1,000000	1,037344	1,037344	1,122104	1,164008
	Paraguay	1,000000	0,893498	0,893498	1,122085	1,002580
	Uruguay	0,957023	0,934014	0,893873	1,122118	1,003031
	Venezuela	0,950216	0,943773	0,896789	1,121792	1,006010
2003-2004	Argentina	0,818383	0,982248	0,803855	1,219927	0,980644
	Brasil	1,000000	1,000000	1,000000	1,219712	1,219712
	Paraguay	1,000000	0,809285	0,809285	1,220004	0,987330
	Uruguay	0,933187	0,870918	0,812729	1,219917	0,991462
	Venezuela	0,876993	0,924456	0,810742	1,219706	0,988866

**Tabla 5**  
**Evaluación de la productividad Venezuela y países**  
**del Mercosur 1999-2009 (Continuación)**

Comparación	Países	Cambio de Eficiencia Pura	Cambio de Eficiencia Escala	Cambio de Eficiencia Total	Cambio Técnico	Índice de Malmquist
2004-2005	Argentina	1,043302	0,997700	1,040903	1,031063	1,073237
	Brasil	1,000000	1,000000	1,000000	1,031000	1,031000
	Paraguay	1,000000	0,978295	0,978295	1,030853	1,008478
	Uruguay	1,023474	0,968235	0,990964	1,030679	1,021366
	Venezuela	0,959740	0,997575	0,957413	1,030976	0,987070
2005-2006	Argentina	1,072633	1,004291	1,077236	0,998220	1,075318
	Brasil	1,000000	1,000000	1,000000	0,998470	0,998470
	Paraguay	1,000000	1,020602	1,020602	0,998332	1,018900
	Uruguay	1,016055	1,009626	1,025836	0,998885	1,024692
	Venezuela	0,949932	1,103001	1,047776	0,998190	1,045879
2006-2007	Argentina	1,207981	1,020467	1,232704	0,822554	1,013966
	Brasil	1,000000	1,000000	1,000000	0,822364	0,822364
	Paraguay	1,000000	1,209627	1,209627	0,822245	0,994610
	Uruguay	1,089165	1,120804	1,220741	0,822191	1,003683
	Venezuela	1,142450	1,069367	1,221698	0,822692	1,005081
2007-2008	Argentina	1,001001	1,019388	1,020408	0,996226	1,016557
	Brasil	1,000000	1,080000	1,080000	0,922458	0,996255
	Paraguay	1,000000	1,639281	1,639281	0,780316	1,279158
	Uruguay	1,011399	1,426698	1,442961	0,838083	1,209321
	Venezuela	0,978803	1,688296	1,652510	0,775798	1,282013
2008-2009	Argentina	1,000000	1,000000	1,000000	1,052976	1,052976
	Brasil	1,000000	0,766667	0,766667	1,137083	0,871764
	Paraguay	1,000000	0,585748	0,585748	1,344697	0,787654
	Uruguay	0,966189	0,685934	0,662742	1,252411	0,830025
	Venezuela	0,938854	0,606393	0,569315	1,352471	0,769981

Fuente: Elaboración propia (2012).

**Gráfico 5**  
**Evolución del índice de malmquist cambio de eficiencia y técnico**



Fuente: Elaboración propia (2012).

Dentro de este contexto, refiere Martín (2000) si la unidad se está acercando o se está alejando de la frontera eficiente la variación en el nivel de eficiencia sería el resultado de la capacidad que tienen las empresas, en la gestión de su proceso operativo, para incorporar el progreso tecnológico, es por eso, que los cambios en la eficiencia técnica (efecto catching-up) ocurridos en dos períodos de tiempo serán atribuibles a cambios en la eficiencia técnica pura y a cambios de escala.

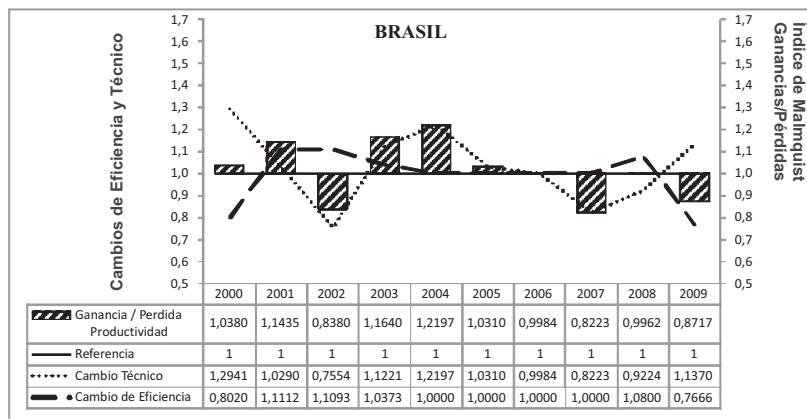
En síntesis, es importante resaltar el resultado de actuación de Argentina referidos a las ganancias o pérdidas de productividad derivadas del comercio de manufacturas en el lapso estudiado, el mismo logró un promedio geométrico del 1,0213764 es decir  $1,0213764 - 1 = 0,0213764$  equivalente a 2,13% de crecimiento en términos de valor agregado.

Por otra parte, Brasil (Tabla 5) logra en cinco períodos consecutivos entre 2000 al 2005, un crecimiento de productividad

promedio geométrico del 1,07802 del IPM, es decir,  $(1,07802 - 1 = 0,07802)$  equivalente a un aumento del 7,80%. En otras palabras, logra ganancia el comercio de manufactura. Al descomponer el índice (Gráfico 6) se observa la tendencia ascendente proviene de los efectos del cambio técnico (innovación), de allí, la explicación de la variación del cambio de escala en distancia que se aproxima a la frontera tecnológica. Ahora bien, explica (Parkin, 1995) el progreso técnico viene acompañado por el desarrollo de nuevas y mejores formas de producir bienes y servicios, o como refiere (Martin, 2000:3) por el conjunto de innovaciones y cambios en las técnicas que desplazan la frontera de producción obteniéndose, así, un *output* mayor sin variar la cantidad de *inputs* utilizados, o bien el mismo nivel de *output*, utilizando menor cantidad de *inputs*.

Ahora bien, a partir del 2006 al 2009 se aprecia una merma de productividad en promedio geométrico del

**Gráfico 6**  
**Evolución del índice de malmquist cambio de eficiencia y técnico**



Fuente: Elaboración propia (2012).

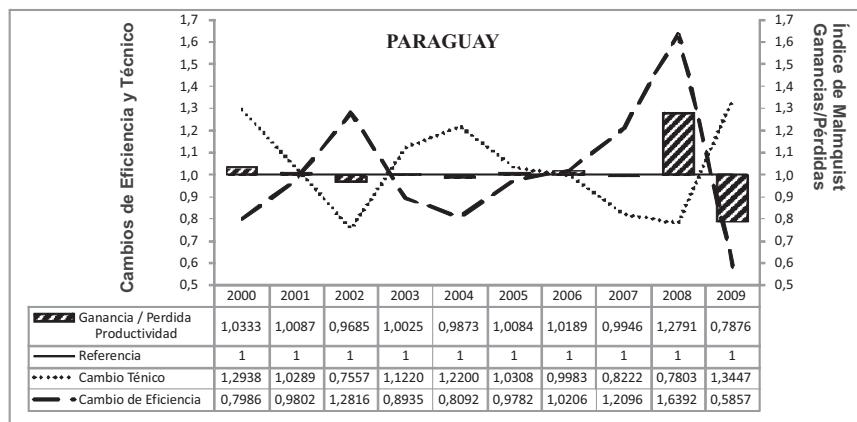
0,9188, es decir  $0,9188 - 1 = -0,0811$  equivalente al 8,11% de pérdida. Al descomponer el índice se observa que la causa es imputada por la ineficiencia técnica, lo que ocasiona el desvío de la frontera tecnológica. En resumen es importante destacar, que los resultados de actuación de Brasil relacionadas con las ganancias o pérdidas de productividad derivadas del comercio de manufacturas en el lapso estudiado, el mismo alcanzaron un promedio geométrico del 1,000234 del IPM, es decir  $1,000234 - 1 = 0,0000234$ , un crecimiento del 0,0234% en términos de valor agregado.

Por otra parte, Paraguay (Tabla 5) logra en los primeros seis años, un crecimiento de productividad en lapso del 2000 al 2005 calculados en promedio geométrico 1,001207 del IPM es decir,  $1,001207 - 1 = 0,00120$  equivalente al 0,12% de ganancia en el comercio de manufactura. Al descomponer el índice se observa que la causa es adjudicada por los resultados del avance del cambio téc-

nico (innovación). De allí pues, que la evolución del cambio de escala en la distancia, permite la aproximación a la frontera tecnológica. Dentro de este contexto, explica Aguilar (2005) el cambio tecnológico introduce cambios que llevan el reemplazo de productos, procesos, diseños y técnicas que conducen a innovaciones en las condiciones de trabajo, estilos de vida y estructuras de producción entre países. En ese sentido, las naciones en desarrollo están llegando a la conclusión de que para encontrar una vía aceptable de crecimiento no basta un ajuste macroeconómico sino que es necesario un cambio estructural, con una transformación que armonicé el marco institucional con el cambio técnico.

Ahora bien, a partir del 2007 al 2009 (Gráfico 7) la tendencia mejora con un promedio geométrico calculado del 1,005188 del IPM es decir,  $(1,005188 - 1 = 0,005188)$ , creció el comercio de manufactura en 0,518%. Del análisis precedente, este progreso resulta del cambio

**Gráfico 7**  
**Evolución del índice de malmquist cambio de eficiencia y técnico**



Fuente: Elaboración propia (2012).

de eficiencia total, derivados del mejoramiento continuo de los procesos que permiten el aproximarse a la frontera de eficiencia, o como lo explica Martin (2000) por la dinámica del efecto catching-up. En síntesis, los resultados de la actuación de Paraguay relacionados con las ganancias o pérdidas de productividad en el comercio de manufactura en el lapso estudiado, lograron alcanzar un promedio geométrico del 1,002823, en otras palabras, creció en términos de valor agregado del 0,2823 %  $1,002823 - 1 = 0,002823$ .

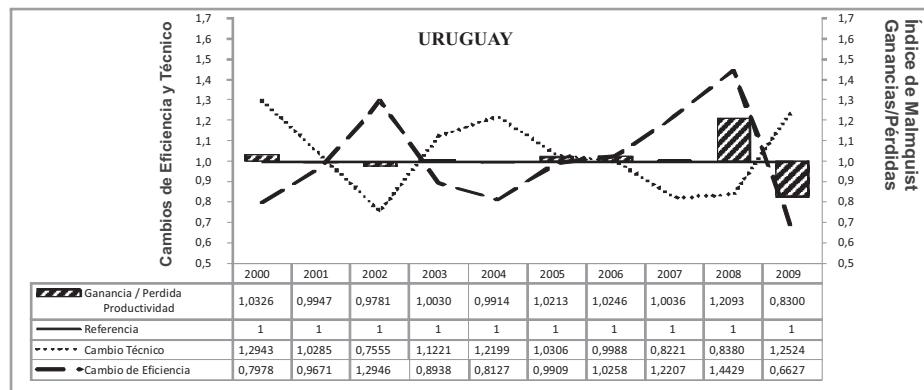
Por otra parte, en Uruguay (Tabla 5) la evolución de la productividad en los cinco primeros años, es decir, entre el 2000 al 2004, indica una tendencia descendente en promedio geométrico del IPM 0,997961, decrece la productividad del comercio de manufactura en 0,0203%, es decir  $0,997961 - 1 = -0,0002039$ . Al descomponer el índice (ver Gráfico 8) se observa que la causa proviene de los desen-

lace de la ineficiencia técnica. No obstante, a partir del 2005 al 2009 la tendencia mejora registrándose un IPM calculado en promedio geométrico del 1,01059, en otras palabras, hubo un progreso de  $(1,01059 - 1 = 0,01059)$  equivalente al 1,05%.

Al descomponer el índice se observa (Gráfico 8) que el crecimiento es producido por efectos del cambio de eficiencia total y este se ocasiona por los resultados del cambio de eficiencia pura ó como lo explica (Martin, 2000) por derivaciones del efecto catching-up.

Dentro de este contexto, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) (2004: 16) presenta, “el efecto catching-up implica que economías menos desarrolladas experimentan un crecimiento más rápido en el resultado individual, en parte adoptando buenas prácticas de trabajo, equipamiento de capital y tecnologías. Esto debe conducir a un proceso en el cual las economías me-

**Gráfico 8**  
**Evolución del índice de malmquist cambio de eficiencia y técnico**



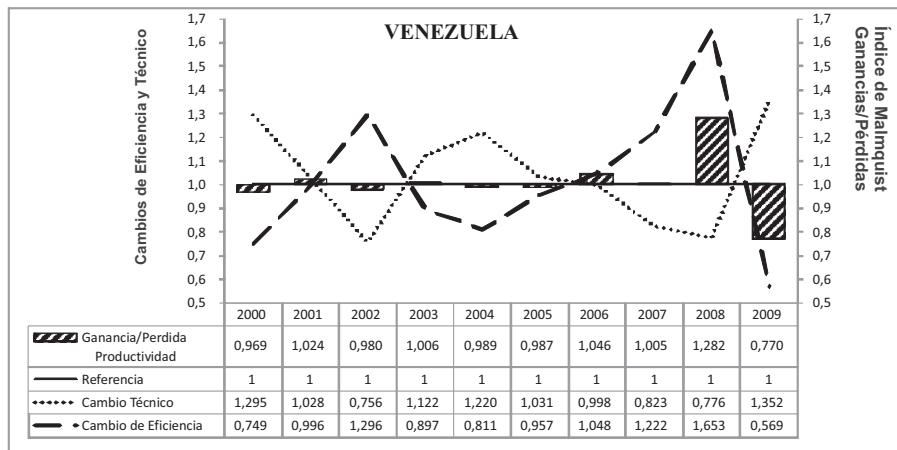
Fuente: Elaboración propia (2012).

nos avanzada inicialmente crecen más rápidamente, pero los índices de crecimiento económico decaen en la medida que ellos alcanzan a países más avanzados". En resumen es importante destacar, que los resultados de actuación de Uruguay relacionadas con las ganancias o pérdidas de la productividad en el comercio de manufacturas durante el lapso estudiado, alcanzaron un promedio geométrico del 1,005179, es decir un crecimiento de  $1,005179 - 1 = 0,00517$ , lo cual corresponde a un 0,517% en términos de valor agregado.

Por otra parte, en Venezuela en los primeros seis años muestra una tendencia descendente la productividad (Gráfico 9), es decir, en periodo 2000 al 2005 calculados en promedio geométrico del IPM de 0,741924, presenta una perdida en términos de valor agregado del comercio de manufactura del  $0,741924 - 1 = -0,2580751$  equivalente al 25,80% de decrecimiento.

Al descomponer el índice (Gráfico 9) se observa que la causa proviene de la ineficiencia técnica producida por la discrepancia del cambio de eficiencia pura y el cambio de escala (Tabla 5) de allí, la explicación del cambio de escala en la distancia lo cual se separa de la frontera de eficiencia. No obstante, a partir del periodo 2006 al 2009 (Gráfico 9), se registra un avance de productividad calculada en promedio geométrico del IPM en 1,00929733, es decir,  $1,00929733 - 1 = 0,009927$ , remontando el comercio de manufactura en términos de valor agregado en 0,929%. Al descomponer el índice se observa (Gráfico 9), que el mismo, es causado por los efectos del cambio de eficiencia total proveniente del mejoramiento continuo de los procesos del cambio de eficiencia pura y el cambio de escala, de allí la explicación del progreso de la obtenido hasta el 2008. No obstante, a partir 2009 disminuye la productividad situándose el índice en 0,770, es decir  $1 -$

**Gráfico 9**  
**Evolución del índice de malmquist cambio de eficiencia y técnico**



Fuente: Elaboración propia (2012).

$0,770 = 0,23$  equivalente a un 23% de pérdida.

Es importante destacar, que los resultados de actuación de Venezuela atribuidos a las ganancias o pérdidas de productividad en periodo estudiado, alcanzó un promedio geométrico del 0,998971 de IPM; otras palabras, registró una pérdida en términos de valor agregado del 0,102%, que equivale a  $0,998971 - 1 = -0,0010288$ .

## 6. Consideraciones Finales

Si bien es cierto que Venezuela posee la ventaja de ser un socio deseable para realizar acuerdos preferenciales de comercio dentro de la región por sus grandes reservas naturales y sus recursos energéticos; o porque tradicionalmente ha mantenido fuertes vínculos con Estados Unidos y, desde ese punto de vista, podría servir como puente hacia el

mercado estadounidense para otros países sudamericanos.

A su vez, el poder de negociación internacional se vería reforzado para el país con la promoción de emprendimientos productivos regionales que incluyen redes integradas especialmente por pymes y cooperativas, diversificación de productos en las diferentes áreas productivas, así como también con asociaciones que nazcan entre las pymes de los países socios, conformando clusters industriales para el fortalecimiento de las empresas de manufacturas que producen aisladamente.

Sin embargo, Venezuela en la actual coyuntura necesita como prioridad principal alcanzar niveles de productividad y eficiencia óptima para lograr competitividad en los mercados internacionales, pues los resultados obtenidos en el periodo objeto de estudio muestran una tendencia descendente en el comercio de

manufactura, lo que representa una desventaja que exige una rectificación en lo inmediato en la conducción de la gestión para poder competir en condiciones más favorables y lograr insertarse en circunstancias de idónea capacidad.

Ahora bien, para el país ser miembro de Mercosur puede ser una forma de disminuir su dependencia de Estados Unidos y de aumentar, a la vez, sus relaciones económicas con otras partes del mundo, en la medida en que Mercosur mantiene buenas relaciones comerciales como por ejemplo con la Unión Europea. La unión al Mercosur podría dar más confianza a los inversionistas extranjeros y fortalecer la estabilidad política del país, pero con antelación se debe reajustar la política económica encaminada a elevar e impulsar la productividad de los sectores de la producción y en especial los del sector manufacturero para obtener un mejoramiento continuo de los procesos tanto de los recursos como de la producción. Solo bajo esta orientación pudiese lograrse las condiciones de competitividad que exige los mercados internacionales y obtener mejor posición en su actuación.

## Referencias bibliográficas

- Álvarez Pinilla, Antonio (2001). **La Medición de la Eficiencia y la productividad.** Ediciones. Pirámide. Madrid.
- Aguilar Cruz, Conrado (2005). Naturaleza del cambio tecnológico y el crecimiento económico". **Contribuciones a la Economía, Febrero, Editado por eumed.net.** [Disponible en <http://www.eumedt.net/ce/>] [Consulta: 04-04-2012]
- Banker, Right D.; Charnes A. and Cooper W.W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Manage. Sci.**, 30, 1078-1092.
- Caves, Douglas W.; Christensen, L.R. Y Diewert, W.E. (1982). The economic theory of index number and the measurement of input, output, and productivity. **Econometrica**, Vol. 50, Nº 6, págs. 1393-1414. [Disponible en: <http://www.aae.wisc.edu/aae741/Ref/Caves%20Econometrica%201982.pdf>][Consulta: 04-04-2012]
- Coelli, Timothy; D.S. Prasada Rao; C. J. O'Donnell y G.E. Battese (1998). An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. Kluwer Academic Publishers, Boston. [Disponible en [http://facweb.knowlton.ohio-state.edu/pvinton/courses/crp4700/coelli\\_Intro\\_effic.pdf](http://facweb.knowlton.ohio-state.edu/pvinton/courses/crp4700/coelli_Intro_effic.pdf)][Consulta: 04-04-2012]
- Charnes, Abraham; Cooper, and W.W y Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units". **European Journal of Operational Research**, 2: 429-444.
- El Nacional (2009). **Productos nacionales pierden competitividad en el Exterior, Empresas y Negocios, cuerpo seis del 29 de Enero.**
- Färe, Rolf; Grosskopf, S., Lindgren, B. y Roos, P. (1989). Productivity developments in Swedish hospitals: A Malmquist output index approach, Discussion paper 89-3, Southern Illinois University.
- Färe, Rolf; Grosskopf, S., Lindgren, B. y Roos, P. (1992). Productivity changes in Swedish Pharmacies 1980-89: A nonparametric Malmquist Approach. **Journal of productivity Analysis**, 3(3):85-101.
- Färe, Rolf; Grosskopf, S., Lindgren, B. Y Roos, P. (1994). Productivity developments in Swedish hospitals: A Malmquist output

- index approach, en Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A. y Seiford, L. (eds.): *Data envelopment analysis: Theory, methodology and applications*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Färe, Rolf; Grosskopf, S., Norris, M. Y Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries. *The American Economic Review*, vol. 84, Nº 1, and págs. 66-83.
- Färe, Rolf; Grosskopf, S., y Lovell, C.A.K. (1994). *Production Frontiers*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Farrell, Michael J. (1957). The Measurement of Technical Efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, Vol. 120, Nº 3, págs. 253-281.
- Fedriani Martel, Eugenio M., Tenorio Villalón, Á. F. (2006). Progreso técnico: una aproximación desde la Teoría de Grupos de Transformaciones de Lie. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*. 1. 5-24. [Disponible en: [www.upo.es/RevMet\\_Cuant/art1.pdf](http://www.upo.es/RevMet_Cuant/art1.pdf)] [Consulta: 18/03/2007].
- Hernández Sampieri, Roberto; Fernández-Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). **Metodología de la investigación**. México: McGraw Hill.
- Kato Maldonado, Luis (2000). Rotación de capital y selección de técnicas en el modelo Multisectorial de producción lineal y en el esquema Marxista de producción basado en la Teoría del Valor Trabajo. [Disponible en: [www.iwgvt.org/files/00kato.rtf](http://www.iwgvt.org/files/00kato.rtf)] [Consulta: 18-03-2007].
- Krugman, Paul (1994). *The age of Diminished Expectations*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, Londres. Inglaterra. En: **Revista Banco de la República**, del mes de Febrero.
- Krugman, Paul (2010). **La era de la productividad, como trasformar las economías desde su cimientos**. Carmen Pagés Editora. Distribución en América Latina y España Fondo de Cultura Económica. [Disponible en [www.fondodeculturaeconomica.com](http://www.fondodeculturaeconomica.com)], [Consultado el 24/04/2011].
- Martín Bofarull, Monica (2000). Eficiencia y Progreso Técnico en el Sistema Portuario Español. III Encuentro de Economía Aplicada. Junio. Valencia. [Disponible en <http://www.alde.es/encuentros/anteriores/iiieea/autores/M/216.pdf>] [Consultado el 24/04/2011].
- Mejía, Elias (2005). **Metodología de la Investigación científica** (1<sup>a</sup> ed.). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.[Disponible en <http://www.unmsm.edu.pe/educacion/postgrado/descargas/metodologia.pdf>[Consultado el 24/04/2011].
- Mercado, Ernesto; Díaz E., Flores M. (1997). **Productividad: Base de la competitividad**. México. Editorial Limusa.
- Murias, Orlando (2007). Productividad, competitividad y educación ¿la fórmula secreta del desarrollo? Boletín marzo del 2007 [Disponible en [www.astic.es](http://www.astic.es)]. [Consultado el 24/04/2011]. [Consultado el 24/04/2011].
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE (2004). **Understanding Economic Growth - Macro Level, Industry Level, Firm Level**, Organisation of economic growth and Development. Paris.
- Parkin, Michael (1995). **Microeconomic**. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana.
- Rhodes, Edwardo (1978). Data Envelopment Analysis and Approaches for Measuring the Efficiency of Decision-making Units with an Application to Program Follow-Through in U.S. Education. Ph. D. dissertation, School of Urban and Public Affairs, Carnegie-Mellon University.
- Rojas Narváez, Rosa (1997). **Orientaciones prácticas para la elaboración de in-**

- formes de investigación.** Ediciones UNEXPO.
- Sanín, María y Fernando Zimet (2001). **Estimación de una frontera de eficiencia técnica en el mercado de seguros Uruguayo.** Asunción: Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Universidad de la República de Uruguay.
- Solow, Robert (1957). El cambio técnico y la función de producción agregada. **Publicado en Lecturas 31 Economía del cambio tecnológico.** Fondo de Cultura.
- Tamayo, Mario (2004). **El proceso de investigación científica: Incluye evaluación y administración de proyectos de investigación.** México: LIMUSA.
- Levitin, Sar and Diane Werneke (1984). Productivity: Problems, prospects, and policies, The Johns Hopkins University Press, Baltimore Económica. México.
- Quirós, Cipriano y Picazo, A. J. (2001). Liberalización, eficiencia y Cambio Técnico en telecomunicaciones. **Revista de Economía Aplicada.** Nº 25. Vol. 9 77-113.[Disponible en <http://www.re-dalyc.org/articulo.oa?id=96917680004> [Consulta el 18-03-2007].