

Eficiencia y productividad en el sector manufacturero entre Venezuela y Mercosur

Hugo Ramón Martínez Caraballo¹ y Jairo José Pico Ferrer²

¹Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad del Zulia.
Maracaibo, Venezuela.

²Departamento de Ingeniería Industrial, Vicerrectorado Puerto Ordaz,
Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre (UNEXPO),
Venezuela.

humartinez@gmail.com

Resumen

El objetivo fue medir la eficiencia y la productividad del sector manufacturero entre Venezuela y Mercosur periodo 1999-2009. La investigación es explicativa, con un diseño no experimental de tipo transeccional. La población estudiada Venezuela, Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay. Se aplicó el Análisis Envoltante de Datos y el Índice de Malmquist. Los resultados revelan que Venezuela evidencia ineficiencia técnica pura con tendencia ascendente 27,7% a 64,8%, Argentina y Uruguay en menor orientación 2,6% a 1,24% y 100% a 0,3%. Brasil y Paraguay superan el uso razonado de recursos. Venezuela, único país en registrar pérdida de productividad del sector manufacturero -2,17%, mientras que los demás avanzaron: Brasil crece 5,08%, Paraguay 3,99%, Argentina 3,48% y Uruguay en 1,10%. Se concluye como prioridad que el país optimice sus condiciones de eficiencia y productividad para lograr un mejor nivel de competitividad en el Mercosur

Palabras clave: eficiencia, productividad, análisis envoltante de datos, índice de Malmquist, Mercosur.

* Trabajo presentado en las IX Jornadas de Investigación y Postgrado. Universidad del Zulia, Núcleo LUZ Punto Fijo. Noviembre 2012.

Efficiency and Productivity in the Manufacturing Sector, Venezuela and Mercosur

Abstract

The objective was to measure the efficiency and productivity of the manufacturing sector contrasting Venezuela and Mercosur during the 1999-2009 period. The research is explanatory, with a non-experimental design of the cross-sectional type. The population included Venezuela, Brazil, Argentina, Paraguay and Uruguay. Data Envelopment Analysis and the Malmquist Index were applied. Results reveal that Venezuela demonstrates pure technical inefficiency with an upward trend of 27.7% to 64.8%; Argentina and Uruguay had a lesser orientation of 2.6% to 1.24% and 100% to 0.3%. Brazil and Paraguay exceed the reasoned use of resources. Venezuela was the only country in the manufacturing sector to lose productivity at 0.0098%, while the others advanced: Brazil grew 5.08%, Paraguay grew by 3.99%, and Argentina and Uruguay, 3.48% and 1.10%, respectively. Conclusions were that the priority for Venezuela is to optimize its efficiency and productivity to achieve a better level of competitiveness in Mercosur.

Keywords: efficiency, productivity, data envelopment analysis, Malmquist index, Mercosur.

1. Introducción

La declaración del pasado treinta y uno de julio, 2012, autoriza formalmente el ingreso a Venezuela como miembro pleno al Mercado Común del Sur (Mercosur). No obstante, existe la preocupación en el ámbito empresarial y académico en lo referente a que si realmente el país tiene las condiciones favorables para competir y ofrecer productos nacionales manufacturados en condiciones de competitividad.

La inquietud empresarial es por la situación actual de decadencia de la oferta productiva que no es suficiente. Además, la pequeña cuantía de inversión de capitales para el sector en cuestión, aunado a las restringidas medidas de política económica industrial administrado durante los últimos diez años ha declinado al sector manufacturero. Por lo tanto, la realidad venezolana en la circunstancias actuales, no dispone de los productos nacionales competitivos que ofrecer en el contexto del Mercosur, el presidente de la Confederación Venezolana de Industria (Conindustria), refiere que el sector manufacturero venezolano se encuentra prácticamente en recesión (El Nacional 26/08/2010), el Producto Interno Bruto (PIB) manufacturero esta deteriorado. Así lo confirma el Índice de Producción Manufacturera (IPM) del Banco Central de Vene-

zuela (BCV). Partiendo del año base 1997, se observa que hay sectores que han reducido su actividad significativamente, como es el caso del sector cuero y calzado el cual ha caído en un - 67% en 13 años; maquinarias eléctricas, - 49%; vehículos, - 23%; maquinarias y equipos, - 20% y textiles, - 12%, respectivamente lo que reflejan la decadencia del capital industrial del país.

Por otra parte, Brasil y Argentina, poseen un mayor grado de desarrollo industrial, son economías más diversificadas, de mayor tradición y potencial exportador que Venezuela. Asimismo, poseen ventajas comparativas y competitivas en la producción de bienes de la industria tradicional, difusores de progreso tecnológico (industria automotriz, maquinarias pesadas, bienes de la industria química y equipos).

Se plantea entonces el problema, de las asimetrías con relación a la eficiencia y la productividad entre los países miembros del Mercosur en el sector manufacturero, por ejemplo Brasil y Argentina, sitúan a Venezuela en posición de desventaja en todos los procesos industriales. Dentro este contexto, explica Krugman (2010), el diagnóstico y las propuestas de políticas sobre los problemas de la productividad de las economías de América Latina y el Caribe se concentran casi exclusivamente en los sectores industriales, y a veces sólo 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.

Dentro este marco, se circunscribió la presente investigación cuyo propósito general fue medir la eficiencia y la productividad en el sector manufacturero entre Venezuela y los países de Mercosur en el periodo 1999 al 2009. De allí pues que, se consideró necesario enunciar la siguiente interrogante de investigación: ¿Cuáles son las medidas a razonar basándose en la eficiencia en el sector manufacturero entre Venezuela y los países del Mercosur? ¿Cuáles son las medidas de productividad en el sector manufacturero en Venezuela y el resto de los países miembros pleno del Mercosur?

Asimismo, es importante subrayar en que el trabajo, se utilizó la metodología no paramétrica del Análisis Envolvente de Datos (DEA) para medir la eficiencia en cada país es decir, Venezuela, Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay, además de la medición de la productividad con el método del Índice Malmquist.

2. Metodología

2.1. Eficiencia y productividad

Tal como plantea Álvarez (2001), la idea de comparar empresas según su comportamiento es de indudable interés para el análisis económico. En este sentido surgen conceptos como los de eficiencia y productividad, a los que recientemente se ha unido el de competitividad, por lo que es de fundamental importancia la definición de estos conocimientos, destacando sus diferencias. Visto de esta forma, se define eficiencia como la facultad de producir la máxima cantidad de productos con una cantidad mínima de insumos. La eficiencia es uno de los factores determinantes de la productividad; la productividad consiste en la variación de la eficiencia en el tiempo.

Por su parte Álvarez (2001) se refiere que existen varios tipos de eficiencia que influyen en la productividad y están ligados a las tres decisiones de producción siguientes (a) Debe elegir el nivel producción que maximice el beneficio, de todos los niveles de producción posibles o eficiencia de escala. (b) Debe elegir la combinación de insumos que minimiza el costo de producción, entre todas las combinaciones de insumos que permiten obtener la producción de la decisión descrita en “a”, o eficiencia asignativa (c) La empresa debe producir el bien o servicio elegido con la cantidad mínima de insumos posible, lo que es lo mismo, optimizar el uso de los recursos o eficiencia técnica. La estimación de estas eficiencias y productividad se obtiene de la aplicación de los métodos de frontera.

2.2. Frontera de producción

El procedimiento más aceptado para la creación de la frontera de producción es una función empírica sobre la base de los mejores resultados observados en la práctica (Farrell, 1957) que corresponde a la creación de una isocuanta convexa y lineal por tramos (Gráfico 1). La frontera SS' se calcula a través de la solución de sistemas de ecuaciones lineales, obedeciendo dos condiciones sobre la isocuanta o frontera: a) que su pendiente no es positiva; b) que ningún punto observado queda entre la frontera y el origen (Farrell, 1957).

2.3. Eficiencia técnica

Para cuantificar la eficiencia técnica se tomó en cuenta la explicación de Farrell. En la cual, una función de producción convexa (SS') con rendimientos de escalas constante, para una empresa que utiliza dos insumos para obtener un producto. Cada uno de los ejes de esta ilustración (eje X e Y) representan el nivel de contribución de cada insumo al producto (observe el Gráfico 1).

Farrell (1957) establece que la medida de eficiencia se basa en la variación de mediciones radiales: la distancia desde el origen hasta el punto de ineficiencia observado OP y la distancia radial de otra empresa que presente la mejor práctica operativa OQ , con lo cual, la eficiencia técnica se expresa como la relación

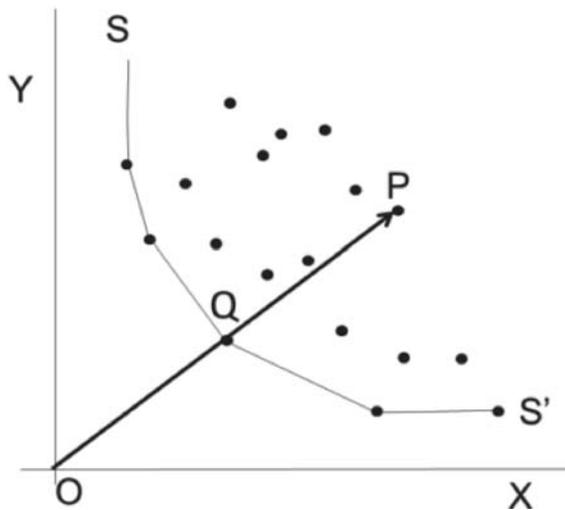
$$\text{Eficiencia técnica} = \frac{\overline{OQ}}{\overline{OP}}$$

Con el aval de Sanhueza (2003), se afirma que la idea de compararse con una empresa sobre la frontera de producción (la isocuanta SS') constituyen la mejor práctica operativa por lo cual forman lo que se denomina “frontera eficiente”, término que alude el hecho de que no es posible ser más eficiente que las empresas situadas en dicha frontera.

Esta medida de eficiencia técnica puede ser descompuesta en eficiencia técnica pura (ETP) y eficiencia escala (EE). Para Banker y Thrall (1992), esta eficiencia de escala mide la relación de rendimientos a escala variable y la eficiencia técnica pura es aquella que esta desprovista de relación de escala.

2.4. Medición de la eficiencia con modelo de frontera

El Análisis Envolvente de Datos (DEA, por sus siglas en inglés), mide la eficiencia de una empresa con respecto a otras del mismo sector en condiciones donde no se conoce la función de producción. Para esto se basa en técnicas de Programación Lineal, que permiten identificar cuáles son las empresas cuya eficiencia es del 100% (empresas



Fuente: Farrell (1957), adaptación propia (2012).

Gráfico 1. Frontera de función de producción lineal a trozos.

eficiente) y a partir de esta información genera una frontera de producción. La propuesta matemática del método DEA se debe a Charnes *et al.* (1978), basada en los conceptos de eficiencia presentada por Farrell en 1957.

2.5. Bases del modelo

Se parte de un proceso de producción en el que a partir de un vector de insumos $X \in \mathfrak{R}_+^N$ se obtiene un vector de productos $Y \in \mathfrak{R}_+^M$ en un conjunto de posibilidades de producción T , de modo que, $T = \{(X, Y); X \text{ puede producir } Y\}$. El conjunto de posibilidades de producción “T” se define como el conjunto de todos los niveles de producción Y , que pueden ser generados con los insumos X . Considerando que la producción cumple con la ley de rendimientos decrecientes, el método DEA analiza diversos tipos de fronteras.

2.5.1. Tipos de frontera

El modelo inicial, planteado por Rhodes (1978), fue maximizar la función de eficiencia asociada a la empresa, sujeto a la restricción de que la eficiencia no supere la unidad o 100%. Este modelo, basándose en las cantidades de Insumos y Productos permite determinar la ponderación asociada a cada insumo y producto de la unidad bajo análisis y también determinar el valor de su eficiencia. Este modelo, pertenece al estudio de la programación fraccional y tiene infinitas soluciones. Charnes *et al.* (1978) lo modificaron en uno de programación lineal utilizando su transformada.

Con el objetivo de estimar los efectos de insumos y productos, además de sus intensidades se obtuvo el modelo dual del modelo primal transformado. Este modelo dual se denominó Modelo CCR (Siglas de A. Charnes, Cooper y Rodhes (1978). El cual es usado para medir la producción a escala constate. A partir del modelo CCR, Banker, A. *et al.* (1984) agregaron una restricción de convexidad, con lo cual se estima la producción a escala variable (Cuadro 2). Así, para cada país se generan dos modelos enfocados a la determinación de las eficiencias de insumo y otros dos modelos de eficiencia del producto.

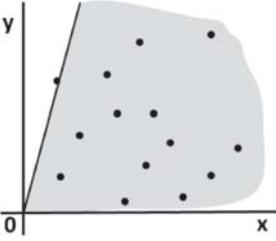
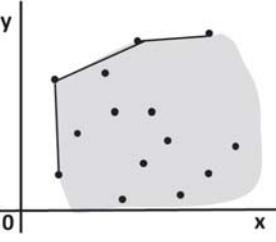
2.6. Medición de la productividad: índice de Malmquist

Los enfoques de frontera tienen en cuenta explícitamente el posible comportamiento ineficiente los países analizados. El método de frontera DEA proporciona la técnica para el cálculo de la eficiencia necesaria para que junto con el método del índice de *Malmquist* permita la combinación de la eficiencia de escala y técnica que con el cambio técnico miden la productividad. El índice de

Cuadro 1. Transformación de modelo fraccional a modelo lineal.

Modelo Original	Transformada de Charnes y Cooper	Modelo Primal Transformado de Programación Lineal
$\max h_o(u, v) = \frac{\sum_{r=1}^{r=R} u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^{i=I} v_i x_{io}}$	$\mu_r = t \cdot u_r$	$\max W_o = \sum_{r=1}^{r=R} \mu_r y_{ro}$
<p>Sujeto a:</p> $\frac{\sum_{r=1}^{r=R} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{i=I} v_i x_{ij}} \quad j = 1, 2, \dots, n$	$\delta_i = t \cdot v_i$	<p>Sujeto a:</p> $\sum_{i=1}^{i=I} \delta_i x_{io} = 1$
$u_r, v_i \geq 0 \quad \forall i, r$	$t = \frac{1}{\sum_{i=1}^{i=I} v_i x_{i0}} \leq 1 \quad t > 0$	$\sum_{r=1}^{r=R} \mu_r y_{ro} - \sum_{i=1}^{i=I} \delta_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$ $\mu_r, \delta_i \geq \epsilon$

Cuadro 2. Tipos de fronteras de eficiencia.

Modelo	Frontera de Eficiencia	Modelos de Insumo	Modelos de Producto
CCR		$\min Z = \theta$ Sujeto a: $\sum_{j=1}^{j=n} x_{ij} \lambda_j \leq \theta x_{i0} \quad \forall i = 1, 2, \dots, I$ $\sum_{j=1}^{j=n} y_{rj} \lambda_j \geq y_{r0} \quad \forall r = 1, 2, \dots, R$ $\lambda_j \geq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$	$\max Z = \phi$ Sujeto a: $\sum_{j=1}^{j=n} x_{ij} \lambda_j \leq x_{i0} \quad \forall i = 1, 2, \dots, I$ $\sum_{j=1}^{j=n} y_{rj} \lambda_j \geq \phi y_{r0} \quad \forall r = 1, 2, \dots, R$ $\lambda_j \geq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$
BCC		$\min Z = \theta$ Sujeto a: $\sum_{j=1}^{j=n} x_{ij} \lambda_j \leq \theta x_{i0} \quad \forall i = 1, 2, \dots, I$ $\sum_{j=1}^{j=n} y_{rj} \lambda_j \geq y_{r0} \quad \forall r = 1, 2, \dots, R$ $\sum_{j=1}^{j=n} \lambda_j = 1 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$ $\lambda_j \geq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$	$\max Z = \phi$ Sujeto a: $\sum_{j=1}^{j=n} x_{ij} \lambda_j \leq x_{i0} \quad \forall i = 1, 2, \dots, I$ $\sum_{j=1}^{j=n} y_{rj} \lambda_j \geq \phi y_{r0} \quad \forall r = 1, 2, \dots, R$ $\sum_{j=1}^{j=n} \lambda_j = 1 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$ $\lambda_j \geq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$

Variables θ = eficiencia de insumos, ϕ = eficiencia de producto, X = insumo, Y = producto
 Fuente: Charnes, A. *et al.* (1978); Banker, R. *et al.* (1984). Adaptación propia (2012).

Malmquist permite medir la productividad entre dos períodos t y $t+1$. El procedimiento, propuesto por Caves *et al.* (1982), para medir este índice se basa en el cálculo de la distancia que separa a cada país 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: $P^t(x) = \{x^t: \text{posible}(x^t, y^t)\}$. Así mismo, la función distancia es la inversa de la eficiencia técnica de los insumos productos. Dado que se trata de comparar la evolución de la productividad en función de los cambios de eficiencia técnico pura, cambios de eficiencia de escala y el cambio técnico, el índice de *Malmquist* precisa funciones de distancia calculadas con los modelos CCR y BCC. Así, en un período t , la función de distancia se define como: $\frac{1}{D^t(x^t, y^t)_{CCR}} = \theta$; $\frac{1}{D^t(x^t, y^t)_{BCC}} = \theta$.

En base a estas relaciones, se utilizará el índice de *Malmquist* orientado a los insumos propuesto por Färe *et al.* (1994) (ver abajo).

$$M_{FGNZ}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left(\frac{D^t(x^t, y^t)_{BCC}}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})_{BCC}} \right)$$

Cambio Eficiencia
Técnica Pura

$$\left(\frac{\frac{D^t(x^t, y^t)_{CCR}}{D^t(x^t, y^t)_{BCC}}}{\frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})_{CCR}}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})_{BCC}}} \right)$$

Cambio de Eficiencia
de Escala

$$\sqrt{\left(\frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})_{CCR}}{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})_{CCR}} \right) \left(\frac{DC^{t+1}(x^t, y^t)_{CCR}}{DC^t(x^t, y^t)_{CCR}} \right)}$$

Cambio Técnico

Un índice $M_{FGNZ} > 1$ indica que la productividad en el período $t + 1$ es superior a la del período t , puesto que la distancia del periodo $t + 1$ es menor que la distancia del periodo t , lo cual es lo deseable. Por el contrario, un $M_{FGNZ} < 1$ indica que la productividad ha descendido. El cambio eficiencia técnica pura (CETP) y El cambio de eficiencia de escala (CEE) Si este término es mayor a uno (1) significa que la unidad evaluada ha conseguido ganancia al utilizar los insumos en una forma más eficiente en el periodo $t + 1$ y se acerca al tamaño óptimo de producción en el periodo $t+1$ respectivamente.

El Cambio Técnico (CT) se define como las ganancias de producción que se deben a las innovaciones tecnológicas (Färe *et al.*, 1994). Es decir, un resultado mayor que 1 indicará mejora o progreso técnico y un valor menor de 1 pérdida.

3. Análisis y discusión de resultados

3.1. Medición de la eficiencia de insumos

La medición de la eficiencia se efectuó considerando las variables siguientes: insumo (X), producción a costo de

factores; la producción (Y) como la producción Industrial Manufacturera; y la población, los países pertenecientes al MERCOSUR.

La medición bajo rendimientos de escala constante a través del cual se puede conocer la Eficiencia Técnica de insumos se muestra en la Tabla 1. Venezuela presenta la mayor tendencia descendente 54,6 al 34,8%. Mientras que Brasil luce el más favorable de todos 76,6 a 100%. Se destaca por permanecer en la frontera eficiente entre el 2002-2005.

Luego, se presenta la Tabla 2, que ofrece el valor de la Eficiencia Técnica Pura (ETP) bajo rendimientos variables (crecientes o economías de escala). Obsérvese que Brasil y Paraguay han sostenido los niveles de eficiencia técnica pura de insumo en el más alto nivel ($\theta = 1$). Venezuela registra la mayor tendencia descendente con una merma del 72,3 al 35,2%, es decir, una disminución del

37,1% es decir, un manejo operativo ineficiente en la producción manufacturera.

La Tabla 3 muestra la fracción de ineficiencia técnica de insumos. Vale decir, lo que cada país deberá corregir en su desempeño operativo.

Obsérvese, que Brasil y Paraguay se mantienen en la meta de eficiencia ($1-\theta$), mientras que Venezuela, registra el mayor consumo de recursos, un 64,8%. Se plantea entonces, corregir esa diferencia para poder alcanzar la frontera de eficiencia. Argentina y Uruguay, en menor proporción de ajuste 12,4 y 0,3% respectivamente.

3.2. Medición de la eficiencia de productos

La Tabla 4 muestra la eficiencia técnica de productos por país, vale decir, pone de manifiesto la capacidad de gestión que tiene cada país para obtener un máximo producto a costo de factores, a partir del manejo de un con-

Tabla 1. Eficiencia de insumos.

Descripción	Países	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MODELO (CCR) Charnes, Cooper y Rhodes)	Argentina	0,778	0,872	0,863	0,688	0,660	0,719	0,896	0,951	0,884	0,990	0,869
	Brasil	0,766	0,771	0,952	1,000	1,000	1,000	1,000	0,971	0,783	0,831	1,000
	Paraguay	0,687	0,700	0,694	0,577	0,623	0,682	0,810	0,873	0,905	1,000	0,805
	Uruguay	1,000	1,000	1,000	0,692	0,577	0,427	0,469	1,000	1,000	0,848	0,889
	Venezuela	0,546	0,544	0,545	0,493	0,478	0,485	0,636	0,692	0,336	0,498	0,348

Fuente: Elaboración propia (2012).

Tabla 2. Eficiencia de insumos.

Descripción	Países	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MODELO (BCC) Banker, Charnes, Cooper	Argentina	0,974	1,000	0,897	0,727	0,691	0,744	0,911	0,976	1,000	1,000	0,876
	Brasil	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Paraguay	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Uruguay	1,000	1,000	1,000	0,953	0,772	0,540	0,535	1,000	1,000	0,852	0,997
	Venezuela	0,723	0,590	0,554	0,634	0,586	0,528	0,653	0,709	0,378	0,503	0,352

Fuente: Elaboración propia (2012).

Tabla 3. Fracción de ineficiencia técnica de insumos a reducir ($1-\theta$).

Países	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Argentina	0,026	0,000	0,103	0,273	0,309	0,256	0,089	0,024	0,000	0,000	0,124
Brasil	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Paraguay	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Uruguay	0,000	0,000	0,000	0,047	0,228	0,460	0,465	0,000	0,000	0,148	0,003
Venezuela	0,277	0,410	0,446	0,366	0,414	0,472	0,347	0,291	0,622	0,497	0,648
Meta	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente: Elaboración propia (2012).

junto de recursos. Obsérvese que Brasil y Paraguay son técnicamente los más eficientes porque operan el valor óptimo de eficiencia. Mientras que el resto debe reducir la cantidad de recursos excesivos que se aprecia en la Tabla 4 para lograr alcanzar la meta ($\Phi = 1$) o valor óptimo de eficiencia.

La Tabla 5 muestra la fracción de ineficiencia técnica de productos entre los países objetos de estudios. Brasil y Paraguay sobresalen por sostenerse en el valor óptimo ($(\phi - 1) = 0$). Por su parte, Venezuela registra la mayor parte de desperdicio en términos de ineficiencia de productos manufacturados (0,689 a 1,869), lo que se infiere como prioridad un mejoramiento continuo de los procesos y de la gestión operativa para lograr alcanzar una posición más competitiva. Argentina, Uruguay disipa eficiencia en menor proporción.

3.3. Medición de la productividad

La Tabla 6 muestra la evaluación a través de Índice de Productividad de Malmquist (IPM), basándose en el cambio técnico, cambio de eficiencia total, cambio de eficiencia de escala y cambio de eficiencia pura, durante el periodo objeto de estudio.

Ahora bien, las mediciones de productividad se llevaron a cabo en el supuesto de rendimiento variable a escala, siguiendo a Färe *et al.* (1994a) y Färe *et al.* (1994b) pertinente a la descomposición del cambio de eficiencia técnica,

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

Es significativo subrayar, dos son las fuentes principales de información de los resultados en las ganancias o pérdidas de productividad entre los (países) objeto de estudio: el cambio eficiencia técnica y el cambio del progreso tecnológico. Obsérvese (Tabla 6), Argentina tiene una tendencia ascendente de progreso en términos geométrico del 1,0348 es decir, un crecimiento de la productividad del 3,48%. Al descomponer el índice se observa que la evolución procede de los efectos del progreso del cambio tecnológico (innovación) con una propensión ascendente geométrica del 1,0233 es decir, 2,33% superior al comportamiento promedio geométrico del cambio de eficiencia total del 1,0111 ósea, 1,11%. 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 señala Martín (2000:3), por el conjunto de innovaciones y cambios en las técnicas que desplazan la frontera de producción obteniéndose, una mayor producción sin variar la cantidad de insumos utilizados, o bien el mismo nivel de producción, utilizando menor cantidad de

Tabla 4. Eficiencia técnica de productos.

Modelo	Países	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MODELO BCC Banker, Charnes, Cooper	Argentina	1,026	1,000	1,113	1,403	1,476	1,361	1,100	1,024	1,000	1,000	1,143
	Brasil	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Paraguay	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Uruguay	1,000	1,000	1,000	1,069	1,402	2,089	1,995	1,000	1,000	1,173	1,004
	Venezuela	1,689	1,750	1,796	1,754	1,880	1,984	1,548	1,408	2,452	1,828	2,869

Fuente: Elaboración propia (2012).

Tabla 5. Fracción de ineficiencia técnica de productos ($\phi-1$).

Países	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Argentina	0,026	0,000	0,113	0,403	0,476	0,361	0,100	0,024	0,000	0,000	0,143
Brasil	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Paraguay	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Uruguay	0,000	0,000	0,000	0,069	0,402	1,089	0,995	0,000	0,000	0,173	0,004
Venezuela	0,689	0,750	0,796	0,754	0,880	0,984	0,548	0,408	1,452	0,828	1,869
Meta	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente: Elaboración propia (2012).

Tabla 6. Evaluación de la productividad de Venezuela y países del Mercosur. Sector manufacturero 1999-2009.

Compara- ción	Países	Cambio de Eficiencia Pura	Cambio de Eficiencia Escala	Cambio de Eficiencia Total	Cambio Técnico	Índice de Malmquist	Compara- ción	Cambio de Eficiencia Pura	Cambio de Eficiencia Escala	Cambio de Eficiencia Total	Cambio Técnico	Índice de Malmquist
1999- 2000	Argentina	1,027	1,092	1,121	0,957	1,073	2004- 2005	1,224	1,018	1,246	0,833	1,038
	Brasil	1,000	1,007	1,007	0,957	0,963		1,000	1,000	1,000	0,833	0,833
	Paraguay	1,000	1,019	1,019	0,963	0,981		1,000	1,188	1,188	0,835	0,991
	Uruguay	1,000	1,000	1,000	0,957	0,957		0,991	1,109	1,098	0,833	0,915
	Venezuela	0,816	1,221	0,996	0,957	0,953		1,237	1,060	1,311	0,833	1,092
2000- 2001	Argentina	0,897	1,103	0,990	1,060	1,049	2005- 2006	1,071	0,991	1,061	0,958	1,017
	Brasil	1,000	1,235	1,235	1,060	1,308		1,000	0,971	0,971	0,959	0,931
	Paraguay	1,000	0,991	0,991	1,062	1,053		1,000	1,078	1,078	0,958	1,032
	Uruguay	1,000	1,000	1,000	1,057	1,057		1,869	1,141	2,132	0,959	2,045
	Venezuela	0,939	1,067	1,002	1,062	1,063		1,086	1,002	1,088	0,958	1,043
2001- 2002	Argentina	0,810	0,984	0,797	1,223	0,975	2006- 2007	1,025	0,907	0,930	1,140	1,060
	Brasil	1,000	1,050	1,050	1,223	1,284		1,000	0,806	0,806	1,140	0,919
	Paraguay	1,000	0,831	0,831	1,220	1,014		1,000	1,037	1,037	1,139	1,181
	Uruguay	0,953	0,726	0,692	1,222	0,846		1,000	1,000	1,000	1,139	1,139
	Venezuela	1,144	0,790	0,905	1,222	1,106		0,533	0,911	0,486	1,140	0,553
2002- 2003	Argentina	0,950	1,009	0,959	1,005	0,964	2007- 2008	1,000	1,120	1,120	0,982	1,100
	Brasil	1,000	1,000	1,000	1,004	1,004		1,000	1,061	1,061	0,982	1,042
	Paraguay	1,000	1,080	1,080	1,002	1,082		1,000	1,105	1,105	0,982	1,085
	Uruguay	0,810	1,029	0,834	1,005	0,838		0,852	0,995	0,848	0,982	0,833
	Venezuela	0,924	1,049	0,970	1,003	0,973		1,331	1,114	1,482	0,983	1,456
2003- 2004	Argentina	1,077	1,012	1,089	0,946	1,031	2008- 2009	0,876	1,002	0,878	1,195	1,049
	Brasil	1,000	1,000	1,000	0,947	0,947		1,000	1,203	1,203	1,194	1,437
	Paraguay	1,000	1,095	1,095	0,946	1,035		1,000	0,805	0,805	1,195	0,962
	Uruguay	0,699	1,058	0,740	0,947	0,701		1,170	0,896	1,048	1,194	1,252
	Venezuela	0,901	1,126	1,015	0,947	0,961		0,700	0,999	0,699	1,194	0,835

Fuente: Elaboración Propia (2012).

insumos. Por otra parte, se observa la actuación relevante de Brasil (Tabla 6) con un sentido ascendente en la ganancia de productividad promedio geométrico del 1,05077. En otras palabras, el sector manufacturero creció en productividad en 5,08%. Estos resultados provienen del mejoramiento continuo de los procesos operativos del cambio de eficiencia pura y el cambio de eficiencia de escala, es decir.

Paraguay logra un desempeño ascendente en la productividad, con un promedio geométrico del 1,03988 es decir, una ganancia de 3,99%. Este adelanto procede del progreso tecnológico (innovación) con una tendencia ascendente promedio geométrico del 1,0237 es decir, 2,37% superior comportamiento del cambio de eficiencia total del 1,0160 ó 1,60%.

Por otra parte, Uruguay evidencia un avance de productividad (Tabla 6) promedio geométrico del 1,01108, es decir, 1,11%. Esto es originado por los efectos del cambio tecnológico (innovación) cuya predisposición ascendente registra un promedio geométrico del 1,0229 es decir, 2,29% superior al comportamiento proporcional del cambio de eficiencia total del 0,9882 ó, decrecimiento del 0,0098%. Todo lo dicho anteriormente, explica (Piesse y Thirtle, 1997), el progreso o desarrollo tecnológico muestra los incrementos de producto que podrían lograrse, de un período a otro, sin alterar las cantidades de insumos empleadas. Esto último suele ocurrir por la introducción de nuevas técnicas de producción o cambios que llevan la sustitución de métodos, diseños e inventivas que conducen a hallazgos.

Venezuela muestra una tendencia descendente en el sector de la manufactura, es decir, una pérdida de productividad del $-2,17\%$ índice que se observa a pesar del adelanto promedio geométrico del cambio técnico del 1,0229 o $(1,0229 - 1) = 0,0229$ igual $2,29\%$, la ineficiencia del cambio de eficiencia total promedio geométrico del 0,95613, es decir $(0,95613 - 1) = 0,0438$ equivalente a pérdida de $-4,38\%$ la cual no contribuye para obtener ganancias de productividad en la manufactura.

4. Consideraciones finales

El ingreso de Venezuela al Mercosur es desafío para el sector manufacturero, pero antes debe alcanzar eficiencia y productividad acorde a niveles de competitividad de los mercados internacionales. De allí pues, que la industrialización es el próximo reto para Venezuela. No obstante, los resultados obtenidos en la investigación, no muestran las condiciones más favorables. Es una primacía reforzar las políticas económicas industriales con estrategias de gestión para optimizar los procesos aplicando mejoramiento continuo para conseguir condiciones de integración principalmente en aquellos subsectores manufacturero con productividad y eficiencia que permitan competir en mejores circunstancias.

Referencias

- ÁLVAREZ, P.A. (2001). **Concepto y Medición de la Eficiencia Productiva**. Ediciones Pirámide. Madrid p.p. 363.
- BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Manage. Sci.**, 30, 1078-1092.
- CAVES, D.W.; CHRISTENSEN, L.R.; 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.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. **European Journal of Operational Research**, 2: 429-444.
- EL NACIONAL 26/08/2010. Sector Manufacturero sigue en recesión y sin expectativas de recuperarse, En Nacional Venezuela Primero (Documento en línea). Disponible <http://vprimero.blogspot.com/2010/08/conindustria-sector-manufacturero-sigue.html> (Consulta: 2012, Julio, 15).
- FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; NORRIS, M.; ZHANG, Z. (1994b). Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries. **The American Economic Review**, Vol. 84, Nº 1, and págs. 66-83.
- FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LOVELL, C.A.K. (1994a). **Production Frontiers**. Cambridge University Press. Cambridge p.p. 296.
- FARRELL, M.J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, 253-290.
- KRUGMAN, Paul (2010). **La era de la productividad, cómo transformar las economías desde sus cimientos**. Carmen Pagés Editora. Distribución en América Latina y España Fondo de Cultura Económica. ISBN: 978-1-59782-119-3 p. p. 421.
- MARTÍN BOFARULL, M. (2000). Eficiencia y Progreso Técnico en el Sistema Portuario Español. III Encuentro de Economía Aplicada. Junio. Valencia. (Documento en línea). Disponible: <http://www.alde.es/encuentros/antiores/iiiieea/autores/M/216.pdf> (Consulta: 2012, Julio, 15).
- PARKIN, Michael (1995). **Microeconomía**. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana p.p 289.
- PIESSE, J.; THIRTLE, C. (1997). Sector-level Efficiency and Productivity in Hungarian Primary, Secondary and Tertiary Industries, 1985-1991. **Eastern European Economics**. (35). 5-39.
- QUIRÓS, C.; PICAZO, A.J. (2001). Liberalización, eficiencia y Cambio Técnico en telecomunicaciones. [Documento en línea]. **Revista de Economía Aplicada**. 9(25). 77-113. (Documento en línea). Disponible: <http://www.uv.es/~ajpicazo/cquiros.pdf> (Consulta: 2007, Marzo, 18).
- RHODES, E. (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.
- SANHUEZA, R. (2003). Fronteras de eficiencia, metodología para la determinación del valor agregado de distribución. Tesis Doctoral, Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería.