



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMATICA

ECONOMÍA

**ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LAS ENTIDADES
FEDERATIVAS DE MÉXICO**

VERÓNICA DEL CARMEN FREIRE BASANTES

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTORA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2012

La presente tesis titulada: "Análisis de la Productividad en las Entidades Federativas de México", realizada por la alumna: **Verónica del Carmen Freire Basantes**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTORA EN CIENCIAS
SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



Dr. Miguel Angel Martínez Damián

ASESOR:



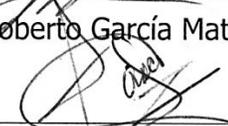
Dr. Jaime Arturo Matus Gardea

ASESOR:



Dr. Roberto García Mata

ASESOR:



Dr. José Alberto García Salazar

ASESOR:



Dr. Adrián González Estrada

Montecillo, Texcoco, 2012

ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LAS ENTIDADES FEDERATIVAS DE MÉXICO

Colegio de Postgraduados, 2012

RESUMEN

En esta investigación se realizó un análisis comparativo de los cambios en la productividad de las entidades federativas de México, durante el período 2005-2010. Para estimar la productividad se utilizó la metodología basada en el Análisis Envolvente de Datos (DEA), bajo el Índice de Productividad de Malmquist (IPM), empleando como producto al PIB estatal y como insumos al capital y mano de obra. Los resultados muestran un descenso general en la productividad del 2005 al 2009, con una recuperación en el 2010; esto se debió principalmente al componente de cambio tecnológico, más que a cambios en la eficiencia técnica. Los desequilibrios regionales principalmente del cuarto período que reflejan los resultados del IPM coinciden con la crisis financiera del 2008 y la emergencia sanitaria del 2009.

Palabras Clave: Método Envolvente de Datos, Inventario de Capital, Productividad.

ANALISYS OF PRODUCTIVITY IN THE FEDERAL STATES OF MEXICO

Colegio de Postgraduados, 2012

A comparative analysis of the productivity change of federal states of Mexico from 2005 to 2010 is presented in the current study. The Malmquist productivity index (MPI) based on data envelopment analysis (DEA) is used to estimate the productivity. This study used two inputs capital and labour, and a single output Gross Domestic Product by federal states. The results display a decrease in the productivity from 2005 to 2009, with an ascend in 2010; this was attributable to the technical change which was more important than the variations in technical efficiency. The results of MPI showed negative differences among regions, mainly in the of the fourth period, these coincide with the financial crisis in 2008 and healthy emergency in 2009.

Index words: Data envelopment analysis , capital stock, productivity.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a las personas de buen corazón.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a DIOS, por su infinita bondad.

Además dejo constancia de agradecimiento a todas las personas que impartieron sus conocimientos y proporcionaron facilidades para la culminación de esta investigación, especialmente a:

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento de mis estudios de doctorado.

Las orientaciones de Economía y Estadística del Programa de Socioeconomía, Estadística e Informática del Colegio de Postgraduados; por los recursos humanos y materiales facilitados.

El Dr. Miguel Ángel Martínez Damián, por su guía en la realización del presente trabajo.

Los profesores de las orientaciones de Economía y Estadística, así como al Dr. Adrián González Estrada por los conocimientos impartidos.

Las señoras María Eugenia Flores y Vianey Martínez por su apoyo en los trámites administrativos y actividades relacionadas con mis estudios de posgrado.

Todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en la realización de esta investigación.

CONTENIDO

CONSEJO PARTICULAR	II
RESUMEN	III
ÍNDICE DE CUADROS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS	IX
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2. OBJETIVO	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. HIPÓTESIS	3
1.3.1. Hipótesis específica	3
1.4. METODOLOGÍA	4
1.4.1. Definiciones de productividad y su medición	5
1.4.2. Posibilidades de medición de la productividad	9
1.4.3. Algunas nociones de eficiencia	12
1.4.3.1. Eficiencia técnica	13
1.4.3.2. Eficiencia en asignación	16
1.4.3.3. Eficiencia de escala o economía de escala	18
1.4.4. Diferencia entre eficiencia y productividad	19
1.4.5. El método DEA	21
1.4.6. Índice de productividad de Malmquist	22
CAPÍTULO II	29
ACTIVIDAD ECONÓMICA GENERAL	29
2.1. PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD	29
2.2. SITUACIÓN MACROECONÓMICA DE AMÉRICA LATINA	31
CAPÍTULO III	36
RESULTADOS Y ANÁLISIS	36
3.1. FUNCIONES DISTANCIA PARA LAS ENTIDADES FEDERATIVAS DE MÉXICO	36
3.2. ANÁLISIS DE LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD DE MALMQUIST	39
CAPÍTULO IV	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
4.1. CONCLUSIONES	44
4.2. RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA	46

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Clasificación de las medidas de productividad	11
Cuadro 2.	América Latina y el Caribe: evolución del PIB, 2004-2009	32
Cuadro 3.	Eficiencia técnica del período t en relación a frontera tecnológica del período t	36
Cuadro 4.	Eficiencia técnica del período t+1 en relación a frontera eficiente del período t	37
Cuadro 5.	Eficiencia técnica del período t en relación a frontera eficiente del período t+1	38
Cuadro 6.	Índice de productividad de Malmquist (2005-2010)	40

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Cadena derivada de una mayor productividad	7
Figura 2.	Expansión de la economía norteamericana	8
Figura 3.	Tipos de indicadores y aproximaciones metodológicas para la medición de la productividad	9
Figura 4.	Combinación de factores para obtener una unidad de producto ...	13
Figura 5.	Representación diagramática de la Eficiencia técnica según Farrell (Schuschny, 2007)	14
Figura 6.	Medidas de eficiencia técnica	16
Figura 7.	Máximo nivel de producto para cada insumo sobre la frontera de producción	20
Figura 8.	Envoltentes con distintos rendimientos de escala	21
Figura 9.	América Latina: formación bruta de capital fijo, 1970-2009	33
Figura 10.	América Latina: brecha de producto y tasa de inversión bruta, 1970-2009	35
Figura 11	Promedio por período del índice de productividad de Malmquist	42

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Producto interno bruto por entidad federativa	50
Anexo 2. Formación de capital fijo	51
Anexo 3. Deflactación del capital por trabajador	52
Anexo 4. Inventario de capital deflactado	53
Anexo 5. Población económicamente activa ocupada (MO)	54
Anexo 6. Sintaxis de SAS	55
Anexo 7. Salida de SAS para las funciones distancia	58
Anexo 8. Promedios del IPM ordenados de forma descendente	66
Anexo 9. Ranking del IPM y variables	67
Anexo 10. Figuras comparativas del cambio en eficiencia técnica (CE), cambio tecnológico (CT) e IPM	68

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El análisis de la productividad en los últimos años es materia de estudio en muchas investigaciones, que además han explorado numerosas hipótesis acerca de las causas de su variación a lo largo del tiempo, así como de las diferencias entre países y regiones. Igualmente las ganancias de productividad conseguidas en los diferentes sectores económicos influyen en la competitividad de un país o región; entendiendo que la productividad es hacer más con lo mismo o lo mismo con menos insumos.

La productividad es uno de los indicadores que permite determinar la salud de la economía¹ ya que impacta en los ingresos reales, la competitividad, la inflación, las tasas de interés, las ganancias de las empresas y los precios de las acciones en la bolsa. Si el desarrollo es el fin último en la búsqueda del bienestar social entonces la productividad es una condición necesaria y en algunos casos, suficiente para lograrlo.

Los estudios de la productividad han concluido que: “en las últimas dos décadas la productividad de México se ha estancado, pues ha sido una de las variables más afectadas en las crisis económicas. A lo largo del tiempo, tanto la Crisis llamada del Tequila de finales de 1994, la recesión de los Estados Unidos que impacto a México en el 2001 y la crisis mundial del 2008 al 2009 afectaron sustancialmente la productividad laboral del país” (CIDAC, 2011).

En otros países los datos agregados mostraron que la productividad se elevó considerablemente, como son los casos de Corea del Sur e Irlanda que crecieron de manera acumulada para el periodo 1991-2009 en 82.8% y 64.2% respectivamente. Como resultado, de la existencia de una estabilidad macroeconómica (CIDAC).

¹The Economist, artículo “A productivity primer, the most common way to measure economic efficiency is not the best.” Economic focus.

En esta investigación se realizó un análisis de la productividad de las entidades federativas de México, para lo cual se empleó el Índice de Productividad de Malmquist, considerando como producto al PIB estatal y como insumos al capital y mano de obra que permitió establecer las diferencias en la naturaleza productiva de cada entidad federativa. Este índice proporciona elementos a considerar en el diseño de una política pública orientada a optimizar el uso de los insumos y por lo tanto, coadyuvar en el uso eficiente de los recursos económicos de México.

1.1. Planteamiento del problema

El desarrollo implica un mayor nivel del producto interno bruto per-cápita y está básicamente asociado al nivel de la productividad del trabajo. A su vez, la productividad está asociada al nivel de la densidad de capital: capital fijo por hombre ocupado, concretamente, por la dotación de máquinas y equipos por hombre ocupado. Adicionalmente, el bajo coeficiente de inversión se traduce en muy bajos ritmos de crecimiento de la productividad y del producto interno bruto.

Si existiera un equilibrio macroeconómico, que implica la ausencia de una gran brecha recesiva entre el producto interno bruto real y potencial e incrementos marcados y persistentes de la demanda interna, como se apreció en 1990-1994, 1996-1997 y 2004-2007; entonces se habría registrado un producto interno bruto relativamente constante, en cambio, se ha observado un producto interno bruto con variaciones que se acerca y aleja del PIB potencial, lo que representa un desequilibrio macroeconómico (CEPAL, 2010).

En las últimas dos décadas las diferentes crisis afectaron la productividad de México, de aquí el interés de diferentes estudios en medir la productividad, sin embargo, la mayoría de ellos lo hacen en términos nacionales y los que llegan a realizar cálculos por entidad federativa se enfocan en las actividades industriales, sobre todo en la manufactura, por tal motivo según el Centro de Investigación para el Desarrollo, A.C. existe un vacío de información estadística útil y práctica sobre la productividad (CIDAC, 2011).

El Índice de Productividad de Malmquist ha sido implementado en hospitales, bancos, compañías de seguros, así como en la investigación realizada por Coggins y Trueblood (1991) relacionada con el aumento de la productividad enfocada a los países desarrollados y en vías de desarrollo.

Entonces resulta oportuno determinar qué entidades federativas de México emplean mejor los recursos disponibles con una mayor productividad y viceversa, es decir qué influye en las diferencias de productividad entre éstas.

1.2. Objetivo

1.2.1. Objetivo general

Esta investigación planteó como objetivo calcular el Índice de Malmquist y determinar los factores explicativos de la disparidad de la productividad para las entidades federativas de México.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la situación de la productividad para cada entidad federativa.
- Establecer los factores que influyen en la variación de la productividad.

1.3. Hipótesis

La hipótesis a contrastar es que el Índice Malmquist y por lo tanto la productividad de las entidades federativas de México se ha mantenido constante en el período de estudio 2005-2010. Es decir, un crecimiento nulo de la productividad.

1.3.1. Hipótesis específica

Contrastar si se observa un crecimiento nulo de la productividad en cada entidad federativa.

1.4. Metodología

Para la realización de esta investigación se recurrió a fuentes bibliográficas y estadísticas que permitieron generar una base de datos para el análisis de la productividad con las variables: Producto Interno Bruto (PIB), Población Económicamente Activa Ocupada (MO) e Inventario de Capital (K).

Los valores de las variables se recopilaron de: Sistema de Cuentas Nacionales de México, Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE, 2005), INEGI, CIDAC, Banco de México y Notas fiscales. Los datos se sometieron a ajustes para obtener resultados objetivos, por ejemplo la eliminación de la influencia de la inflación.

La información de capital existe en forma de formación bruta de capital que puede ser negativa o positiva. Para la medición de la productividad se requiere o es preferible emplear una medida de inventario o “stock” de capital en funcionamiento y para su obtención se realizó:

- En primera instancia se deflactó la información de la variable formación del capital fijo (ΔK) con el índice de precios implícitos del PIB año base 2003.
- Con la información disponible solo del año 2009 del personal ocupado por entidad y capital por trabajador deflactada con INPP del 2010, fue necesario transformar estos datos a precios corrientes y luego deflactarlos utilizando el IPC del 2009 con base 2010.
- Con estos datos se obtuvo el inventario de capital para el año 2009 (K_t) utilizando la expresión:

$$K_{2009} = \text{personal ocupado}_{2009} \times \text{capital por trabajador}_{2009}$$

El inventario de capital del año 2009 permitió calcular los datos para los demás años por despeje, aplicando para el año 2008 (K_{t-1}) la expresión:

$$K_{2008} = K_{2009} - \Delta K_{2009}$$

El proceso de substracción se repitió para los siguientes años en forma descendente hasta el año 2005. Finalmente para el año 2010:

$$K_{2010} = K_{2009} + \Delta K_{2010}$$

Con el cálculo de la variable Inventario de Capital se midió la acumulación de capital en el proceso productivo. No se consideró el consumo de capital fijo², debido a que en la contabilidad de los gobiernos de los estados, regularmente, no se registran datos de la depreciación del stock de activos fijos.

1.4.1. Definiciones de productividad y su medición

En la modernidad la competitividad se ha convertido en un objeto de primer orden, por tanto la productividad ha cobrado una especial relevancia, no sólo en el plano de la actividad económica, sino también en el de la política económica orientada al logro de dicha competitividad. El conocimiento de la productividad resulta casi ineludible dada su posición preponderante en el ámbito de las economías más avanzadas. Pero la noción de productividad ha sido objeto de diversos enfoques y ha sido utilizada con fines muy diversos, dando como resultado una ambigüedad que a continuación se trata.

Cuando se habla sobre productividad suelen producirse algunas confusiones, por una parte, se trata de un término no unívoco, sino que puede referirse al conjunto de la economía, pero también a un determinado sector o rama de actividad, o a una empresa en particular. A esto se suma que su indicador puede asentarse en un solo factor o bien calcularse con respecto a los efectos conjuntos de todos los factores. Igualmente términos como los de eficiencia, competitividad, y otros, se emplean a veces de forma inapropiada o equívoca, al confundir sus significados con el de productividad (Sharpe, 1995; Álvarez, 2001). Es necesario, pues inicialmente aclarar los distintos conceptos de productividad y sus formas de medición.

En el siglo XVIII, los fisiócratas ya utilizaban el término “productividad” para describir la facultad de producir. Su significado se ha ido clarificando con el paso de los años, en el siglo XX los economistas definían la productividad como la relación entre el producto final y los factores necesarios para su producción (Maroto y Cuadrado, 2006). Esta definición se acepta en primer lugar porque sugiere lo que se piensa debe ser la productividad en el contexto general y en segundo, porque se mantiene invariable independientemente del tipo de producción o sistema

²Representa la declinación experimentada durante el periodo contable, en el valor corriente del capital en activos fijos que posee y los que utiliza un productor, como consecuencia del deterioro físico, de la obsolescencia normal o de daños accidentales normales.

político-económico (Prokopenko, 1997). Sin embargo, con mercados cada vez más liberalizados y dinámicos, constantes cambios en las preferencias de los consumidores, nuevas estructuras de producción y trabajo, lleva a la hora de definir la productividad, a no solo considerar los factores y productos tradicionales, sino el proceso, los métodos utilizados para mejorar la productividad; el desarrollo sostenible y la llamada “productividad verde”; las mejoras de valor a través de redes; y fundamentalmente, el factor humano.

El objetivo de todo proceso productivo es la creación de valor a través del proceso de transformación. En estricto rigor, todas las decisiones tomadas sobre la base de criterios económicos recaen en determinar las combinaciones de canastas de insumos que se utilizarán para producir distintas combinaciones de productos finales. Es decir se busca producir tanto como sea posible, dados los niveles de insumos disponibles o el utilizar la menor cantidad de recursos posible para transformarlos en un dado nivel de producción.

Los diferentes tipos de definir y medir los factores de producción dan lugar a diferentes indicadores de productividad. Las medidas que sólo relacionan la producción con un tipo de insumo se conocen con el nombre de indicadores de productividad parcial. Habrá tantos como factores entren en el proceso de producción, aunque en todos los casos dicho concepto equivale al producto medio. Cualquier cambio en las proporciones de factores puede influenciar en estos indicadores, con lo que como indicadores de actuación son muy cuestionables, aunque como indicadores de potencial de crecimiento son más prometedores a pesar de sus problemas (Steiner, 1950).

La productividad es una medida colectiva y relativa que resulta ser una condición necesaria para la evaluación del desempeño de las unidades de producción, su medición parte de la cuantificación de la producción obtenida y los insumos utilizados en el proceso de transformación productiva.

Es pertinente indicar las razones por lo que es importante ocuparse en la medición de la productividad:

- La productividad provoca una “reacción en cadena” al interior de la unidad productiva, que abarca una mejor calidad de los productos, mejores precios, estabilidad de los empleos, permanencia de la empresa, mayores beneficios y mayor bienestar colectivo (Figura 1).

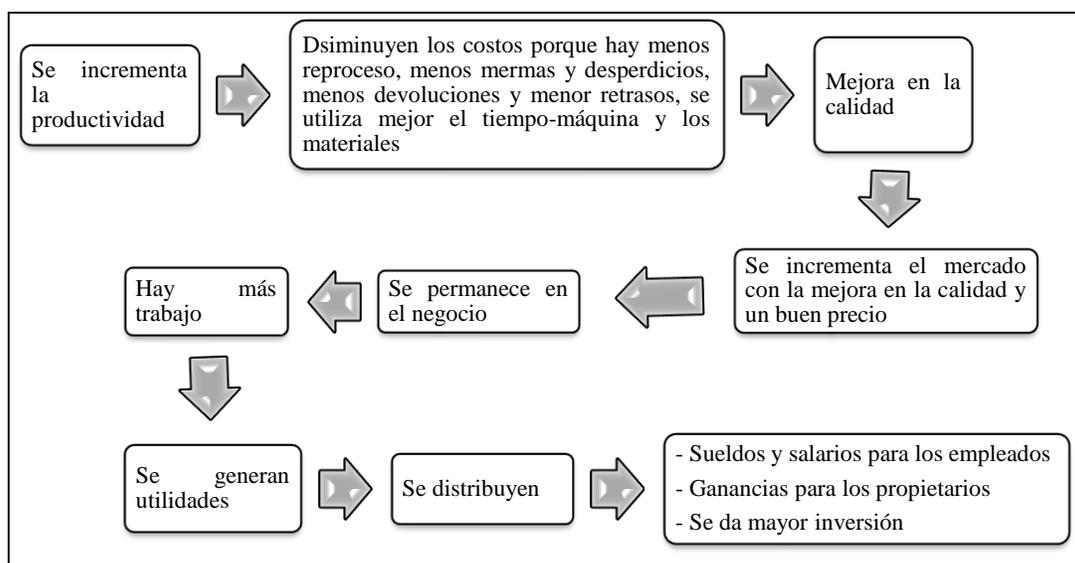


Figura 1. Cadena derivada de una mayor productividad. (INEGI: octubre 2003).

- El índice de productividad transmite una señal inequívoca para inversionistas nacionales y extranjeros sobre el desempeño de la economía mexicana (Figura 1).
- Solo con aumentos de productividad puede haber crecimiento sobre bases económicas sanas, lo que muestra la Figura 2 con lo ocurrido durante el último periodo de expansión que experimentó la economía norteamericana (1992-2000). Durante ese periodo el aumento de la productividad fue lo suficientemente vigoroso como para desplazar a la oferta agregada de la economía de O_1 a O_2 , de modo que el nivel de producto en términos reales aumentó de Q_1 a Q_2 : un crecimiento real para todo el periodo de 35% -lo que da una tasa promedio anual cercano al 4%- en una economía de las dimensiones de la norteamericana cuyo tamaño según la obra “El ABC de los indicadores de la Productividad” del INEGI (2003) es, 17.2 veces mayor a la mexicana. Esta expansión económica fue compatible con una baja simultánea en la inflación (de Π_1 a Π_2 en el eje de las ordenadas) aún y cuando el consumo y los demás componentes de la demanda agregada se incrementaron (desplazamiento de D_1 a D_2).

Lo notable entonces es que se dio un escenario en el que los aumentos de la demanda no generaban presiones inflacionarias, lo contrario a lo que experimentó la economía mundial durante el “shock petrolero” de los años setentas, cuando se combinó una caída de la producción y el consumo con una escalada inflacionaria, escenario este último al que se le conoce como estanflación.

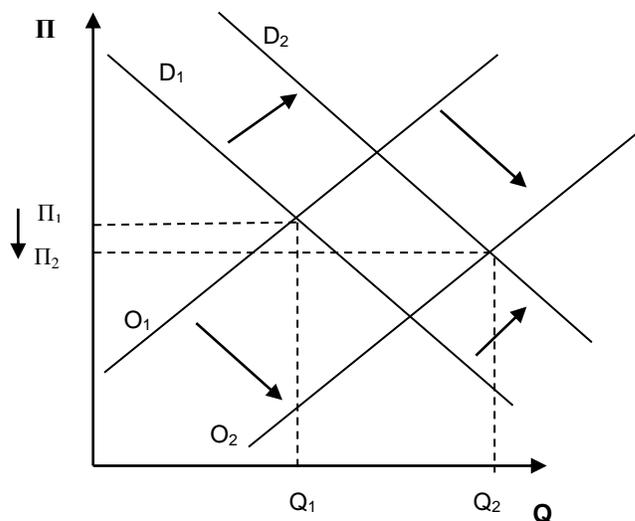


Figura 2. Expansión de la economía norteamericana (1992-2000).

- La productividad proporciona un margen de maniobra para que puedan haber aumentos en los salarios sin que éstos generen efectos contraproducentes. La única forma como los salarios pueden elevarse sin crear presiones inflacionarias y desempleo es en un contexto en el que existe un aumento de productividad. Si los salarios siguen la evolución de ésta, sin rebasarla, aumenta la masa salarial de la economía como resultado tanto en un incremento en el nivel de la ocupación como en el de las remuneraciones en términos reales: ambos objetivos (empleo y salarios) no entran en conflicto y se refuerzan mutuamente.
- Una vez cuantificada la productividad se cuenta con bases para la planificación estratégica. El seguimiento del comportamiento histórico de la productividad puede revelar áreas problemáticas en las unidades productivas y promover las mejoras y el uso eficiente de los recursos disponibles.
- Mediante la medición, se adquiere una dimensión concreta que admite la comparación con unidades comparables.

1.4.2. Posibilidades de medición de la productividad

La elección entre las diferentes posibilidades de medición de la productividad dependerá del objetivo de cada medición y en la mayoría de los casos, de la disponibilidad de datos. Los tipos de indicadores y aproximaciones generalmente utilizadas para la medición de la productividad se resumen en la Figura 3 (Maroto, 2007), entre éstas se encuentran el modelo DEA-CCR, propuesto por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), utilizado en esta investigación.

Pueden intercambiarse los objetivos y usos, como ocurre en el caso de esta investigación, en el que se utilizó técnicas de frontera como el Análisis Envolvente de Datos y la aplicación de la descomposición de Färe, Grooskopf, Lindgren y Roos (1994) del Índice de Malmquist para el estudio macroeconómico.

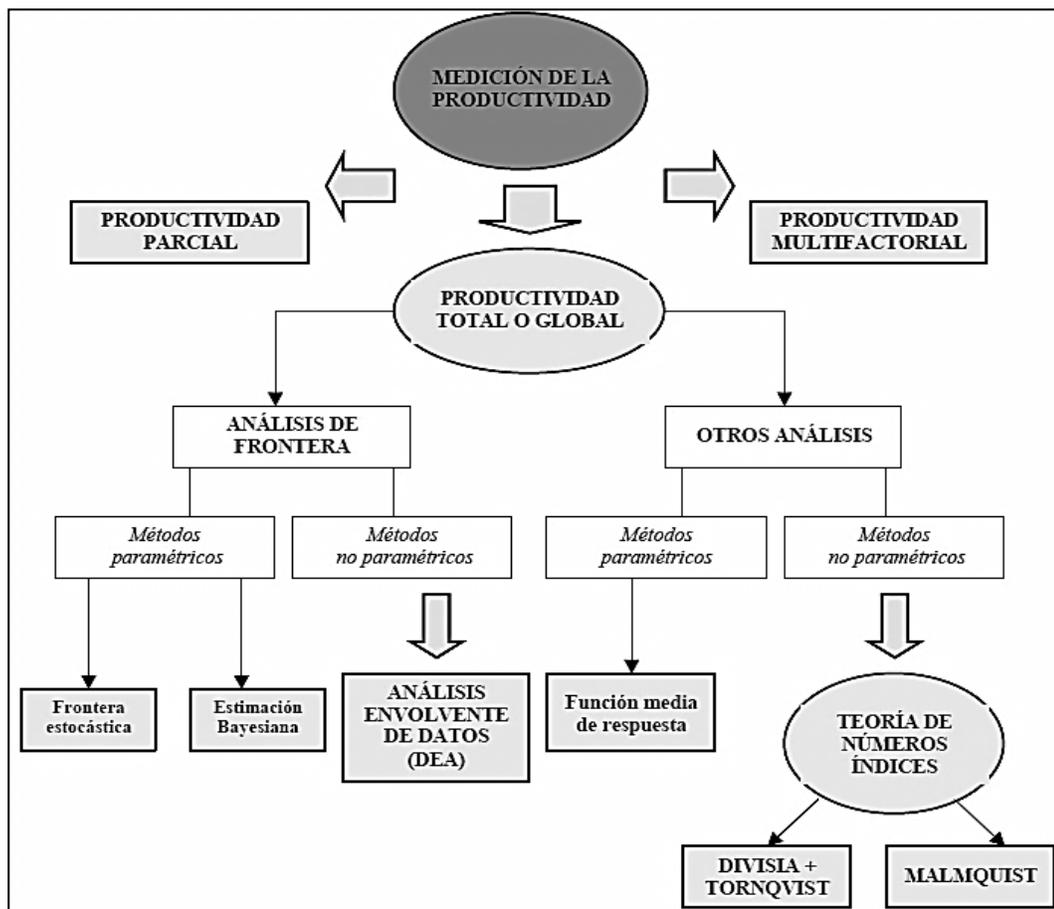


Figura 3. Tipos de indicadores y aproximaciones metodológicas para la medición de la productividad.

Los principales aspectos a considerar a la hora de medir y analizar la productividad, según Ahmad *et al.* (2003) y Nordhaus (2000) son:

- Los problemas de definición y medición del producto final.
- El ajuste de las medidas de producción y los índices de precios derivado de los cambios en la calidad de los productos.
- Los problemas asociados a la medición de los factores de producción, tanto trabajo como capital, así como la forma de introducir los cambios en la calidad de los mismos en las estimaciones sobre productividad.
- Los problemas derivados de la agregación de factores y precios, tanto en el tiempo como en espacio.
- Las comparaciones internacionales o como derivar los factores de conversión para los indicadores en términos reales o unidades comunes; y
- La estimación de las actividades situadas fuera de mercado y de aquellas actividades que operan en economías familiares.

El estudio de Schuschny (2007) señala, que la representación tradicional para medir la productividad consiste en calcular la relación entre la creación de valor agregado (la producción propiamente dicha: Y) y el valor de los factores productivos x_i involucrados en el proceso de creación de ese valor. Es así que se pueden definir medidas de productividad parciales (PP):

$$PP_i = \frac{Y}{x_i} \quad \forall i, \text{ factor o insumo}$$

de productividades totales (PT):

$$PT = \frac{Y}{\sum_{i=1}^n \alpha_i x_i}$$

donde α_i es alguna forma de ponderador (por ejemplo: los precios relativos al producto), Si se restringe a los factores primarios de producción que considera la teoría económica tradicional (capital y trabajo), se tiene:

$$TFP \equiv \frac{Y}{\alpha K + \beta L}$$

la productividad total de los factores.

De esta forma, se mide la eficiencia de una unidad de producción comparando el valor agregado generado con el valor agregado que define la función de producción a idénticos niveles de utilización de los insumos o factores. En tal sentido, la función de producción cumple el rol del ideal teórico con el cual comparar el desempeño de las unidades.

En este contexto se revisaron las aproximaciones para medir la productividad³, entre éstas se encuentran: la contabilidad o teoría del crecimiento, los métodos econométricos, la teoría de los números índice y las funciones de frontera. Los dos primeros métodos se aplican generalmente a series de tiempo de datos agregados y ofrecen indicadores del cambio técnico y de la productividad total de los factores (PTF); mientras que los dos últimos, se aplican a datos microeconómicos de un momento de tiempo para obtener medidas de la eficiencia relativa.

Para el estudio de los índices de productividad basados en funciones distancia se identifican dos enfoques diferenciados (Cuadro 1). El primer enfoque inicia con Caves, Christensen y Diewart (1982), que introducen de manera teórica el índice Malmquist de productividad en insumos y productos. Éste se basa en razones o cocientes con funciones distancia orientadas a insumos y funciones distancia orientadas a productos.

Cuadro 1. Clasificación de las medidas de productividad.

Aproximaciones a las medidas de eficiencia	Denominación aceptada	Enfoques	Literatura
Medidas en cocientes	Índices	Malmquist	Caves, Christensen y Diewert (1982)
		Hicks-Moorsteen	Diewert (1992)
Medidas en diferencias	Indicadores	Luenberger	Luenberger (1995) y Chambers (1996)
		Luenberger-Hicks-Moorsteen	Briec y Kerstens (2004)

Fuente: Ferro *et al.* (2011).

³ Mawson *et al.* (2003); Singh *et al.* (2000); Mahadevan (2002), en los últimos años también están otros indicadores microeconómicos (técnicas de escalado multidimensional), indicadores indirectos (niveles de computarización, cualificación de la mano de obra, nivel tecnológico, o estructura en las ocupaciones laborales), aproximaciones subjetivas (recogida y análisis de las percepciones y actitudes de los agentes económicos) y estimación bayesiana.

La obtención empírica de los estos índices de productividad pudo realizarse hasta que Färe *et al.* (1994), mostraron un método de cálculo a través de técnicas de programación lineal, descomponiendo el crecimiento de la productividad en los componentes: cambio técnico y cambio de eficiencia técnica.

El segundo enfoque referido a los índices de productividad define una razón entre índices Malmquist en productos e insumos. Este índice se conoce como Hicks-Moorsteen (Ferro *et al.*, 2011).

Adicionalmente existen las aproximaciones de Luenberger (1995), Chambers (1996), Briec y Kerstens (2004) para el cálculo de indicadores obtenidos por diferencias, basados en funciones de distancia que permitieron estimar los cambios de productividad con medidas de distancia reflejando cambios simultáneos en insumos y productos.

1.4.3. Algunas nociones de eficiencia

La eficiencia en los procesos productivos es un concepto que se origina en el trabajo de Farrell (1957), hace referencia a la manera más adecuada de utilizar los recursos, con la tecnología de producción existente. La teoría económica considera que un proceso de producción es eficiente si se obtiene el máximo producto para unos insumos dados (Coelli *et al.*, 1998).

La eficiencia puede tener además de los resultados económicos otros efectos positivos (Fried *et al.*, 1995), entre ellos:

- Favorecer la producción, tratando de obtener productos de mayor calidad y que no estén contaminados, por lo que tendrán mayor precio.
- Usar racionalmente los recursos, disminuyendo con frecuencia los efectos contaminantes del uso innecesario de insumos químicos.
- Tender a evitar la producción de externalidades ambientales negativas, que posteriormente, tengan un costo de internalización.

Estos efectos están en concordancia con las directrices de la OMC que exigen un gran esfuerzo para conseguir una producción respetuosa con el medio ambiente y mucho más competitiva. En este contexto solo las más eficientes perduraran en un entorno cada vez más internacionalizado.

El trabajo de Farrell (1957), además de definir el concepto de eficiencia técnica, desarrolló también un mecanismo basado en la utilización de cocientes que permitía calcular índices de eficiencia para cada unidad, distinguiendo entre lo que denominó eficiencia técnica, eficiencia en asignación y eficiencia de escala, asociándolos con la función de producción, la función de costos y la función de beneficio. La explicación de su propuesta se apoya en el análisis gráfico representado en la Figura 4. El autor parte de una función de producción conocida que combina dos factores (X_1, X_2) para obtener un único producto (Y): $Y = f(X_1, X_2)$, asumiendo rendimientos constantes de escala⁴.

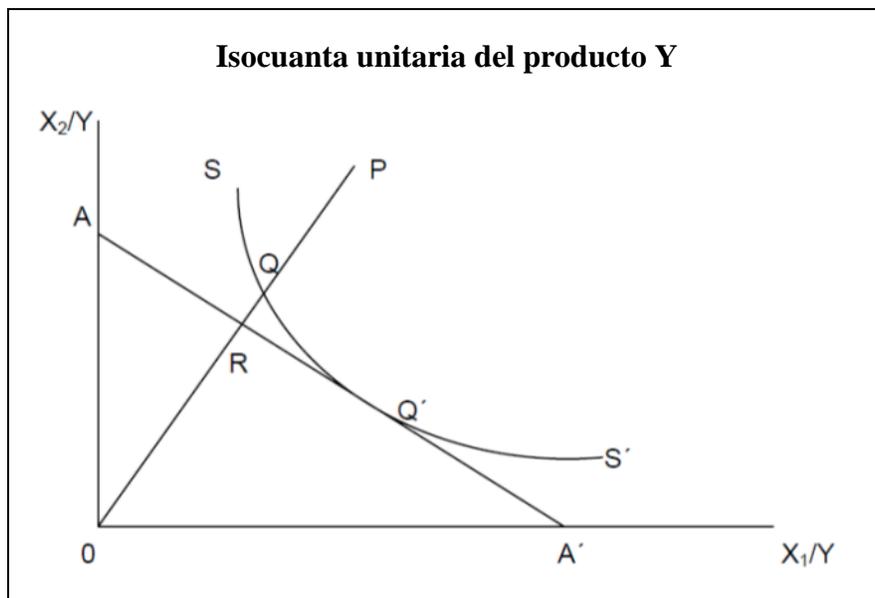


Figura 4. Combinación de factores para obtener una unidad de producto.

1.4.3.1. Eficiencia técnica

El primer autor que plantea consideraciones teóricas relativas a la eficiencia técnica fue Koopmans (1951), definiéndola como un vector compuesto por insumos y productos, donde es tecnológicamente imposible incrementar algún producto (o reducir algún insumo), sin reducir simultáneamente algún otro producto (o incrementar algún otro insumo). Este concepto permitía diferenciar a los productores eficientes de los ineficientes, sin embargo no contribuía a medir el grado de la ineficiencia (Färe *et al.*, 1994).

⁴Implica que la relación entre el producto y los insumos no cambia cuando estos últimos crecen. Por tanto, $f(x_1/y, x_2/y)=1$.

Farrell (1957) en su estudio de eficiencia técnica, define el concepto de frontera de producción como el máximo producto obtenible a partir de una serie de insumos o recursos dados. Es por tanto, un concepto técnico y no económico. La unidad de toma de decisión (DMU: Decision Making Unit) que opere de esta manera será considerada técnicamente eficiente.

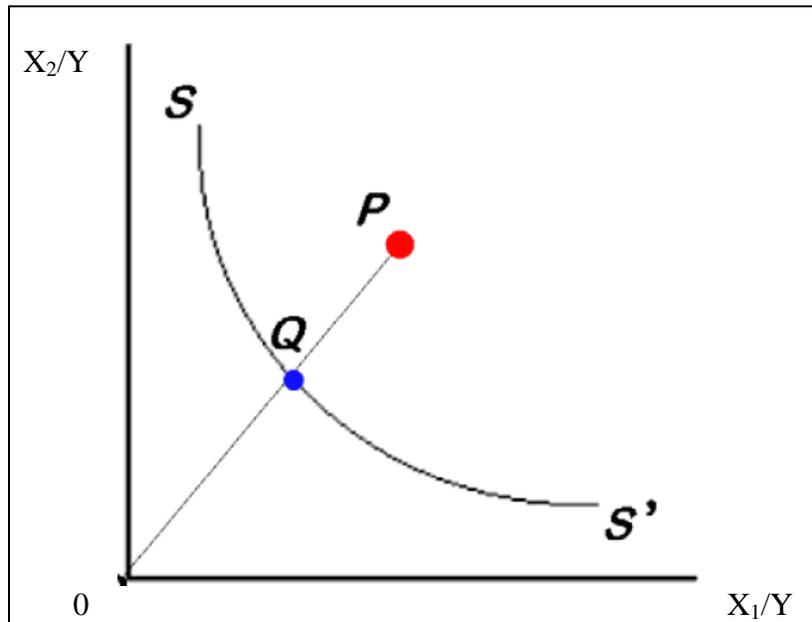


Figura 5. Representación diagramática de la eficiencia técnica según Farrell (Schuschny, 2007).

En la Figura 5 se aprecia la isocuanta unitaria, caracterizada por la combinación de insumos mínimos necesarios para obtener una unidad de producto en condiciones de máxima eficiencia técnica (curva SS'), sin alterar las cantidades producidas, de manera que los puntos situados por encima de la curva, por ejemplo el punto P , serían considerados técnicamente como menos eficientes, pues en todos ellos existe despilfarro en cierta medida en el uso de los recursos productivos.

El punto Q , representaría a una DMU técnicamente eficiente, puesto que comparada con el punto P , se reduce la utilización de ambos insumos, en forma equi-proporcional que permiten obtener la máxima productividad. Al medir la distancia entre P y Q , se tiene una medida de en cuánto se puede reducir el uso de insumos, sin alterar la producción y calcular el índice de eficiencia

técnica. Por tanto, una medida de la eficiencia técnica es la razón entre OQ y OP, es decir el cociente:

$$ET = OQ/OP$$

A partir del ratio de la ineficiencia técnica se obtiene una medida de la proporción en la que deben reducirse los insumos empleados por $P(X_1^*, X_2^*)$ para convertirse en eficiente: $1 - OQ/OP$.

En general, según la teoría de la producción, un proceso es ineficiente si existe otra combinación de factores que permita obtener el mismo nivel de producción con un menor consumo de factores, o más producto con el mismo nivel de factores.

Asimismo una serie de posibilidades de producción se refiere a la serie de todas las combinaciones posibles de insumos y productos o niveles de producción posibles, independientemente de que se encuentren en la frontera o por debajo de ella.

A la par, en la Figura 6 se aprecia las diferencias entre las definiciones sobre eficiencia técnica con sus dos posibles orientaciones: minimización de insumos y maximización de productos, propuestas por Debreu, Färell y Koopmans (1951, 1957 y 1951).

La medida de eficiencia desarrollada por Debreu y Färell considera que todos los productores que se sitúan sobre la isocuanta $L(y)$ o $P(x)$ son eficientes. Sin embargo, la definición de Koopmans señala que para que una DMU sea considerada como eficiente, además de pertenecer a la isocuanta, debe formar parte del subconjunto eficiente.

Pueden encontrarse en la Figura 6 productores eficientes según las dos orientaciones (puntos C y D) e ineficientes (A y B). No obstante, al fijarse en las proyecciones sobre la frontera, la del punto A es eficiente según los dos criterios, mientras que la de B solo lo es según la medida de Debreu-Färell, se sitúa sobre la isocuanta, pero no sobre el subconjunto eficiente (Cordero, 2006).

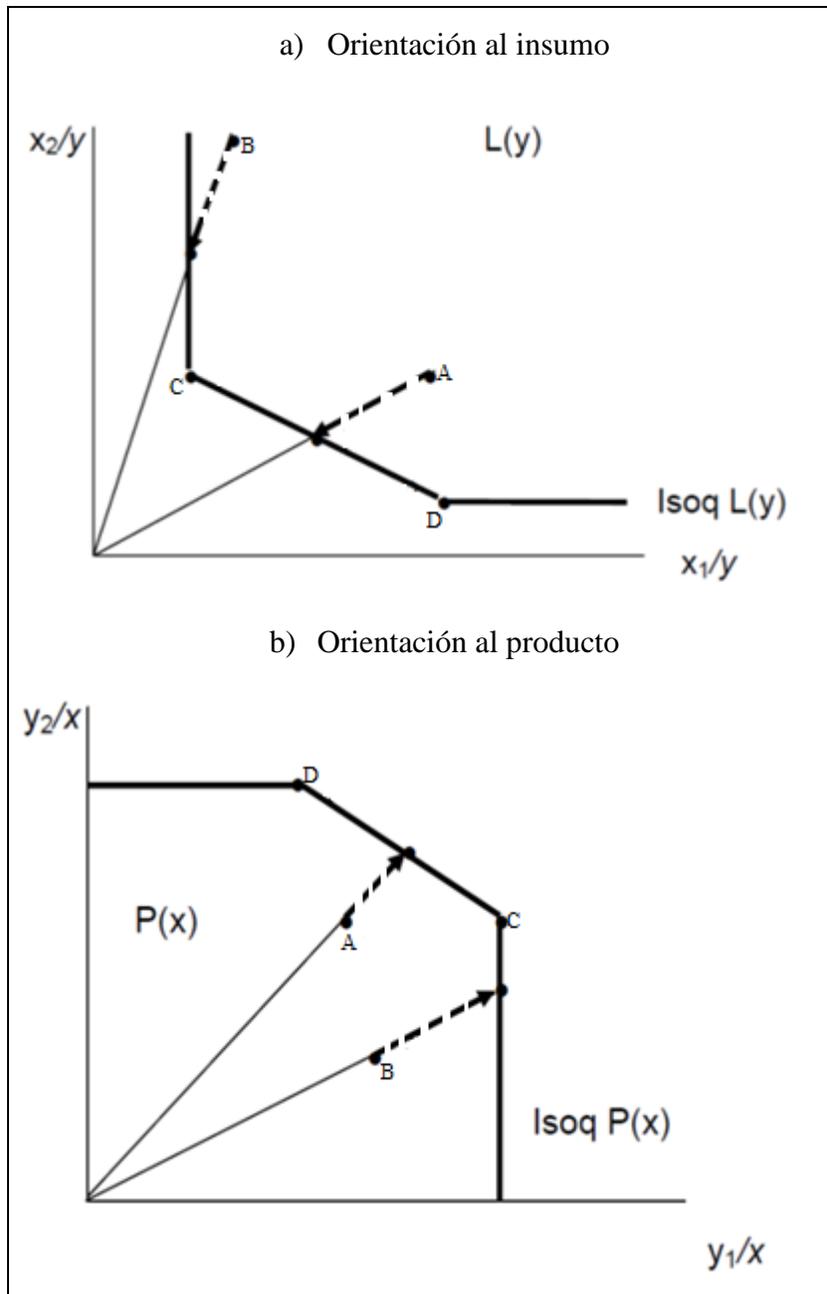


Figura 6. Medidas de eficiencia técnica.

1.4.3.2. Eficiencia en asignación

Cuando se pretende maximizar el beneficio o minimizar el costo conociendo los precios de los productos e insumos sin duda se habla de eficiencia en asignación o en adición a la eficiencia técnica.

Considerar la eficiencia en asignación a la hora de seleccionar los insumos, implica elegir aquellos insumos que produzcan una cantidad dada de productos al mínimo costo, dado el precio de los insumos más relevantes.

Relaciona el producto obtenido por unidad de costos de los recursos utilizados. Se refiere a la distribución de los recursos entre las actividades productivas o las DMUs. Cuando ya no se puede aumentar el beneficio monetario o social mediante la traslación de recursos de una actividad a otra, o entre distintas DMUs se dice que se ha alcanzado la eficiencia en la asignación. Este concepto incorpora la idea de óptimo de Pareto, que indica que se alcanza cuando no es posible mejorar el bienestar de un agente sin empeorar el bienestar de otro.

A partir de la función de costos, que representa el mínimo costo, dados los precios de insumos y del producto, se estima la eficiencia en asignación.

Siguiendo la Figura 4, todos los puntos con un mismo nivel de producción que estén en la isocuanta SS' tienen una eficiencia técnica del 100% y los que estén por encima una eficiencia inferior.

La línea AA' representa la razón de los precios de los factores que es tangente a la isocuanta unitaria en el punto Q'. El punto Q que está sobre la isocuanta unitaria, siendo técnicamente eficiente, representa mayor costo de utilización de factores que el representado por Q'.

Una medida de la ineficiencia en la asignación de recursos que selecciona la técnica eficiente es presentado en el segmento RQ, pero más cara comparándola con el mínimo costo Q'.

Se mide la eficiencia en asignación de recursos mediante la razón OR y OQ, es decir:

$$EA = OR/OQ$$

Tanto Q como Q' son eficientes técnicamente por estar situados sobre la isocuanta, pero los costos de producción en Q' son inferiores, de modo que Q es ineficiente en sentido de asignación, mientras que Q' es eficiente en los sentidos técnico y de asignación.

Mediante una combinación de los índices de eficiencia técnica y de asignación se obtiene la medida de la eficiencia económica (Zieschang, 1983):

$$EE = OR/OP$$

Esta razón es la equivalente al producto de las razones anteriores, es decir:

$$OQ/OP * OR/OQ = OR/OP$$

$$\text{Eficiencia Técnica} * \text{Eficiencia en Asignación} = \text{Eficiencia Económica o Global}$$

En ninguna situación los indicadores de eficiencia técnica, de asignación y económica pueden ser superiores a la unidad, que representaría el 100% de eficiencia. Por ejemplo un valor del índice de eficiencia menor a la unidad significa que la DMU no ha sido capaz de alcanzar su mayor nivel de eficiencia (en términos comparados) pues no está operando en la forma más productiva que pudiera.

1.4.3.3. Eficiencia de escala o economía de escala

Para que una DMU sea técnicamente eficiente no implica que opere en la escala o tamaño óptimo, una DMU técnicamente eficiente puede obtener una mayor productividad explotando, lo que se denomina, su economía de escala. Esto consiste en lograr un tamaño óptimo para la DMU tal que le permita mejorar su nivel de ingresos o su productividad mediante la mejor adecuación de su estructura productiva al volumen de producción (Zanetti, 1997).

En teoría económica ese tamaño coincide con aquel volumen de producción para el que el costo medio a largo plazo es mínimo.

Las DMUs situadas en la frontera y que operan con una escala óptima, se consideran técnicamente eficientes y con eficiencia de escala o economía de escala. Cuando la escala no es la óptima se considera que, siendo técnicamente eficiente, presentan ineficiencia de escala o deseconomía de escala.

En producciones a largo plazo se dan las relaciones escalares, en las que todos los factores son variables y no se considera ninguno como fijo. La existencia de economías de escala puede

justificarse por diversas razones. Por un lado, cuando se incrementa el volumen de producción de la DMU puede aprovechar las ventajas de la especialización, así cada trabajador puede concentrar su actividad en una tarea muy específica y de este modo llegar a ser más eficiente. Por otro lado, es frecuente que a medida que crece la DMU ésta puede acceder al empleo de un mejor equipo, dando lugar a lo que se denomina economías técnicas. En otras ocasiones las economías tienen su origen en la indivisibilidad de la producción.

Las deseconomías de escala se pueden asociar con las dificultades de gestionar una DMU a medida que crece. Cuando una DMU crece puede que aumente la burocratización en los órganos directivos, lo que puede conducir a que se incrementen los costos medios. También se suele asociar la deseconomía de escala a DMU s que entran en un periodo de no calidad o mal servicio.

Por lo tanto si una DMU ha incrementado su productividad de un año a otro, esta mejora no tiene por qué deberse necesariamente a una mejora en su eficiencia, porque puede haber ocurrido un cambio técnico o haber explotado su economía de escala o alguna de las combinaciones de estos factores (Coelli *et al.*, 1998).

Cuando una empresa es eficiente en los tres tipos, se dice que es económicamente eficiente, ya que está maximizando sus beneficios.

1.4.4. Diferencia entre eficiencia y productividad

En la Figura 6 se representan tres unidades de producción (A, B y C) y la función de producción que representa el máximo producto alcanzable para cada nivel de insumo, reflejando el estado actual de la tecnología en la industria, por supuesto bajo el supuesto de un proceso productivo que emplea un único insumo (X) para producir un único producto (Y).

Según esta Figura de Coelli *et al.* (1998), 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 su parte, la productividad de una unidad, es decir, su productividad media de un factor, se mide como la pendiente de la línea recta desde el origen hasta el punto que lo representa. La unidad A podría ganar eficiencia y productividad al moverse hacia el punto representado por la B, mientras

que ésta última, técnicamente eficiente, podría ganar en productividad si se moviera hacia el punto que representa a la unidad C, el de máxima productividad, el punto de escala óptima.

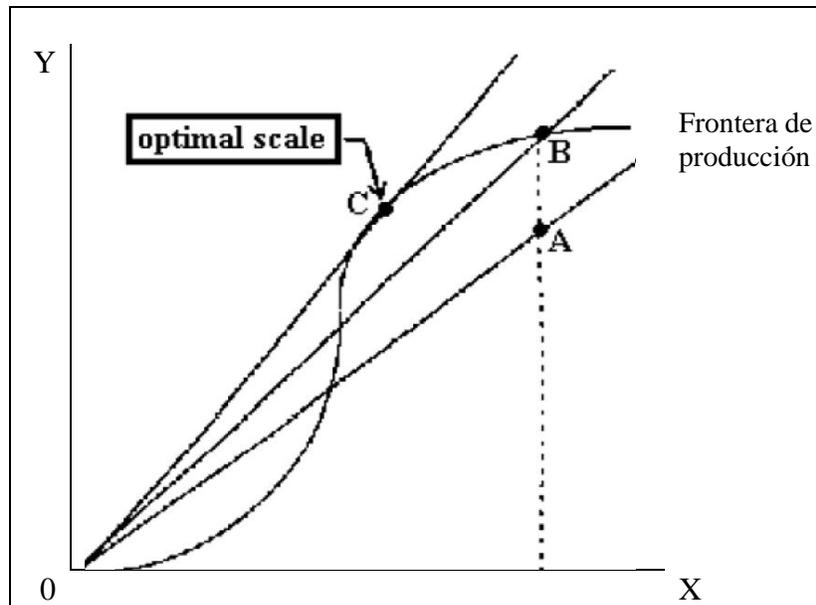


Figura 7. Máximo nivel de producto para cada insumo sobre la frontera de producción.

En conclusión una empresa puede ser técnicamente eficiente pero todavía ser capaz de mejorar su productividad al explotar economías de escala.

1.4.5. El método DEA

El Análisis Envoltente de Datos (Data Envelopment Analysis - DEA) se da a conocer con la publicación del trabajo realizado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978)⁵, es una técnica de programación matemática, que permite calcular el índice de eficiencia técnica resolviendo un programa matemático de optimización mediante programación lineal para cada unidad observada o unidad de toma de decisión (DMU⁶).

Se han desarrollado diversas metodologías para incorporar al análisis de eficiencia la influencia de factores exógenos que proporciona una medida de eficiencia técnica, además permite la construcción de una superficie envolvente, frontera eficiente o función de producción empírica a partir de los datos disponibles, que incluyan todas las unidades eficientes junto con sus combinaciones lineales, quedando el resto de unidades (menos eficientes) por debajo de la misma.

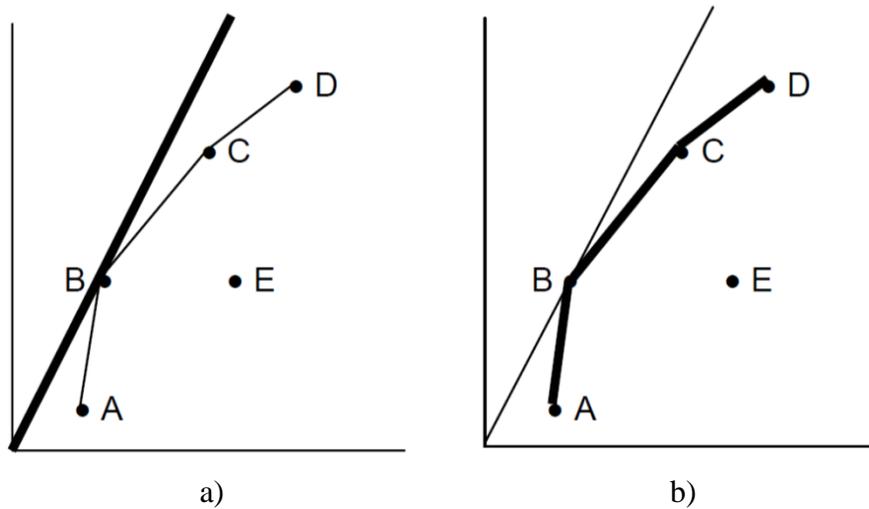


Figura 8. Envoltentes con distintos rendimientos de escala (Zhu, 2003).

En la Figura 8 se observa el caso más sencillo de una superficie envolvente, con un proceso productivo en el que emplea un solo input para producir un solo output. Se aprecia que la envolvente construida con el modelo CCR (a) se representa mediante un radio vector (recta) que, partiendo del origen, pasa por la única unidad considerada eficiente con rendimientos constantes

⁵Este modelo es conocido en la literatura por las iniciales de sus autores como Modelo CCR.

⁶Este término es la abreviatura de "Decision Making Unit" empleada por Charnes, Cooper y Rhodes (1978) para referirse a los productores evaluados.

de escala (B), la de mayor ratio output/input, situándose por debajo el resto de unidades (A, C, D y E), que en este caso serían calificadas como ineficientes. Por el contrario, si se asumen rendimientos variables de escala (b), la frontera se construye mediante combinaciones lineales convexas de las unidades que se consideran mejor práctica, independientemente de que éstos presenten rendimientos constantes decrecientes o crecientes de escala. De esta forma, se obtiene una nueva frontera lineal por tramos formada por los puntos A, B, C y D, donde solo B se sitúa en la escala óptima, mientras que C y D se sitúan en una escala superior y A en una inferior. La unidad E vuelve a ser ineficiente. De manera que la distancia de las unidades menos eficientes a la envolvente proporciona una medida de su nivel de ineficiencia (Cordero, 2006).

Por lo tanto, las funciones distancia permiten cuantificar la ineficiencia técnica en un plan de producción, realizando este cometido mediante la comparación de las cantidades de insumos y de productos que necesita una empresa que es técnicamente eficiente con los que utiliza una empresa ineficiente. Dado el amplio número de unidades eficientes que puede tener un conjunto de producción, las distintas formas de selección de la unidad eficiente que va a servir de referencia a las empresas ineficientes, es lo que da lugar a las distintas medidas de ineficiencia técnica.

1.4.6. Índice de productividad de Malmquist

En algunas situaciones no es suficiente saber que la productividad se ha incrementado con el transcurso del tiempo, por ejemplo al incrementarse el producto producido, sino que es de interés conocer si el incremento del producto es debido a que se ha mejorado el uso de los insumos o a que se han incrementado esos insumos.

La facilidad de computación de las medidas de eficiencia técnica con el análisis DEA facilitó la incorporación del índice de Malmquist a un entorno de productividad. Este índice para tecnología con rendimientos constantes a escala (Constant Returns to Scale - CRS) no solo permite estimar el cambio productivo sino también investigar en las fuentes que lo han originado.

Con este fin una vez que se dispone de la información correspondiente se procede a analizar lo que sucede durante distintos periodos, asumiendo que la tecnología imperante no se puede considerar como inmutable. Se supone una situación en la que se estudian los cambios entre dos periodos de tiempo (t y el $t+1$). Así, sería posible analizar la información considerando cuatro posibilidades. Por un lado, se podrían comparar los datos de las DMU que operaron en t con la tecnología que existía en ese mismo momento t , o con la que surgió en el periodo siguiente $t+1$. También sería posible comparar la información de las DMU en $t+1$ a partir de las tecnologías en t ó $t+1$.

Realizados los análisis de funciones distancia previos, es posible discriminar entre aquellos cambios debidos a incrementos (o caídas) en la eficiencia técnica (es decir el grado de acercamiento a la frontera óptima, convergencia o “catching-up”) y el cambio tecnológico (es decir, el desplazamiento de la frontera propiamente dicha).

El Índice de Productividad de Malmquist (1953), representa el crecimiento de la productividad total de los factores (TFP) de una DMU. Refleja el progreso en eficiencia⁷ de conformidad con los cambios tecnológicos en el tiempo, que se manifiesta como desplazamientos de la propia frontera, bajo un marco de múltiples insumos y productos (Caves *et al.* 1982).

En cambio, las observaciones fuera de la frontera reflejan los periodos en los cuales la utilización de los recursos resulta menos eficiente en comparación con las prácticas empleadas durante los mejores años. La distancia entre la frontera y los puntos de producción representa la ineficiencia técnica. Las funciones distancia o medidas de eficiencia técnica, permiten cuantificar la ineficiencia técnica en un plan de producción, mediante la comparación de las cantidades de insumos y de productos que necesita una unidad que es técnicamente eficiente con los que utiliza una unidad ineficiente.

El IPM en el modelo DEA-CCR define funciones distancia, que proporcionan medidas equivalentes de eficiencia técnica, estas funciones son:

⁷Cambios en la distancia a la frontera, lo que se denomina como convergencia o “catching-up”; así una entidad federativa podría estar sobre la frontera en un periodo, pero no en el siguiente.

- Orientadas a insumos que caracterizan una tecnología por el mínimo nivel proporcional posible en el uso de insumos, mientras los niveles del producto se mantienen constantes. Es decir, cuánto podrían ser reducidos los insumos sin alterar la cantidad de producto generado.
- Orientadas a la producción que consideran la expansión proporcional maximal del vector de producción, dados los insumos utilizados, es decir, cuánto podría ser expandida la cantidad de producto sin alterar las cantidades de insumos empleadas.

El modelo DEA-CCR supone convexidad, eliminación gratuita de productos e insumos y rendimientos constantes a escala, se puede referir de tres formas distintas: fraccional, multiplicativa y envolvente (Chames *et al.* 1978).

La metodología de la media geométrica de los índices de productividad Malmquist con orientación hacia los insumos empleada en esta investigación, tiene como ventajas:

- No se requiere información de precios, utiliza datos sobre unidades físicas de insumos y productos, lo que permite comparar las entidades federativas.
- Los supuestos de maximización de beneficios o la minimización de costos no son utilizados y está libre de los errores de una especificación incorrecta en forma funcional. Sin embargo, el DEA no considera los efectos aleatorios, por lo que los disturbios externos que ocasionen una desviación de la frontera y afecten el desempeño de una unidad serían captados como ineficiencias pudiéndose sobre estimar o subestimar la medición.
- Puede descomponerse en otros índices que indican las fuentes originarias del cambio productivo.

Con el desplazamiento, hacia arriba o hacia abajo, de la frontera eficiente, debe tenerse en cuenta, además de la eficiencia técnica, otra fuente del cambio productivo, el cambio técnico.

Suponiendo que la tecnología está caracterizada por rendimientos constantes a escala, permitiendo el desplazamiento de la frontera eficiente, entonces el cociente entre su eficiencia técnica en el periodo $t + 1$ y t es una medida del cambio productivo experimentado, siendo posible realizar la evaluación de eficiencia tomando como referencia bien la tecnología del periodo t , o bien la del periodo $t + 1$ (Thanassoulis, 2001).

En los periodos de tiempo t y $t+1$, bajo el supuesto de que las entidades federativas como unidades de producción generan un producto ($y=PIB$) a partir de dos insumos ($x_1=K$, $x_2=MO$), el cambio productivo para cada entidad, tomando como referencia la tecnología del período t (CP_A^t) estaría dado por:

$$CP_A^t = \frac{E_{A,t+1}^t}{E_{A,t}^t} \quad (1)$$

donde:

- $E_{A,t}^t$ es la eficiencia técnica de la entidad federativa A en el periodo t (subíndice) respecto a la frontera eficiente del mismo periodo (supraíndice).
- $E_{A,t+1}^t$ es la eficiencia técnica de la entidad federativa A en el periodo $t + 1$ respecto a la frontera en t .

El índice de la ecuación (1) es el IPM insumo-orientado, que basado en la tecnología de referencia en t , definieron Caves, Christensen y Diewert (CCD, 1982) en términos de funciones distancia.

El cambio productivo experimentado por la unidad A entre el periodo t y el periodo $t + 1$, con esta metodología, puede obtenerse a partir de la expresión:

$$IPM_{FGLR}(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \left[\frac{E_{A,t+1}^t}{E_{A,t}^t} \cdot \frac{E_{A,t+1}^{t+1}}{E_{A,t}^{t+1}} \right]^{1/2} = \frac{E_{A,t+1}^{t+1}}{E_{A,t}^t} \left[\frac{E_{A,t+1}^t}{E_{A,t+1}^{t+1}} \cdot \frac{E_{A,t}^t}{E_{A,t}^{t+1}} \right]^{1/2} \quad (2)$$

En la ecuación (2), el componente $\left[\frac{E_{A,t+1}^{t+1}}{E_{A,t}^{t+1}} \right]$ es el denominado cambio en eficiencia técnica (CE) y captura los cambios en el tiempo (efecto “catching-up”) de la eficiencia relativa, es decir, si la DMU se está acercando o se está alejando de la frontera eficiente.

Por su parte, los componentes del progreso tecnológico capturan el cambio en la tecnología (CT), entre los periodos evaluados t y $t + 1$ de las DMUs. El primer componente $\left[\frac{E_{A,t+1}^t}{E_{A,t+1}^{t+1}} \right]$ es el efecto del cambio en la frontera en (x_t, y_t) , evaluada como el cambio en la eficiencia de (x_t, y_t) con respecto al período t y las fronteras de $t+1$ respectivamente. El segundo componente $\left[\frac{E_{A,t}^t}{E_{A,t}^{t+1}} \right]$ es el efecto del

cambio de la frontera en (x_{t+1}, y_{t+1}) evaluada como el cambio de eficiencia de (x_{t+1}, y_{t+1}) con respecto al período t y las fronteras de $t+1$ respectivamente. Sin embargo, el efecto de cambio en la tecnología es definido por la media geométrica de los dos componentes.

Cuando una entidad federativa tiene entre el periodo t y $t+1$ una mejora de productividad, entonces el $IPM_{FGLR}(x_{t+1}, y_{t+1}; x_t, y_t)$ será mayor que 1; si es menor que 1, el resultado empeora y si no existe ningún cambio en el período estudiado, el resultado será la unidad. Sin embargo, al mismo tiempo se puede producir una mejora de la eficiencia técnica y un retroceso tecnológico.

Para calcular el IPM insumo orientado, $IPM_{FGLR}(x_{t+1}, y_{t+1}; x_t, y_t)$, se requiere calcular cuatro funciones distancia insumo que son obtenidas mediante el modelo DEA-CCR en su forma envolvente. Estas funciones permiten describir un modelo de producción multi-producto, multi-insumo sin necesidad de asumir un criterio determinado, como minimización del costo o maximización de la ganancia (Perelman, 1995). Una función distancia de insumo está definida por la tecnología de producción cuyo consumo de insumos es el mínimo posible dado un determinado nivel de producción (Coelli et al., 1998).

Las funciones distancia involucradas en el $IPM_{FGLR}(x_{t+1}, y_{t+1}; x_t, y_t)$ son:

$$1. [D_1^t(X_t, Y_t)]^{-1} = E_{A,t}^t$$

Ésta es la medida de la eficiencia técnica de la Unidad evaluada A , usando los datos observados para la Unidad en el periodo t en relación a la frontera tecnológica del periodo t .

$$[D_1^t(X_t, Y_t)]^{-1} = E_{A,t}^t = \text{Min}_{A,\lambda} \theta$$

$$\begin{aligned} \text{Sujeto a: } & Y_t \lambda \geq Y_{A,t} \\ & \theta X_{A,t} \geq X_t \lambda \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

donde:

θ es un escalar (distancia a minimizar).

λ es un vector de constantes.

Y_t y X_t son los vectores de producción e insumos utilizados en el conjunto al tiempo t respectivamente.

X_A es el nivel de insumos empleados en la unidad evaluada A .

Y_A es el nivel de producción generada por la unidad evaluada A .

$$2. [D_I^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})]^{-1} = E_{A,t+1}^{t+1}$$

Es la eficiencia técnica de la Unidad A que se calcula usando los datos observados para la Unidad en el periodo $t+1$ en relación a la frontera eficiente en el periodo $t+1$.

$$[D_I^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})]^{-1} = E_{A,t+1}^t = \text{Min}_{A,\lambda} \theta$$

$$\begin{aligned} \text{Sujeto a: } & Y_{t+1}\lambda \geq Y_{A,t+1} \\ & \theta X_{A,t+1} \geq X_{t+1}\lambda \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

En las siguientes funciones distancia se requiere información de los periodos t y $t+1$, puesto que se comparan los datos de un periodo con la frontera eficiente del otro. Además, por esta razón, el valor óptimo de θ , θ^* , puede resultar ser mayor a la unidad.

$$3. [D_I^t(X_{t+1}, Y_{t+1})]^{-1} = E_{A,t+1}^t$$

Es la eficiencia técnica de la Unidad A , calculada a partir de los datos observados en el periodo $t+1$ respecto a la frontera eficiente del periodo t .

$$[D_I^t(X_{t+1}, Y_{t+1})]^{-1} = E_{A,t+1}^t = \text{Min}_{A,\lambda} \theta$$

$$\begin{aligned} \text{Sujeto a: } & Y_t\lambda \geq Y_{A,t+1} \\ & \theta X_{A,t+1} \geq X_t\lambda \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

$$4. [D_I^{t+1}(X_t, Y_t)]^{-1} = E_{A,t}^{t+1}$$

Es la eficiencia técnica de la Unidad A calculada a partir de los datos observados en el periodo t respecto a la frontera eficiente del periodo $t+1$.

$$[D_t^*(X_t, Y_t)]^{-1} = E_{A,t}^{t+1} = \text{Min}_{A,\lambda} \theta$$

Sujeto a:

$$Y_{t+1} \lambda \geq Y_{A,t}$$
$$\theta X_{A,t} \geq X_{t+1} \lambda$$
$$\lambda \geq 0$$

CAPÍTULO II

ACTIVIDAD ECONÓMICA GENERAL

La economía mundial actualmente se caracteriza por la globalización de los mercados, de la información, del conocimiento y por el cambio continuo e incierto, en este contexto uno de los principios de la CEPAL (2008, 2010), establece que una visión estratégica nacional, con un enfoque estructural hacia el mediano y largo plazo, que incorpore una actitud proactiva y metas realistas, puede ser vital en la transformación productiva, el desarrollo exportador y la convergencia económica.

2.1. Productividad y competitividad

México, siguiendo la tendencia de inserción internacional tiene como objetivo potenciar la productividad y competitividad de su economía, para lograr un crecimiento económico sostenido y acelerar la creación de empleos (Quinto informe de gobierno, 2010).

En el reporte de competitividad global 2010-2011 elaborado por el Foro Económico Mundial (FEM) y publicado en septiembre de 2010, México se ubicó en la posición 66 de 139 países evaluados. En este reporte se analiza la capacidad de las naciones para crear y mantener un ambiente en el que las empresas puedan competir con base en cuatro factores: desempeño económico, eficiencia del gobierno, eficiencia para hacer negocios y desarrollo de infraestructura.

Entre las principales fortalezas de México se encontraron los siguientes factores en:

- “Desempeño Económico”, mejoró nueve posiciones respecto al año 2009, resaltando mejoras en la economía doméstica y comercio internacional.
- “Eficiencia del Gobierno”, hubo un incremento de tres posiciones respecto a 2009.
- “Eficiencia de los negocios”, subió ocho posiciones respecto al informe anterior, sobresaliendo las mejoras en productividad y finanzas.

- El factor “Infraestructura” avanzó una posición, destacando el avance en infraestructura básica y científica. Mejoró su calificación en cuatro de los nueve indicadores que lo componen, reflejando la mayor inversión generada en este rubro, tanto en términos brutos como en porcentaje del PIB, destacando la modernización de la red de carreteras, aeropuertos y puertos, así como las suscripciones de telefonía móvil.
- México mantuvo su posición respecto del informe del año anterior en el pilar “Estabilidad Macroeconómica” ubicándose en el lugar 28; según el quinto informe de gobierno del 2010 fue debido a la fortaleza macroeconómica y a la continuidad de la política de finanzas públicas responsables. En este indicador México se encuentra en segundo lugar comparado con los BRIC (Brasil, Rusia, China e India), sólo por debajo de China que ocupa el cuarto lugar de la clasificación general del índice.

Asimismo el reporte global de facilitación del comercio 2010 del FEM analizó, para 125 economías (cuatro países más respecto al Informe 2009), el grado en que las instituciones y las políticas públicas facilitan el comercio en los países. México tuvo un avance de 10 posiciones respecto al informe 2009, pasando del lugar 74 al 64, derivado de la reducción de tarifas arancelarias y la mejora en disponibilidad y calidad de la infraestructura de transporte. El país se ubicó para el 2010 por arriba de Brasil (87), India (84) y Rusia (114) pero por debajo de China (48). Sin embargo ocupó en el 2006 el lugar 58, en el 2007 el lugar 52, en tanto que en el 2008 y 2009 su lugar era la 60 de entre 134 y 133 economías consideradas.

A partir del año 2010 en el reporte de otros indicadores elaborados por instituciones internacionales se reflejan los resultados de las acciones para mejorar el entorno económico, obteniendo que México:

- Se colocó como el país más competitivo en 2010 entre un total de 12 economías de acuerdo al Índice de Costos de Manufacturas, elaborado por la consultora Alix Partners que evalúa el costo de fabricar productos para exportarlos a Estados Unidos de América (EUA).
- Ocupó el primer lugar en competitividad en materia de impuestos en 2010, con base en un estudio que realizó la Consultora KPMG en 95 ciudades pertenecientes a 10 países.

- Se posiciona en el sexto puesto en servicios de offshoring para operaciones de tecnologías de la información y Business Process Outsourcing, de acuerdo al estudio realizado por la consultora A.T. Kearney en 2011.
- Durante el 2010 se ubicó dentro de las 25 economías mejor evaluadas, en cuanto a los principales países receptores de Inversión Extranjera Directa (IED), de acuerdo al World Investment Report 2011 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD).
- De acuerdo a la consultora del Reino Unido Deloitte Touche Tohmatsu Limited, en 2010 ocupó el séptimo lugar de 26 economías evaluadas en cuanto a competitividad de manufacturas.

Además el Instituto Internacional para Management Development (IMD) en su informe mundial de competitividad del 2012 evaluó 59 economías, este ranking mide cuan bien los países manejan sus economías y recursos humanos para incrementar su prosperidad. Los países más competitivos según este informe son Hong Kong, Estados Unidos y Suiza. América Latina tuvo un año difícil, con cada nación descendiendo en el ranking, excepto México que se ubicó en la posición 37, lo que significa un avance de una posición con respecto al informe del año pasado.

2.2. Situación macroeconómica de América Latina

Para la CEPAL (2010) la política macroeconómica tiene una relación significativa entre su orientación y el desarrollo, la limitada inversión productiva y el escaso incremento de la productividad de América Latina. En este rubro se expone la información de 19 países de América Latina y el Caribe recopilada por la CEPAL.

VARIABLES CLAVE DE LA MACROECONOMÍA SON LA PRODUCCIÓN Y EL EMPLEO, QUE HAN ESTADO SOMETIDAS A INTENSAS VARIACIONES CÍCLICAS DE LA DEMANDA GLOBAL Y DEL TIPO DE CAMBIO. A SU VEZ, EN EL ENTORNO MACROECONÓMICO INFLUYEN LOS EFECTOS E INTERRELACIONES CON EL EXTERIOR DE LAS POLÍTICAS FISCAL, MONETARIA, CAMBIARIA, DEL MERCADO DE CAPITALES INTERNO Y DE LA CUENTA DE CAPITAL, LO QUE AFECTA LA VELOCIDAD DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA DISTRIBUCIÓN DE SUS RESULTADOS.

La crisis global del 2008-2009 de acuerdo a datos de la CEPAL (Cuadro 2), exhibió el papel fundamental de la política macroeconómica para los encargados del desarrollo económico, es

decir, los diversos agentes que generan el PIB. En efecto, en lo que respecta a los equilibrios macroeconómicos, en la mayoría de los países de la región se observaron fluctuaciones de la tasa de expansión del PIB, que no responden a cambios estructurales o microeconómicos abruptos, sino a variables macroeconómicas, asociadas sobre todo a los flujos de capitales financieros desde el exterior y viceversa, lo que se traduce en variaciones de la demanda agregada, el tipo de cambio y las expectativas de los actores económicos.

Cuadro 2. América Latina y el Caribe: evolución del PIB, 2004-2009.

(En tasas anuales de variación)

País	2004-2008	2009	País	2004-2008	2009
Antigua y Barbuda	6.7	-6.6	Haití	1.1	2.9
Argentina	8.4	0.9	Honduras	5.8	-2.1
Bahamas	1.6	-3.9	Jamaica	1.2	-3
Barbados	3.1	-3.6	México	3.5	-6.3
Belice	3.5	-0.5	Nicaragua	4	-1.5
Bolivia	4.8	3.5	Panamá	9.2	2.4
Brasil	4.6	-0.2	Paraguay	4.8	-3.5
Chile	4.8	-1.5	Perú	7.6	0.9
Colombia	5.3	0.4	República Dominicana	7	3.5
Costa Rica	5.9	-1.2	Saint Kitts y Nevis	5.1	-8.5
Cuba	8.1	1.4	San Vicente y las Granadinas	5.5	-0.2
Dominica	4.9	-1.5	Santa Lucía	3.8	-3.8
Ecuador	5.4	0.4	Suriname	4.2	2.5
El Salvador	3.3	-3.5	Trinidad y Tabago	6.9	-0.5
Granada	1.8	-5	Uruguay	8.5	2.9
Guatemala	4.4	0.6	Venezuela	10.1	-3.3
Guyana	2.6	0.9			

En el quinquenio 2004-2008, el PIB creció en América Latina y el Caribe, en promedio un 5.3%, el desempleo descendió más de tres puntos del 11% en 2003 al 7.4% en 2008, como promedio regional y los salarios experimentaron un incremento, sin embargo perduraba la brecha social.

También en el 2008 el PIB per cápita de América Latina equivalía a apenas el 27% del de los países del Grupo de los Siete (G-7) y a un 23% del de los Estados Unidos, lo que reveló que la brecha del PIB por habitante entre los países de la región y los países desarrollados continuaba siendo muy amplia, al igual que la brecha de productividad.

El grado de dinamismo del PIB también depende de la tasa de inversión, al respecto la CEPAL señala que la tasa de formación de capital ha sido muy baja respecto de la registrada en otras economías emergentes exitosas y de lo alcanzado por la región en los años setenta. En la Figura 9 se observa que la tasa de inversión en la década de los ochenta registró un bajo nivel respecto a la cifra correspondiente a los años setenta, cuando el PIB de América Latina creció en promedio un 5,6%. En 1990-2008, la tasa se situó en el 18,4%, en comparación con el 23,5% logrado en los años setenta. La excepción fue el período 2007-2008, cuando la tasa de inversión se aproximó al promedio de la década de setenta, pero no lo logró.

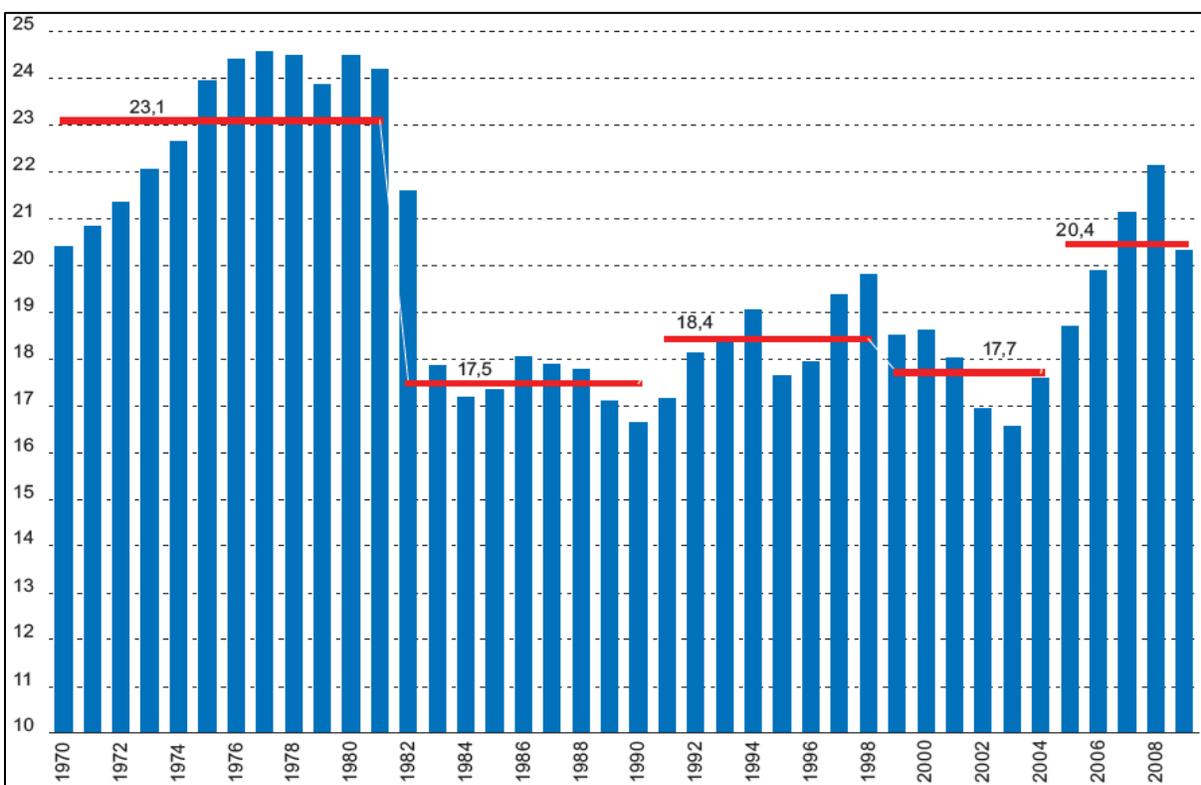


Figura 9. América Latina: formación bruta de capital fijo, 1970-2009⁸.
(En porcentajes del PIB)

Cuando la reactivación económica ha sido prolongada, la tasa de inversión alcanza niveles mayores y muestra una tendencia progresiva; tras la continua recuperación iniciada en 2003, el bienio 2007-2008 registró las tasas más altas desde los años setenta. La persistencia del proceso

⁸Las cifras correspondientes a 2009 son preliminares. Los porcentajes sobre las líneas horizontales representan los promedios anuales de los respectivos sub periodos.

es clave para brindar a los inversionistas un estímulo eficaz a fin de que inmovilicen sus fondos y movilicen los créditos de largo plazo que necesita la actividad productiva.

A causa de la crisis global que detuvo el auge en el 2009, la tasa de inversión sufrió una caída de dos puntos porcentuales, del 22% del PIB en 2008 al 20% en 2009, incidiendo en el deterioro de la producción y del empleo; a la par quedó pendiente el desafío de alcanzar niveles de formación de capital más elevados que los del período 1990-2009, lo que resulta imprescindible para crecer con igualdad. Junto con las capacidades de negociación de distintos sectores sociales, la calidad de la educación y la capacitación laboral; el acervo de capital por trabajador también influye en el nivel de salarios y la distribución del ingreso.

La región América Latina y el Caribe ha enfrentado ciclos económicos volátiles, con contracciones y expansiones asimétricas. En contextos recesivos el PIB real puede estar muy por debajo del PIB potencial, lo que hace que subsistan los efectos depresivos sobre la inversión productiva, el mercado laboral, la situación de las PYMES y el sector informal. De allí la importancia de una adecuada política macroeconómica para lograr una mayor convergencia entre los diversos sectores de la producción y el empleo.

Por lo tanto, en la Figura 10 se observa la estrecha asociación que ha existido entre la brecha del producto (brecha recesiva) y la tasa de inversión en capital fijo en América Latina y el Caribe, lo que refleja uno de los principales efectos dinámicos negativos: la subutilización de los factores productivos. Esta relación se debe a diversas razones (Ffrench-Davis, 2005):

- Capacidad sin usar implica menos incentivos para invertir en nuevos activos productivos.
- El entorno volátil disuade la inversión irreversible.
- La subutilización conlleva a menores utilidades y escasez de fondos propios, lo que también suele aparecer asociado a una reticencia del mercado de capitales a financiar empresas con falta de liquidez en situaciones recesivas.
- La brecha recesiva y sus fluctuaciones suelen afectar la calidad de la evaluación de los proyectos y la innovación productiva, y

- Las intensas fluctuaciones recesivas tienden a deprimir los ingresos públicos, lo que induce a realizar recortes en la inversión pública que complementa la inversión privada (Easterly y Servén, 2003).

Así, la tasa de formación de capital ha fluctuado en función de los ciclos económicos con mucha mayor intensidad que en respuesta a las reformas micro y macroeconómicas llevadas a cabo en la región para elevar la productividad y reducir la heterogeneidad estructural (CEPAL, 2010).

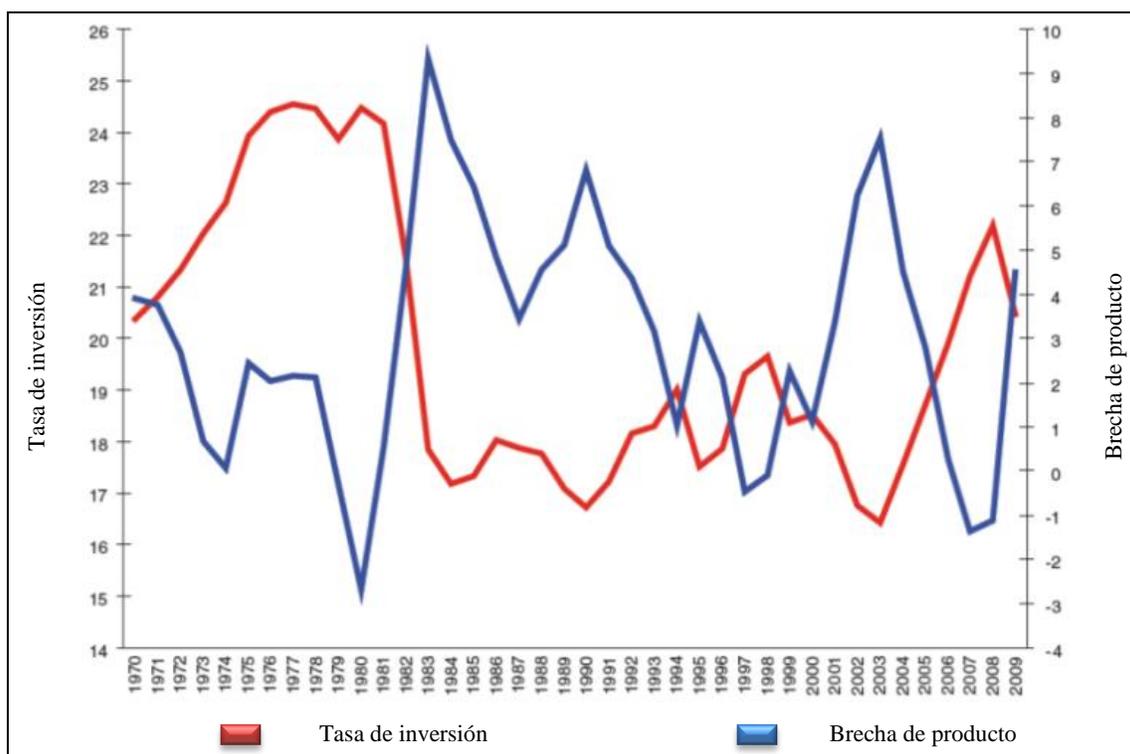


Figura 10. América Latina: brecha de producto y tasa de inversión bruta, 1970-2009.
(En porcentajes del PIB)

Por consiguiente, existe una conexión clara entre la volatilidad real y el crecimiento económico a largo plazo, que afecta la productividad total real de los factores, el volumen de inversión en capital fijo y la productividad total estructural de los factores (Ffrench-Davis, 2005).

En síntesis, dada la inestabilidad y la brecha recesiva que genera el nivel del PIB; la productividad, la tasa de inversión y el empleo y su grado de formalidad serán menores que en un contexto de mayor estabilidad macroeconómica real.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. Funciones distancia para las entidades federativas de México

El cálculo del índice de la productividad de Malmquist por año consecutivo desde el 2005 hasta el 2010, equivalente al índice de base variable inicia con la obtención de las funciones distancia insumo de cada una de las entidades federativas de México.

Del cálculo de las primeras funciones distancia se obtuvieron la eficiencia técnica correspondiente al periodo t, en relación a la frontera tecnológica del mismo periodo t, por lo que se minimizó ambas funciones para alcanzar la mínima distancia tomando como referencia al origen. En este caso el período t corresponde al año 2005. Los resultados de esta función distancia presentaron a Campeche, México y Morelos con el mayor puntaje (1.00). Simultáneamente el Distrito Federal obtiene el menor puntaje, es decir 0.07 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Eficiencia técnica del período t en relación a frontera tecnológica del período t.

ENTIDAD FEDERATIVA	2005-2005	2006-2006	2007-2007	2008-2008	2009-2009	2010-2010
AGS	0.20	0.22	0.15	0.15	0.26	0.18
BC	0.19	0.21	0.18	0.18	0.25	0.20
BCS	0.18	0.19	0.21	0.21	0.24	0.23
CAM	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CHIS	0.20	0.21	0.21	0.23	0.25	0.27
CHIH	0.30	0.33	0.34	0.35	0.34	0.36
COA	0.33	0.34	0.33	0.34	0.34	0.35
COL	0.12	0.12	0.14	0.14	0.14	0.16
DF	0.07	0.11	0.08	0.08	0.12	0.10
DGO	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.22
GTO	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.24
GRO	0.22	0.21	0.18	0.19	0.23	0.22
HGO	0.28	0.29	0.31	0.33	0.32	0.36
JAL	0.23	0.24	0.15	0.16	0.29	0.18
MEX	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
MICH	0.22	0.23	0.25	0.27	0.27	0.35
MOR	1.00	1.00	0.18	0.18	1.00	0.22
NAY	0.20	0.24	0.16	0.17	0.29	0.19
NL	0.11	0.12	0.14	0.15	0.15	0.17
OAX	0.16	0.16	0.18	0.19	0.19	0.23

ENTIDAD FEDERATIVA	2005-2005	2006-2006	2007-2007	2008-2008	2009-2009	2010-2010
PUE	0.23	0.26	0.18	0.17	0.29	0.20
QUE	0.13	0.14	0.16	0.17	0.17	0.19
QROO	0.14	0.16	0.17	0.18	0.20	0.20
SLP	0.17	0.19	0.15	0.16	0.22	0.19
SIN	0.16	0.18	0.20	0.22	0.21	0.23
SON	0.21	0.23	0.25	0.25	0.27	0.29
TAB	0.34	0.37	0.41	0.45	0.51	0.57
TAM	0.50	0.50	0.52	0.54	0.55	0.52
TLAX	0.12	0.13	0.09	0.10	0.12	0.11
VER	0.69	0.68	0.66	0.70	0.72	0.61
YUC	0.48	0.54	0.16	0.17	0.65	0.20
ZAC	0.19	0.20	0.20	0.23	0.24	0.27

En el segundo paso se repite el proceso previo; sin embargo, esta vez para los años del 2006 al 2010. El mayor puntaje (1.00) es para las mismas entidades de la función distancia del año 2005, excepto para Morelos que en los años 2007, 2008 y 2010 desciende. El Distrito Federal a la par con Tlaxcala tiene la puntuación mínima en todos los años (Cuadro 3).

En el tercer paso se computarizó la eficiencia técnica con datos del periodo t+1 en relación a la frontera eficiente del periodo t, teniendo que minimizar ambas funciones para obtener la mínima distancia tomando como referencia al origen. Los resultados presentaron en todos los períodos a Campeche con el mayor puntaje; antagónicamente, el Distrito Federal presentó los resultados menores (Cuadro 4).

Cuadro 4. Eficiencia técnica del período t+1 en relación a frontera eficiente del período t.

ENTIDAD FEDERATIVA	2006-2005	2007-2006	2008-2007	2009-2008	2010-2009
AGS	0.23	0.25	0.15	0.14	0.31
BC	0.22	0.23	0.18	0.17	0.22
BCS	0.18	0.19	0.20	0.22	0.22
CAM	1.01	0.96	0.97	0.91	0.97
CHIS	0.21	0.21	0.22	0.22	0.26
CHIH	0.31	0.32	0.32	0.31	0.35
COA	0.32	0.31	0.32	0.31	0.34
COL	0.12	0.13	0.13	0.13	0.16
DF	0.07	0.11	0.08	0.08	0.13
DGO	0.17	0.18	0.18	0.18	0.23
GTO	0.18	0.18	0.19	0.20	0.23
GRO	0.22	0.22	0.18	0.18	0.26
HGO	0.27	0.29	0.31	0.30	0.35

ENTIDAD FEDERATIVA	2006-2005	2007-2006	2008-2007	2009-2008	2010-2009
JAL	0.26	0.28	0.15	0.15	0.28
MEX	0.97	0.95	0.96	0.56	0.69
MICH	0.21	0.23	0.25	0.25	0.35
MOR	0.16	0.17	0.18	0.18	0.21
NAY	0.25	0.24	0.16	0.16	0.32
NL	0.12	0.13	0.14	0.13	0.16
OAX	0.15	0.16	0.17	0.18	0.21
PUE	0.28	0.30	0.17	0.16	0.29
QUE	0.14	0.15	0.16	0.16	0.18
QROO	0.17	0.19	0.17	0.16	0.23
SLP	0.20	0.20	0.15	0.15	0.24
SIN	0.17	0.18	0.20	0.19	0.22
SON	0.22	0.23	0.23	0.25	0.27
TAB	0.34	0.38	0.42	0.46	0.53
TAM	0.48	0.49	0.52	0.53	0.57
TLAX	0.13	0.12	0.09	0.09	0.16
VER	0.65	0.63	0.67	0.68	0.57
YUC	0.62	0.69	0.16	0.16	0.70
ZAC	0.18	0.19	0.21	0.22	0.25

En el último paso se obtuvo la eficiencia técnica con los datos correspondientes al periodo t en relación a la frontera eficiente del periodo t+1, teniendo que minimizar ambas funciones para computarizar la mínima distancia tomando como referencia al origen. Los resultados en todos los períodos presentan a Campeche con el mayor puntaje; en tanto que el Distrito Federal presenta los resultados menores (Cuadro 5).

Cuadro 5. Eficiencia técnica del período t en relación a frontera eficiente del período t+1.

ENTIDAD FEDERATIVA	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
AGS	0.19	0.14	0.15	0.27	0.17
BC	0.18	0.17	0.18	0.28	0.19
BCS	0.19	0.21	0.22	0.23	0.25
CAM	1.07	1.08	1.08	1.12	1.08
CHIS	0.21	0.22	0.22	0.26	0.25
CHIH	0.32	0.35	0.37	0.37	0.34
COA	0.35	0.37	0.35	0.37	0.34
COL	0.12	0.14	0.15	0.15	0.15
DF	0.10	0.08	0.08	0.13	0.09
DGO	0.16	0.17	0.18	0.21	0.21
GTO	0.19	0.21	0.21	0.23	0.23
GRO	0.22	0.18	0.19	0.25	0.21
HGO	0.29	0.31	0.33	0.36	0.33
JAL	0.22	0.15	0.16	0.31	0.17

ENTIDAD FEDERATIVA	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
MEX	0.51	0.56	0.60	1.04	0.88
MICH	0.23	0.25	0.27	0.29	0.28
MOR	0.82	0.18	0.19	0.95	0.21
NAY	0.20	0.16	0.16	0.30	0.19
NL	0.12	0.13	0.15	0.16	0.16
OAX	0.16	0.18	0.19	0.20	0.21
PUE	0.22	0.16	0.17	0.32	0.18
QUE	0.13	0.15	0.16	0.19	0.19
QROO	0.14	0.15	0.17	0.23	0.19
SLP	0.17	0.15	0.15	0.25	0.17
SIN	0.17	0.19	0.21	0.24	0.23
SON	0.22	0.25	0.27	0.28	0.28
TAB	0.36	0.40	0.44	0.49	0.54
TAM	0.52	0.52	0.55	0.57	0.50
TLAX	0.12	0.09	0.10	0.13	0.11
VER	0.72	0.71	0.70	0.74	0.66
YUC	0.43	0.15	0.17	0.62	0.19
ZAC	0.20	0.21	0.22	0.25	0.25

3.2. Análisis de los índices de productividad de Malmquist

Una vez obtenidos los resultados de los paquetes de software⁹ de las funciones distancia del proceso de programación lineal del IPM se realiza los cálculos del cambio en eficiencia técnica (Cuadro 3) y el cambio tecnológico (Cuadros 3, 4 y 5), para finalmente con el producto de éstos dos componentes obtener los índices de productividad de Malmquist (Cuadro 6) propuesto por Färe, Grooskopf, Lindgren y Roos (1994) de cada una de las entidades federativas.

Como el Índice de Productividad de Malmquist es una medida relativa, es decir cambia cuando una entidad es más eficiente o ineficiente relativa a otra; en este sentido se tiene que el IPM mostró estar por encima de la unidad en veintidós, dieciséis, doce, cinco y veintiséis entidades federativas para los periodos 2005-2006, 2006-2007, 2007-2008, 2008-2009 y 2009-2010 respectivamente; evidenciando que existe una tendencia a la disminución de la productividad para los periodos comprendidos del 2005 al 2009. Sin embargo, esta tendencia a disminuir de la productividad se recupera para el período 2009-2010 con 26 entidades superando la unidad (Cuadro 6).

⁹SAS 9.0, GRETL 1.9.7 y EXCEL profesional versión 2010.

Cuadro 6. Índice de productividad de Malmquist (2005-2010).

ENTIDAD FEDERATIVA	Cambio Eficiencia Técnica $\frac{E_{A,t+1}^{t+1}}{E_{A,t}^t}$					Cambio Tecnológico $\left[\frac{E_{A,t+1}^t}{E_{A,t+1}^{t+1}} \cdot \frac{E_{A,t}^t}{E_{A,t}^{t+1}} \right]^{1/2}$					IPM				
	06-05	07-06	08-07	09-08	10-09	06-05	07-06	08-07	09-08	10-09	1 * 6	2 * 7	3 * 8	4 * 9	5 * 10
											I	II	III	IV	V
AGS	1.14	0.65	1.04	1.71	0.70	1.04	1.67	0.97	0.56	1.62	1.19	1.09	1.00	0.95	1.13
BC	1.14	0.84	1.03	1.37	0.81	1.03	1.28	0.97	0.84	1.18	1.17	1.07	1.00	1.15	0.96
BCS	1.08	1.07	1.03	1.12	0.96	0.94	0.93	0.93	0.92	0.96	1.01	0.99	0.96	1.03	0.92
CAM	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.94	0.95	0.90	0.95	0.98	0.94	0.95	0.90	0.95
CHIS	1.04	1.02	1.07	1.11	1.07	0.99	0.97	0.97	0.87	0.98	1.03	0.99	1.03	0.96	1.05
CHIH	1.07	1.05	1.01	0.97	1.07	0.94	0.93	0.93	0.93	0.99	1.01	0.98	0.95	0.90	1.05
COA	1.05	0.96	1.04	0.98	1.05	0.94	0.93	0.93	0.92	0.98	0.98	0.90	0.97	0.91	1.02
COL	1.07	1.10	1.01	1.01	1.15	0.96	0.91	0.93	0.92	0.95	1.02	1.00	0.93	0.93	1.09
DF	1.62	0.72	1.04	1.44	0.80	0.67	1.41	0.97	0.66	1.31	1.08	1.02	1.00	0.95	1.05
DGO	1.06	1.05	1.05	1.08	1.07	0.99	0.98	0.97	0.88	1.02	1.05	1.04	1.01	0.95	1.09
GTO	1.11	1.02	1.07	1.05	1.11	0.93	0.93	0.93	0.92	0.94	1.04	0.94	0.99	0.96	1.05
GRO	0.94	0.88	1.01	1.25	0.94	1.03	1.20	0.97	0.76	1.16	0.96	1.05	0.97	0.95	1.09
HGO	1.04	1.07	1.09	0.96	1.12	0.94	0.93	0.93	0.92	0.98	0.97	1.00	1.02	0.89	1.10
JAL	1.07	0.63	1.04	1.82	0.63	1.05	1.76	0.97	0.51	1.63	1.12	1.10	1.00	0.92	1.02
MEX	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.38	1.31	1.26	0.73	0.88	1.38	1.31	1.26	0.73	0.88
MICH	1.05	1.10	1.07	1.01	1.31	0.94	0.93	0.93	0.92	0.97	0.99	1.02	0.99	0.93	1.27
MOR	1.00	0.18	1.00	5.45	0.22	0.45	2.30	0.97	0.19	2.11	0.45	0.42	0.96	1.02	0.47
NAY	1.19	0.65	1.07	1.70	0.67	1.04	1.50	0.97	0.56	1.59	1.24	0.97	1.04	0.95	1.06
NL	1.09	1.11	1.07	1.00	1.15	0.93	0.93	0.93	0.92	0.94	1.02	1.03	0.99	0.92	1.08
OAX	1.03	1.08	1.07	1.04	1.17	0.95	0.91	0.93	0.91	0.93	0.98	0.99	0.99	0.95	1.09
PUE	1.13	0.66	1.00	1.67	0.69	1.04	1.67	0.99	0.54	1.52	1.19	1.11	0.99	0.90	1.05
QUE	1.10	1.13	1.07	1.04	1.10	0.97	0.95	0.96	0.90	0.95	1.06	1.08	1.03	0.93	1.04
QROO	1.13	1.04	1.04	1.15	0.96	1.02	1.09	0.97	0.77	1.13	1.15	1.13	1.01	0.89	1.09
SLP	1.12	0.79	1.07	1.37	0.85	1.03	1.32	0.97	0.67	1.27	1.15	1.05	1.03	0.91	1.08
SIN	1.10	1.11	1.11	0.98	1.09	0.94	0.92	0.93	0.91	0.93	1.04	1.02	1.03	0.89	1.01
SON	1.13	1.06	1.03	1.06	1.07	0.93	0.93	0.93	0.92	0.95	1.06	0.98	0.95	0.98	1.01
TAB	1.10	1.11	1.10	1.12	1.12	0.93	0.93	0.93	0.92	0.94	1.03	1.03	1.02	1.03	1.06
TAM	0.99	1.05	1.05	1.02	0.94	0.96	0.95	0.95	0.95	1.10	0.95	0.99	0.99	0.97	1.04
TLAX	1.01	0.74	1.04	1.24	0.95	1.04	1.34	0.97	0.75	1.26	1.05	1.00	1.00	0.93	1.19
VER	0.98	0.98	1.06	1.02	0.85	0.96	0.95	0.95	0.95	1.01	0.94	0.93	1.01	0.97	0.86
YUC	1.13	0.30	1.03	3.88	0.30	1.14	3.88	0.97	0.26	3.48	1.28	1.17	1.00	1.01	1.06
ZAC	1.03	1.04	1.11	1.06	1.12	0.93	0.93	0.93	0.92	0.95	0.96	0.97	1.03	0.97	1.06

Los primeros lugares de productividad en el último período del IPM fueron para Michoacán, Tlaxcala, Aguascalientes, Hidalgo y Quintana Roo, lo que representaría que estas economías tuvieron comportamientos eficientes con respecto al resto de las entidades. Dicho de otra forma en el período 2009-2010, existió un incremento del 27, 19, 13, 10 y 9 por ciento en la productividad para las entidades mencionadas respectivamente.

Por otra parte, si se cuenta el número de veces que una entidad estuvo en la frontera eficiente se tiene como caso a Tabasco, que siempre estuvo por encima del uno y Campeche que nunca lo rebasó. Adicionalmente se obtuvo el promedio de los índices de productividad ordenándolos en forma descendente (Anexo 8), lo que permitió observar que en el primer lugar se ubicaba el estado de México (1.11), en tanto que Morelos ocupó el lugar treinta y dos (0.67).

México es la única entidad donde tanto sus variables como su IPM se ubicaron en los primeros lugares del ranking en los tres primeros períodos y un drástico revés para los siguientes dos períodos del IPM. Por otro lado, el Distrito Federal lideró el ranking de las variables, pero presentó una contracción del IPM al no crecer su producto relativo al uso de insumos analizados (Anexo 9).

En esta investigación se encontró además que las entidades que ocuparon los primeros lugares del ranking del IPM se localizaban en la región centro y sur, en tanto que los últimos lugares se situaban en el norte, centro y sur de México, lo que evidenció que en los diferentes períodos de cálculo del IPM se dio un aprovechamiento diferenciado de los insumos considerados. La disparidad de productividad en las entidades se justifica porque las regiones son diferentes en: tamaño, densidad de actividad (de población, de empresas), nivel de ingreso y distribución de recursos, a lo que habría que añadir efectos adversos económicos y financieros, con una significativa variación interregional.

El análisis de los promedios por período del índice de productividad de Malmquist indica que del período 2005-2006 al 2008-2009 existió un decremento del 9.78%, con una recuperación del 9.02% de la productividad en el periodo 2009-2010 (Figura 11).

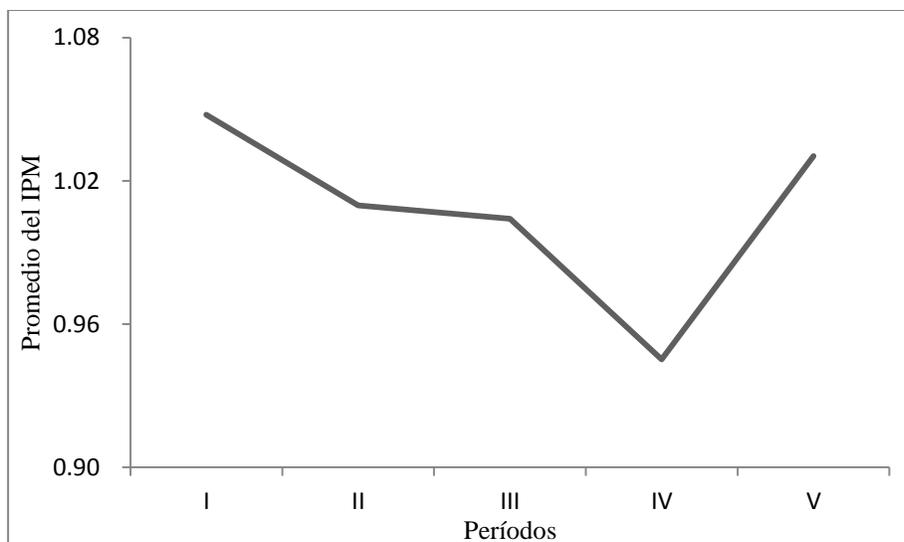


Figura 11. Promedio por período del índice de productividad de Malmquist.

Recapitulando, el cambio en productividad es igual al producto del cambio tecnológico y el cambio en eficiencia técnica; al respecto los resultados reflejaron que en el cambio en eficiencia técnica las entidades federativas superaron la unidad mayoritariamente, a excepción del último período en donde 15 entidades no lo hicieron. Por otro lado, el cambio tecnológico presentó decrecimiento generalizado, más del 50% de entidades no superaron la unidad, siendo crítica la situación en el período de 2008-2009 donde todas las entidades obtuvieron resultados menores a uno.

En conclusión el deterioro del IPM se debió principalmente al componente de cambio tecnológico, es decir, a incidencias derivadas de procesos de capitalización, transferencia técnica e innovación; más que a cambios en la eficiencia técnica, lo que se muestra los gráficos del Anexo 10, que están ordenados de forma descendente de acuerdo al promedio del índice que se presenta en el Anexo 8.

El CIDAC (2011) realizó un estudio de productividad, en donde se consideran también los insumos mano de obra y capital, aunque medidos de diferente forma; su medida de productividad es básicamente la comparación directa de productos medios. Esto se considera sub-óptimo desde el enfoque de datos envolventes pues éste desarrolla la evaluación de la eficiencia a través de lo que una unidad puede producir con los recursos disponibles al tiempo

de que las entidades comparadas hacen lo propio con sus recursos disponibles, es decir, toma en cuenta todas las producciones y todos los recursos empleados en todas las entidades; por esto la gran diferencia en resultados.

Por su parte Padilla y Guzmán (2010) estudian la productividad total de factores en México por entidades pero lo hacen por una vía indirecta reportando crecimientos en tasas de variación del producto por entidades, lo que nuevamente resalta en la diferencia de resultados.

Entre las consideraciones finales del reporte sobre las economías regionales del Banco de México (2011), se destaca que la expansión de las economías del centro y sur del país están impulsadas por la demanda interna, en tanto que en el norte y centro norte se asocia con el comportamiento de la demanda externa. Al mismo tiempo indicó que las economías regionales se expandirán, impulsadas principalmente por el crecimiento del empleo, los ingresos de la población y la inversión pública en infraestructura.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Con el cálculo del índice de productividad de Malmquist se concluye que la productividad no se ha mantenido constante en las entidades federativas en el período de estudio, presentando tendencia a decrecer en el tiempo, por otra parte, no existe homogeneidad productiva. La comparación con base variable hace el resultado robusto.

Los resultados de productividad obtenidos con el índice de Malmquist responden mayoritariamente a cambios positivos en la eficiencia técnica frente al desempeño poco favorable del cambio tecnológico.

No se encuentra la forma de comparar los resultados aquí obtenidos pues el enfoque de análisis de datos envolventes es innovador en este trabajo para las entidades mexicanas. Hay poca regularidad en el comportamiento de la productividad medida con el IPM, sin embargo, eliminando el resultado para Morelos, las demás entidades están en promedio suficientemente cerca de la envolvente siendo el máximo promedio de 1.11 para México y el mínimo de 0.94 para Veracruz, es decir 11% superior y 6% inferior, respectivamente.

4.2. Recomendaciones

Lo innovador tanto del tema tratado como de la metodología elegida para estudiarlo hace que se hayan quedado algunas cuestiones por analizar y que pueden abrir ciertas líneas futuras de investigación. A continuación se plantean algunas de estas posibilidades que pueden presentar interés.

En primer lugar, podría ser importante realizar el cálculo del índice de la productividad de Malmquist por entidad federativa con una base fija y por un periodo de estudio más amplio, que proporcione enfoques diversos del comportamiento de la productividad.

Por otro lado, se sugiere ampliar el número de insumos que permitan analizar más detalladamente la productividad de las entidades federativas, caracterizadas por gran heterogeneidad y diversidad.

Finalmente, la metodología no paramétrica aplicada a los análisis de productividad permite ofrecer, debido a que su extensión en el ámbito económico es relativamente reciente, multitud de ámbitos de trabajo, tanto de complemento del realizado en este trabajo como de extensión del mismo. Se trata de un campo en continua expansión en esta tendencia, algunas de las vías de trabajo abiertas que deja esta investigación podrían ser, por ejemplo, la extrapolación de datos.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmad N., F. Lequiller, P. Marianna, D. Pilat, P. Schreyer, y A. Wöfl. 2003. Comparing labour productivity growth in the OECD area. The role of measurement. STI Working Paper Series, 14. OCDE. París.
- Álvarez A. 2001. La medición de la eficiencia y la productividad. Ed. Pirámide. Madrid. Primera Edición, 2001.
- Banco de México. Reporte sobre las economías regionales. Julio-Septiembre. 2011. p 2, 26.
- Banco de México. www.banxico.com.mx. 14 de octubre de 2011.
- Blecker R. 2007. External shocks, structural change, and economic growth in Mexico, 1979-2006. Political Economy Research Institute. Documento de Trabajo, diciembre, N° 157.
- Caves D., L. Christensen y W. Diewert. 1982. The economic theory of index numbers and the measurement of insumos, productos and productivity. *Econometrica* 50. pp: 1393-1414.
- Centro de Investigación para el Desarrollo, A.C. (CIDAC). 2011. Hacerlo mejor: Índice de productividad México. www.cidac.org. pp:12, 16.
- Coelli J., P. Rao, E. Battese. 1998. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwer Academic Publishers. Boston.
- Coelli J. 1998. A multi-stage methodology for the solution of orientated DEA models. *Operations Research Letters* 23: 143-149.
- Coelli J., D.S.P. Rao, y G.E. Battese. 1998. *An Introduction to efficiency and productivity analysis*. Kluwer Academic Publishers. Boston.
- Coggins J. y M. Trueblood. 1991. *Interconuntry Agricultural Efficiency and Productivity: A Malmquist Index Approach*. University of Minnesota, Dept. of Applied Economics and U.S. Dept. of Agriculture, Economic Research Service.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2010. *Política macroeconómica para el desarrollo: de la experiencia adquirida a la inflexión necesaria*. Capítulo II. pp:61, 67.

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. 2008. La transformación productiva veinte años después. Santiago de Chile. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. pp 18-19.
- Cordero J. 2006. Evaluación de la eficiencia con factores exógenos mediante el análisis envolvente de datos. Una aplicación a la educación secundaria en España. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura. Facultad de ciencias económicas y empresariales. Departamento de economía aplicada y organización de empresas. pp: 17-20, 36-37.
- Charnes A., W.W Cooper y E. Rhodes. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research* 2. pp: 429-444.
- Debreu G. 1951. The coefficient of resource utilization. *Econometrica* 19 (3).
- Easterly W. y I. Servén. 2003. The limits of stabilization: infrastructure, public deficits and growth in Latin America. Stanford. California. Stanford University Press.
- Färe R., S. Grosskopf, B. Lindgren y P. Roos. 1994. Productivity development in Swedish hospitals: A Malmquist product index approach. Kluwer Academic Publisher. Boston.
- Färe R. M.J. 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A. General.* 120(3). pp 253-282.
- Ferro G. y C. Romero. 2011. Comparación de medidas de cambio de productividad. Las aproximaciones de Malmquist y Luenberger en una aplicación al mercado de seguros. Instituto de Economía UADE y CONICET. Instituto de Economía UADE. pp: 6.
- Ffrench-Davis R. 2005. Reformas para América Latina: después del fundamentalismo neoliberal. Buenos Aires. Siglo XXI. Editors CEPAL.
- Fried O., S. Schmidt, S. Yaisawarng. 1995. Incorporating the operating environment into a measure of technical efficiency. Mimeo. Union College, Schenectady.
- INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México 2006-2010. Primera versión, año base 2003. <http://www-inegi.org.mx>. Consultado el 02, 08, 09 y 22 de febrero de 2012.
- INEGI. El ABC de los indicadores de la productividad. Segunda edición, octubre 2003. pp: 18-20.
- Quinto informe de gobierno. 2010. pp: 213. www.presidencia.gob.mx.
- Institute for Management Development (IMD). <http://www.imd.org/news/IMD-announces-its-2012-World-Competitiveness-Rankings.cfm>.

- Koopmans C. 1951. An analysis of production as an efficient combination of activities in Koopmans, T. C. (ed): *Activity analysis of production and allocation*. Cows Commission for Research in Economics. Monograph N° 13. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Mahadevan R. 2002. *New currents in productivity analysis: Where to now?*. Productivity Series 31. Asian Productivity Organization. Tokyo.
- Maroto S., A. 2007. *La productividad en el sector servicios. Un análisis económico aplicado*. Tesis de Doctorado. Universidad de Alcalá. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Economía Aplicada. pp: 52.
- Maroto A., J.R. Cuadrado. 2006. *La productividad de la economía española*. Colección Estudios. Instituto de Estudios Económicos. Madrid.
- Mawson P., K. Carlaw y N. McLellan. 2003. *Productivity measurement: Alternative approaches and estimates*. New Zealand Treasury. Working Papers 03-12.
- Nordhaus W. 2000. *Alternative methods for measuring productivity*. NBER Working Paper 8095. National Bureau of Economic Research. Cambridge, MA.
- Notas fiscales. www.notasfiscales.com.mx/indicenacional.html. 17 de octubre de 2011.
- Padilla R. y M. Guzmán. 2010. *Productividad total de los factores y crecimiento manufacturero en México: un análisis regional, 1993-2007*. Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco. Distrito Federal, México. Redalyc, Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. *Revista de Análisis Económico UNAM*, vol. XXV, núm. 59. pp. 155-178.
- Paquetes de software GRETL 1.9.7. www.gretl.sourceforge.net/.
- Paquetes de software SAS versión 9.0. 2002. by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Perelman S. 1995. *R&D, technological progress and efficiency change in industrial activities*. *Review of Income and Wealth* 41: 349-366.
- Prokopenko J. 1997. *Productivity management: A practical handbook*. International Labour Organization. Ginebra.
- Sharpe A. 1995. *International perspectives on productivity and efficiency*. *Review of Income and Wealth*, 41(2). pp: 221-237.
- Schuschny A. 2007. *El método DEA y su aplicación al estudio del sector energético y las emisiones de CO₂ en América Latina y el Caribe*. *Estudios estadísticos y prospectivos*

- de la División de Estadística y Proyecciones Económicas. Santiago de Chile. Enero de 2007. pp: 10-16.
- Steiner P. 1950. The productivity ratio: some analytical limitations on its use. *The Review of Economics and Statistics*, 32(4). pp: 321-328.
- Thanassoulis E. 2001. Introduction to the Theory and application of data envelopment analysis. A Foundation Text with Integrated Software. Kluwer Academic Publishers. Boston. pp: 179.
- The Economist. 2004. Article “A productivity primer, the most common way to measure economic efficiency is not the best.” *Economic focus*. November 4th.
- Zanetti M. 1997. Economies of scale: between illusion and reality. *Rivista di Politica Agraria, Rassegna della Agricoltura Italiana*,15(5). pp: 41-56.
- Zieschang K.D. 1983. A note on the decomposition of cost efficiency into technical and allocative components. *Journal of Econometrics*, 23. pp: 401-405.
- Zhu J. 2003. Quantitative models for performance evaluation and benchmarking. Kluwer Academic Publishers.

ANEXOS

Anexo 1. Producto interno bruto (PIB) por entidad federativa. (Millones de pesos a precios de 2003)

PERIODO	2005 p/	2006	2007	2008	2009	2010
Total nacional	7,698,197	8,087,457	8,359,312	8,461,193	7,929,588	8,369,583
AGS	82,430	89,762	94,936	95,436	91,341	98,698
BC	237,262	250,137	256,102	255,280	233,506	241,835
BCS	43,218	46,389	49,943	51,557	52,236	53,098
CAM	345,708	338,420	320,562	311,066	281,564	268,728
CHIS	145,398	149,902	147,058	153,052	148,189	158,234
CHIH	259,542	275,668	284,696	287,211	258,304	262,102
COA	249,904	265,940	270,810	275,603	238,450	268,927
COL	40,703	42,991	44,949	45,345	42,975	47,917
DF	1,404,695	1,472,403	1,517,059	1,524,067	1,439,999	1,502,163
DGO	97,803	100,809	102,733	104,577	99,928	104,345
GTO	304,287	321,363	325,926	328,843	313,035	344,323
GRO	124,512	126,291	132,509	129,259	123,661	131,207
HGO	112,015	113,740	119,103	127,584	116,676	121,689
JAL	515,934	541,923	563,086	565,269	521,291	553,795
MEX	705,374	745,798	777,649	791,108	747,921	811,432
MICH	186,807	194,920	202,861	210,090	197,210	204,859
MOR	95,191	96,945	99,950	96,624	96,147	101,969
NAY	46,113	53,383	51,184	53,358	51,246	52,583
NL	577,370	619,060	658,002	666,460	604,918	648,514
OAX	122,150	123,051	125,068	127,710	123,946	127,086
PUE	265,812	282,261	293,314	300,260	272,096	299,100
QUE	133,514	142,796	153,826	159,716	145,946	156,234
QROO	113,147	118,722	129,851	131,474	119,402	125,894
SLP	140,180	148,131	150,989	156,198	146,054	156,594
SIN	156,964	162,102	171,671	175,424	165,962	175,180
SON	186,337	202,869	208,899	209,559	198,547	210,357
TAB	191,912	203,868	209,716	218,398	223,058	235,497
TAM	265,269	267,828	285,518	296,016	268,264	273,966
TLAX	42,215	44,967	45,837	46,003	43,610	46,524
VER	341,730	371,030	383,086	381,585	380,256	395,109
YUC	107,511	113,701	120,662	120,710	117,492	122,325
ZAC	57,190	60,285	61,755	66,352	66,360	69,299

Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

p/ Cifras preliminares a partir de la fecha que se indica.

<http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bdieSI/temp/114303878521.XLS>.

Fecha de consulta: 22/02/2012.

Anexo 2. Formación de capital fijo (ΔK).
(Millones de pesos a precios de 2003)

ENTIDAD FEDERATIVA	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total	79,907	85,445	94,458	125,720	132,536	139,936
AGS	1,100	1,336	2,461	2,105	3,385	1,669
BC	1,742	2,339	2,159	1,353	1,255	1,413
BCS	- 6	640	919	838	838	663
CAM	937	976	1,062	1,413	1,330	1,677
CHIS	3,993	5,354	3,786	5,550	6,734	6,991
CHIH	3,260	5,260	2,962	3,858	5,477	6,675
COA	2,303	1,660	3,769	4,785	5,950	7,518
COL	449	551	574	626	554	758
DF	12,650	8,053	9,280	13,331	11,120	11,105
DGO	1,157	1,030	1,300	1,793	2,740	2,343
GTO	2,479	1,950	2,032	4,162	4,416	3,638
GRO	1,672	2,141	3,727	2,188	3,098	3,407
HGO	2,351	1,580	2,009	2,883	981	2,099
JAL	3,417	4,560	4,468	4,349	5,666	7,341
MEX	6,976	4,914	9,365	21,283	16,721	19,404
MICH	1,974	4,401	4,421	3,109	6,423	6,386
MOR	1,726	1,166	1,324	2,191	2,091	2,170
NAY	776	851	1,105	1,268	2,015	1,774
NL	4,105	5,053	5,030	5,607	4,781	5,011
OAX	2,538	3,364	3,928	4,691	5,505	6,670
PUE	1,930	3,863	5,891	6,080	6,771	7,686
QUE	1,321	2,207	1,674	2,889	2,737	3,106
QROO	941	998	1,152	2,310	3,286	2,238
SLP	2,663	1,410	1,184	1,990	1,662	1,328
SIN	2,579	3,833	2,990	5,780	4,754	3,144
SON	2,524	2,915	2,318	3,824	3,778	4,427
TAB	4,393	3,032	2,519	2,792	2,359	2,393
TAM	2,997	3,983	5,333	6,340	9,077	8,945
TLAX	966	732	671	1,303	1,145	952
VER	2,252	3,963	4,412	3,904	3,608	5,125
YUC	1,225	1,492	748	1,785	2,104	2,788
ZAC	890	681	1,126	1,953	1,996	1,256

Fuente: INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México. Gobiernos estatales y gobiernos locales. Cuentas corrientes y de acumulación. Cuentas de producción por finalidad.

Fecha de consulta: febrero 08 y 09 del 2012.

Anexo 3. Deflatación del capital por trabajador.

ENTIDAD FEDERATIVA	Personal ocupado (L) ¹	Capital por trabajador ²	INPP 2010 ³	Capital por trabajador ⁴	IPC 2009 ⁵	Capital por trabajador
	2009		Base 2003	2009	Base 2010	con IPC 2009 ⁶
AGS	204,490	1,919	149.14	2,862	95	3.03
BC	598,948	1,443	149.14	2,152	94	2.28
BCS	117,754	2,262	149.14	3,374	94	3.58
CAM	120,994	1,557	149.14	2,322	93	2.51
CHIS	327,726	1,263	149.14	1,883	93	2.02
CHIH	674,866	1,697	149.14	2,531	94	2.68
COA	503,709	1,987	149.14	2,964	94	3.16
COL	101,832	2,095	149.14	3,125	94	3.33
DF	2,759,802	4,046	149.14	6,034	94	6.44
DGO	194,295	1,782	149.14	2,658	94	2.81
GTO	764,263	1,746	149.14	2,603	94	2.76
GRO	338,841	1,267	149.14	1,890	95	2.00
HGO	268,293	1,888	149.14	2,816	95	2.98
JAL	1,260,040	1,730	149.14	2,580	93	2.76
MEX	1,604,424	1,683	149.14	2,511	93	2.69
MICH	487,052	1,707	149.14	2,545	95	2.69
MOR	242,024	1,347	149.14	2,010	95	2.12
NAY	125,312	1,554	149.14	2,318	94	2.47
NL	1,050,381	3,342	149.14	4,984	95	5.22
OAX	334,689	1,391	149.14	2,074	93	2.22
PUE	690,984	1,532	149.14	2,285	94	2.43
QUE	324,369	1,831	149.14	2,731	95	2.88
QROO	264,826	1,751	149.14	2,611	95	2.76
SLP	322,471	1,874	149.14	2,794	95	2.94
SIN	347,655	1,565	149.14	2,333	92	2.53
SON	457,991	1,564	149.14	2,333	92	2.55
TAB	194,296	1,967	149.14	2,933	92	3.18
TAM	572,561	2,674	149.14	3,988	94	4.25
TLAX	142,845	2,047	149.14	3,052	94	3.25
VER	751,260	2,118	149.14	3,158	93	3.40
YUC	326,937	1,339	149.14	1,997	93	2.15
ZAC	137,325	2,046	149.14	3,051	95	3.22

Fuente: CIDAC. Índice de Productividad México. 2011. www.cidac.org. Banco de México. INEGI. Notas Fiscales.

1. Mide la fuerza laboral empleada en la producción en número de personas.
2. Miles de pesos a precios del 2010. Para el caso particular de los análisis de productividad laboral por estado sólo se presenta la información de diez de los diecinueve sectores de actividad económica según el SCIAN (Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México. Clasificador elaborado por los socios del Tratado de Libre Comercio de América del Norte). La razón versa en sintetizar el análisis, además de que algunos de los sectores hablan de sectores no comerciables, dependen del gobierno o, como el caso de agricultura, son sectores poco reportados dentro de los Censos Económicos.
3. Banco de México. Fecha de consulta: 14/10/2011.
4. Miles de pesos sin deflatar.
5. www.inegi.org.mx/sistemas/indiceprecios/Estructura.aspx?idEstructura=R65002001300010&T=%CDndices%20de%20Precios%20al%20Consumidor&ST=7.%20Area%20Metropolitana%20de%20la%20Cd.%20de%20M%20E9xico.
6. Millones de pesos del 2010.
Fecha de consulta: 22/02/2012.

Anexo 4. Inventario de capital (K) deflactado.

ENTIDAD	$K_{2009} + \Delta K_{2010}$	$K_{2009} \times L_{2009}$	$K_{t-1} = K_t - \Delta K_t$			
FEDERATIVA	2010	2009	2008	2007	2006	2005
Total	58,863,733	58,723,797	58,589,441	58,461,106	58,365,406	58,279,118
AGS	620,689	619,020	615,635	613,529	611,068	609,732
BC	1,368,454	1,367,040	1,365,786	1,364,433	1,362,273	1,359,934
BCS	422,586	421,923	421,085	420,247	419,328	418,688
CAM	304,974	303,297	301,967	300,554	299,492	298,516
CHIS	668,142	661,151	654,417	648,867	645,080	639,726
CHIH	1,816,177	1,809,501	1,804,024	1,800,166	1,797,205	1,791,944
COA	1,599,500	1,591,982	1,586,033	1,581,247	1,577,478	1,575,819
COL	339,604	338,846	338,293	337,667	337,093	336,542
DF	17,792,022	17,780,917	17,769,797	17,756,466	17,747,186	17,739,133
DGO	548,831	546,487	543,748	541,954	540,654	539,624
GTO	2,113,512	2,109,874	2,105,458	2,101,296	2,099,264	2,097,314
GRO	680,964	677,556	674,458	672,271	668,544	666,403
HGO	800,610	798,511	797,530	794,647	792,638	791,058
JAL	3,486,622	3,479,280	3,473,615	3,469,266	3,464,798	3,460,238
MEX	4,330,424	4,311,021	4,294,300	4,273,016	4,263,651	4,258,737
MICH	1,317,888	1,311,502	1,305,080	1,301,971	1,297,550	1,293,149
MOR	515,828	513,658	511,567	509,376	508,051	506,886
NAY	311,015	309,241	307,226	305,958	304,852	304,001
NL	5,486,801	5,481,789	5,477,008	5,471,401	5,466,371	5,461,318
OAX	749,330	742,659	737,155	732,463	728,535	725,171
PUE	1,684,647	1,676,961	1,670,190	1,664,111	1,658,220	1,654,356
QUE	936,343	933,237	930,500	927,611	925,937	923,730
QROO	732,555	730,317	727,030	724,720	723,568	722,570
SLP	950,877	949,549	947,887	945,896	944,713	943,303
SIN	884,382	881,238	876,484	870,704	867,714	863,881
SON	1,170,020	1,165,593	1,161,815	1,157,991	1,155,673	1,152,758
TAB	620,417	618,024	615,665	612,873	610,354	607,321
TAM	2,441,907	2,432,962	2,423,885	2,417,545	2,412,212	2,408,229
TLAX	465,174	464,222	463,076	461,773	461,102	460,370
VER	2,555,980	2,550,855	2,547,246	2,543,343	2,538,931	2,534,967
YUC	706,467	703,680	701,576	699,791	699,043	697,551
ZAC	443,160	441,903	439,907	437,954	436,829	436,148

Fuente: Elaborado con datos de los anexos 2 y 3.

Anexo 5. Población económicamente activa ocupada (MO).

ENTIDAD FEDERATIVA	2005	2006	2007	2008	2009	2010p*
AGS	276,939	288,796	297,231	300,430	301,772	316,133
BC	519,872	557,767	587,836	611,802	603,168	539,338
BCS	79,229	82,478	87,419	92,242	91,069	98,529
CAM	95,633	99,769	101,730	105,861	105,094	107,804
CHIS	08,257	216,761	228,054	234,324	238,947	236,728
CHIH	297,945	308,929	320,014	334,942	336,009	326,967
COA	265,830	280,373	306,871	317,186	305,898	330,394
COL	98,418	101,575	105,806	112,996	114,931	120,258
DF	7,617,607	7,903,886	7,859,616	7,866,823	7,937,883	7,979,227
DGO	176,195	183,892	191,379	192,289	194,446	211,467
GTO	520,378	527,633	558,206	565,435	561,601	585,467
GRO	275,843	268,671	273,620	273,404	274,066	287,473
HGO	138,479	142,511	147,338	153,185	156,552	150,089
JAL	1,608,773	1,654,018	1,730,855	1,759,340	1,767,120	1,719,121
MEX	410,751	425,895	443,197	457,738	454,722	442,040
MICH	270,452	282,137	286,408	296,139	298,990	255,468
MOR	303,891	310,466	313,174	325,069	328,795	330,663
NAY	133,100	138,036	140,804	149,217	149,986	156,473
NL	1,471,368	1,533,319	1,574,127	1,599,179	1,586,039	1,580,215
OAX	218,654	224,758	230,189	236,280	241,324	228,539
PUE	751,578	789,704	818,771	822,708	828,002	800,324
QUE	295,376	306,804	321,584	330,757	315,614	332,409
QROO	244,267	266,099	280,453	293,367	287,631	306,917
SLP	379,294	399,435	411,853	424,583	414,023	419,309
SIN	272,586	272,174	281,256	279,105	292,728	302,821
SON	272,578	278,541	289,123	301,130	294,147	305,481
TAB	164,998	169,841	170,097	172,598	171,855	171,978
TAM	262,018	269,661	280,041	286,635	277,054	274,789
TLAX	203,018	201,819	197,407	191,589	187,218	217,179
VER	261,463	278,922	294,247	292,728	296,929	260,041
YUC	391,005	404,159	415,374	423,827	430,772	434,982
ZAC	93,277	100,049	104,694	108,497	111,251	109,587

Fuente: INEGI. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). 2005.

<http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/NIVR100090011001560090036506900090#ARBOL>

<http://www.inegi.org.mx/Sistemas/temasV2/Default.aspx?s=est&c=26055&ent=02&e=02&t=1>

Nota: p* Se ajustan a proyecciones demográficas elaboradas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), las cuales se actualizan cada vez que se dispones de nuevos datos de población.

Fecha de consulta: 22/02/2012

Anexo 6. Sintaxis de SAS

/*2005-2005*/

DATA AGS;

INPUT AGS BC BCS CAM CHIS CHIH COA COL DF DGO GTO GRO HGO JAL MEX
MICH MOR NAY NL OAX PUE QUE QROO SLP SIN SON TAB TAM TLAX VER YUC
ZAC TITA_TYPE_ \$ _RHS_;

DATALINES;

82430	237262	43218	345708	145398	259542	249904	40703	1404695
609732	1359934	418688	298516	639726	1791944	1575819	336542	17739133
276939	519872	79229	95633	208257	297945	265830	98418	7617607
0	0	0	0	0	0	0	0	0

97803	304287	124512	112015	515934	705374	186807	95191	46113
539624	2097314	666403	791058	3460238	4258737	1293149	506886	304001
176195	520378	275843	138479	1608773	410751	270452	303891	133100
0	0	0	0	0	0	0	0	0

577370	122150	265812	133514	113147	140180	156964	186337	191912
5461318	725171	1654356	923730	722570	943303	863881	1152758	607321
1471368	218654	751578	295376	244267	379294	272586	272578	164998
0	0	0	0	0	0	0	0	0

265269	42215	341730	107511	57190	0	GE	82430
2408229	460370	2534967	697551	436148	-609732	LE	0
262018	203018	261463	391005	93277	-276939	LE	0
0	0	0	0	0	1	MIN	.

/*Se repite el proceso hasta completar las 32 entidades federativas por cada año hasta finalizar con el año 2010.*/

;

PROC LP;

RUN;

/*2005-2006*/

DATA AGS;

INPUT AGS BC BCS CAM CHIS CHIH COA COL DF DGO GTO GRO HGO JAL MEX
MICH MOR NAY NL OAX PUE QUE QROO SLP SIN SON TAB TAM TLAX VER YUC
ZAC TITA_TYPE_ \$ _RHS_;

DATALINES;

82430	237262	43218	345708	145398	259542	249904	40703	1404695
609732	1359934	418688	298516	639726	1791944	1575819	336542	17739133
276939	519872	79229	95633	208257	297945	265830	98418	7617607
0	0	0	0	0	0	0	0	0

97803	304287	124512	112015	515934	705374	186807	95191	46113
539624	2097314	666403	791058	3460238	4258737	1293149	506886	304001
176195	520378	275843	138479	1608773	410751	270452	303891	133100
0	0	0	0	0	0	0	0	0

577370	122150	265812	133514	113147	140180	156964	186337	191912
5461318	725171	1654356	923730	722570	943303	863881	1152758	607321
1471368	218654	751578	295376	244267	379294	272586	272578	164998
0	0	0	0	0	0	0	0	0

265269	42215	341730	107511	57190	0 GE	89762		
2408229	460370	2534967	697551	436148	-611068 LE	0		
262018	203018	261463	391005	93277	-288796 LE	0		
0	0	0	0	0	1 MIN	.		

/*Se repite el proceso hasta completar las 32 entidades federativas por cada año hasta finalizar con el periodo 2009-2010.*/
;

PROC LP;

RUN;

/*2006-2005*/

DATA AGS;

INPUT AGS BC BCS CAM CHIS CHIH COA COL DF DGO GTO GRO HGO JAL MEX
MICH MOR NAY NL OAX PUE QUE QROO SLP SIN SON TAB TAM TLAX VER YUC
ZAC TITA _TYPE_ \$ _RHS_;

DATALINES;

89762	250137	46389	338420	149902	275668	265940	42991	1472403
611068	1362273	419328	299492	645080	1797205	1577478	337093	17747186
288796	557767	82478	99769	216761	308929	280373	101575	7903886
0	0	0	0	0	0	0	0	0

100809	321363	126291	113740	541923	745798	194920	96945	53383
540654	2099264	668544	792638	3464798	4263651	1297550	508051	304852

183892	527633	268671	142511	1654018	425895	282137	310466	138036
0	0	0	0	0	0	0	0	0
619060	123051	282261	142796	118722	148131	162102	202869	203868
5466371	728535	1658220	925937	723568	944713	867714	1155673	610354
1533319	224758	789704	306804	266099	399435	272174	278541	169841
0	0	0	0	0	0	0	0	0
267828	44967	371030	113701	60285	0 GE	82430		
2412212	461102	2538931	699043	436829	-609732 LE	0		
269661	201819	278922	404159	100049	-276939 LE	0		
0	0	0	0	0	1 MIN	.		

/*Se repite el proceso hasta completar las 32 entidades federativas por cada año hasta finalizar con el periodo 2010-2009.*/
 ;

PROC LP;

RUN;

Anexo 7. Salida de SAS para las funciones distancia

2005-2005: DATA AGS

The LP Procedure

Resumen del problema

Objective Function	Min _OBS4_
Rhs Variable	_RHS_
Type Variable	_TYPE_
Problem Density (%)	93.52

Variables	Number
-----------	--------

Non-negative	33
Slack	2
Surplus	1

Total	36
-------	----

Constraints	Number
-------------	--------

LE	2
GE	1
Objective	1

Total	4
-------	---

Resumen de la solución

Objective Value	0.1951050062
-----------------	--------------

Phase 1 Iterations	5
Phase 2 Iterations	0
Phase 3 Iterations	0
Integer Iterations	0
Integer Solutions	0
Initial Basic Feasible Variables	5
Time Used (seconds)	0
Number of Inversions	2

Epsilon	1E-8
Infinity	1.797693E308
Maximum Phase 1 Iterations	100
Maximum Phase 2 Iterations	100
Maximum Phase 3 Iterations	99999999
Maximum Integer Iterations	100
Time Limit (seconds)	120

The LP Procedure
Resumen de la variable

Col	Nombre de la variable	Estado	Tipo	Precio	Actividad	Costo reducido
1	AGS		NON-NEG	0	0	0.804895
2	BC		NON-NEG	0	0	2.4734326
3	BCS		NON-NEG	0	0	1.4970396
4	CAM	BASIC	NON-NEG	0	0.207457	0
5	CHIS		NON-NEG	0	0	1.3821489
6	CHIH		NON-NEG	0	0	6.5691839
7	COA		NON-NEG	0	0	5.6941746
8	COL		NON-NEG	0	0	0.9034617
9	DF		NON-NEG	0	0	29.383928
10	DGO		NON-NEG	0	0	1.2203567
11	GTO		NON-NEG	0	0	6.2752418
12	GRO		NON-NEG	0	0	1.0190055
13	HGO		NON-NEG	0	0	2.8488629
14	JAL		NON-NEG	0	0	4.1483
15	MEX		NON-NEG	0	0	17.84893
16	MICH		NON-NEG	0	0	4.2856859
17	MOR	BASIC	NON-NEG	0	0.1125155	0
18	NAY		NON-NEG	0	0	0.4303769
19	NL		NON-NEG	0	0	15.892332
20	OAX		NON-NEG	0	0	1.8110474
21	PUE		NON-NEG	0	0	2.0826731
22	QUE		NON-NEG	0	0	2.2205564
23	QROO		NON-NEG	0	0	1.6076612
24	SLP		NON-NEG	0	0	1.6196453
25	SIN		NON-NEG	0	0	2.0307536
26	SON		NON-NEG	0	0	3.5144788
27	TAB		NON-NEG	0	0	1.4537043
28	TAM		NON-NEG	0	0	10.164722
29	TLAX		NON-NEG	0	0	0.7051447
30	VER		NON-NEG	0	0	10.669734
31	YUC		NON-NEG	0	0	0.2793111
32	ZAC		NON-NEG	0	0	1.4422759
33	TITA	BASIC	NON-NEG	1	0.195105	0
34	_OBS1_		SURPLUS	0	0	2.3669E-6
35	_OBS2_		SLACK	0	0	5.3766E-6
36	_OBS3_		SLACK	0	0	-8.227E-6

Resumen de restricciones

Fila	Nombre de la restricción	Tipo	S/S	Col	Rhs	Actividad	Actividad dual
1	_OBS1_	GE		34	82430	82430	2.3669E-6
2	_OBS2_	LE		35	0	0	-5.377E-6
3	_OBS3_	LE		36	0	0	8.2267E-6
4	_OBS4_	OBJECTIVE		.	0	0.195105	.

/*2005-2006*/ DATA AGS

The LP Procedure
Resumen del problema

Objective Function	Min	_OBS4_
Rhs Variable		_RHS_
Type Variable		_TYPE_
Problem Density (%)		93.52
Variables		Number
Non-negative		33
Slack		2
Surplus		1
Total		36
Constraints		Number
LE		2

GE	1
Objective	1
Total	4

Resumen de la solución

Terminated Successfully

Objective Value	0.2335643642
Phase 1 Iterations	5
Phase 2 Iterations	0
Phase 3 Iterations	0
Integer Iterations	0
Integer Solutions	0
Initial Basic Feasible Variables	5
Time Used (seconds)	0
Number of Inversions	2
Epsilon	1E-8
Infinity	1.797693E308
Maximum Phase 1 Iterations	100
Maximum Phase 2 Iterations	100
Maximum Phase 3 Iterations	99999999
Maximum Integer Iterations	100
Time Limit (seconds)	120

Resumen de la variable

Col	Nombre de la variable	Estado	Tipo	Precio	Actividad	Coste reducido
1	AGS		NON-NEG	0	0	0.8848511
2	BC		NON-NEG	0	0	2.7191366
3	BCS		NON-NEG	0	0	1.6457514
4	CAM	BASIC	NON-NEG	0	0.2173642	0
5	CHIS		NON-NEG	0	0	1.5194478
6	CHIH		NON-NEG	0	0	7.2217486
7	COA		NON-NEG	0	0	6.2598183
8	COL		NON-NEG	0	0	0.9932091
9	DF		NON-NEG	0	0	32.302847
10	DGO		NON-NEG	0	0	1.3415835
11	GTO		NON-NEG	0	0	6.8986072
12	GRO		NON-NEG	0	0	1.1202307
13	HGO		NON-NEG	0	0	3.1318612
14	JAL		NON-NEG	0	0	4.5603807
15	MEX		NON-NEG	0	0	19.621994
16	MICH		NON-NEG	0	0	4.7114142
17	MOR	BASIC	NON-NEG	0	0.1535592	0
18	NAY		NON-NEG	0	0	0.4731294
19	NL		NON-NEG	0	0	17.471033
20	OAX		NON-NEG	0	0	1.9909519
21	PUE		NON-NEG	0	0	2.2895601
22	QUE		NON-NEG	0	0	2.4411404
23	QROO		NON-NEG	0	0	1.7673619
24	SLP		NON-NEG	0	0	1.7805365
25	SIN		NON-NEG	0	0	2.2324831
26	SON		NON-NEG	0	0	3.8635975
27	TAB		NON-NEG	0	0	1.5981113
28	TAM		NON-NEG	0	0	11.174458
29	TLAX		NON-NEG	0	0	0.7751918
30	VER		NON-NEG	0	0	11.729636
31	YUC		NON-NEG	0	0	0.3070571
32	ZAC		NON-NEG	0	0	1.5855476
33	TITA	BASIC	NON-NEG	1	0.2335644	0
34	_OBS1_		SURPLUS	0	0	2.602E-6
35	_OBS2_		SLACK	0	0	5.9107E-6
36	_OBS3_		SLACK	0	0	-9.044E-6

Resumen de restricciones

Fila restricción	Nombre de la restricción	Tipo	S/S	Col	Rhs	Actividad	dual
1	_OBS1_	GE		34	89762	89762	2.602E-6
2	_OBS2_	LE		35	0	0	-5.911E-6
3	_OBS3_	LE		36	0	0	9.0439E-6
4	_OBS4_	OBJECTVE	.	.	0	0.2335644	.

/*2006-2005*/ DATA AGS

```

The LP Procedure
Resumen del problema
Objective Function      Min  _OBS4_
Rhs Variable           _RHS_
Type Variable          _TYPE_
Problem Density (%)    93.52
Variables              Number
Non-negative          33
Slack                  2
Surplus                1
Total                  36
Constraints            Number
LE                     2
GE                     1
Objective              1
Total                  4
    
```

The LP Procedure

Resumen de la solución
Terminated Successfully

Objective Value	0.2335643642
Phase 1 Iterations	5
Phase 2 Iterations	0
Phase 3 Iterations	0
Integer Iterations	0
Integer Solutions	0
Initial Basic Feasible Variables	5
Time Used (seconds)	0
Number of Inversions	2
Epsilon	1E-8
Infinity	1.797693E308
Maximum Phase 1 Iterations	100
Maximum Phase 2 Iterations	100
Maximum Phase 3 Iterations	99999999
Maximum Integer Iterations	100
Time Limit (seconds)	120

The LP Procedure
Resumen de la variable

Nombre de la Col variable	Estado	Tipo	Precio Actividad	Coste reducido
1 AGS		NON-NEG	0	0.8848511
2 BC		NON-NEG	0	2.7191366
3 BCS		NON-NEG	0	1.6457514
4 CAM	BASIC	NON-NEG	0 0.2173642	0
5 CHIS		NON-NEG	0	1.5194478
6 CHIH		NON-NEG	0	7.2217486
7 COA		NON-NEG	0	6.2598183
8 COL		NON-NEG	0	0.9932091
9 DF		NON-NEG	0	32.302847
10 DGO		NON-NEG	0	1.3415835
11 GTO		NON-NEG	0	6.8986072
12 GRO		NON-NEG	0	1.1202307
13 HGO		NON-NEG	0	3.1318612
14 JAL		NON-NEG	0	4.5603807
15 MEX		NON-NEG	0	19.621994
16 MICH		NON-NEG	0	4.7114142
17 MOR	BASIC	NON-NEG	0 0.1535592	0
18 NAY		NON-NEG	0	0.4731294
19 NL		NON-NEG	0	17.471033
20 OAX		NON-NEG	0	1.9909519
21 PUE		NON-NEG	0	2.2895601
22 QUE		NON-NEG	0	2.4411404
23 QROO		NON-NEG	0	1.7673619
24 SLP		NON-NEG	0	1.7805365
25 SIN		NON-NEG	0	2.2324831
26 SON		NON-NEG	0	3.8635975
27 TAB		NON-NEG	0	1.5981113
28 TAM		NON-NEG	0	11.174458
29 TLAX		NON-NEG	0	0.7751918
30 VER		NON-NEG	0	11.729636
31 YUC		NON-NEG	0	0.3070571
32 ZAC		NON-NEG	0	1.5855476
33 TITA	BASIC	NON-NEG	1 0.2335644	0
34 _OBS1_		SURPLUS	0	2.602E-6
35 _OBS2_		SLACK	0	5.9107E-6
36 _OBS3_		SLACK	0	-9.044E-6

The LP Procedure
Resumen de restricciones

Nombre de la restricción	S/S	Col	Rhs	Actividad dual
1 _OBS1_	GE	34	89762	2.602E-6
2 _OBS2_	LE	35	0	-5.911E-6
3 _OBS3_	LE	36	0	9.0439E-6

4 _OBS4_ OBJECTIVE . 0 0.2335644 .
 The LP Procedure

Resumen del problema
 Objective Function Min _OBS4_
 Rhs Variable _RHS_
 Type Variable _TYPE_
 Problem Density (%) 93.52

Variables	Number
Non-negative	33
Slack	2
Surplus	1
Total	36

Constraints	Number
LE	2
GE	1
Objective	1
Total	4

The LP Procedure
 Resumen de la solución
 Terminated Successfully

Objective Value	0.1875255687
Phase 1 Iterations	5
Phase 2 Iterations	0
Phase 3 Iterations	0
Integer Iterations	0
Integer Solutions	0
Initial Basic Feasible Variables	5
Time Used (seconds)	0
Number of Inversions	2
Epsilon	1E-8
Infinity	1.797693E308
Maximum Phase 1 Iterations	100
Maximum Phase 2 Iterations	100
Maximum Phase 3 Iterations	99999999
Maximum Integer Iterations	100
Time Limit (seconds)	120

The LP Procedure
 Resumen de la variable

Col	variable	Nombre de la	Estado	Tipo	Precio	Actividad	Coste reducido
1	AGS			NON-NEG	0	0	0.7115114
2	BC			NON-NEG	0	0	2.1338408
3	BCS			NON-NEG	0	0	1.4121746
4	CAM		BASIC	NON-NEG	0	0.2154922	0
5	CHIS			NON-NEG	0	0	1.3029125
6	CHIH			NON-NEG	0	0	6.220181
7	COA			NON-NEG	0	0	5.3343348
8	COL			NON-NEG	0	0	0.8511493
9	DF			NON-NEG	0	0	26.962478
10	DGO			NON-NEG	0	0	1.131409
11	GTO			NON-NEG	0	0	5.9851038
12	GRO			NON-NEG	0	0	1.0780221
13	HGO			NON-NEG	0	0	2.7130546
14	JAL			NON-NEG	0	0	3.832306
15	MEX			NON-NEG	0	0	16.907518
16	MICH			NON-NEG	0	0	4.0459669
17	MOR		BASIC	NON-NEG	0	0.0980259	0
18	NAY			NON-NEG	0	0	0.3818157
19	NL			NON-NEG	0	0	14.855117
20	OAX			NON-NEG	0	0	1.7307565
21	PUE			NON-NEG	0	0	1.7965602
22	QUE			NON-NEG	0	0	2.0681108
23	QROO			NON-NEG	0	0	1.3973521
24	SLP			NON-NEG	0	0	1.4403137

25	SIN	NON-NEG	0	0	1.9916162
26	SON	NON-NEG	0	0	3.3275191
27	TAB	NON-NEG	0	0	1.3626028
28	TAM	NON-NEG	0	0	9.6955958
29	TLAX	NON-NEG	0	0	0.7124524
30	VER	NON-NEG	0	0	10.039856
31	YUC	NON-NEG	0	0	0.2217387
32	ZAC	NON-NEG	0	0	1.3353047
33	TITA	BASIC NON-NEG	1	0.1875256	0
34	_OBS1_	SURPLUS	0	0	2.275E-6
35	_OBS2_	SLACK	0	0	5.1312E-6
36	_OBS3_	SLACK	0	0	-7.686E-6

The LP Procedure

Resumen de restricciones

Fila restricción	Nombre de la restricción	Tipo	S/S Col	Rhs	Actividad	Actividad dual
1	_OBS1_	GE	34	82430	82430	2.275E-6
2	_OBS2_	LE	35	0	0	-5.131E-6
3	_OBS3_	LE	36	0	0	7.6865E-6
4	_OBS4_	OBJECTIVE	.	0	0.1875256	.

Y así sucesivamente hasta completar las 32 salidas por año y función distancia.....

Anexo 8. Promedios del IPM ordenados de forma descendente

ENTIDAD FEDERATIVA	IPM					PROMEDIO
	1 * 6 I	2 * 7 II	3 * 8 III	4 * 9 IV	5 * 10 V	
MEX	1.38	1.31	1.26	0.73	0.88	1.11
YUC	1.28	1.17	1.00	1.01	1.06	1.10
AGS	1.19	1.09	1.00	0.95	1.13	1.07
BC	1.17	1.07	1.00	1.15	0.96	1.07
QROO	1.15	1.13	1.01	0.89	1.09	1.06
NAY	1.24	0.97	1.04	0.95	1.06	1.05
PUE	1.19	1.11	0.99	0.90	1.05	1.05
SLP	1.15	1.05	1.03	0.91	1.08	1.04
MICH	0.99	1.02	0.99	0.93	1.27	1.04
JAL	1.12	1.10	1.00	0.92	1.02	1.03
TLAX	1.05	1.00	1.00	0.93	1.19	1.03
TAB	1.03	1.03	1.02	1.03	1.06	1.03
QUE	1.06	1.08	1.03	0.93	1.04	1.03
DGO	1.05	1.04	1.01	0.95	1.09	1.03
DF	1.08	1.02	1.00	0.95	1.05	1.02
CHIS	1.03	0.99	1.03	0.96	1.05	1.01
NL	1.02	1.03	0.99	0.92	1.08	1.01
GRO	0.96	1.05	0.97	0.95	1.09	1.01
OAX	0.98	0.99	0.99	0.95	1.09	1.00
SIN	1.04	1.02	1.03	0.89	1.01	1.00
ZAC	0.96	0.97	1.03	0.97	1.06	1.00
SON	1.06	0.98	0.95	0.98	1.01	1.00
GTO	1.04	0.94	0.99	0.96	1.05	1.00
HGO	0.97	1.00	1.02	0.89	1.10	1.00
COL	1.02	1.00	0.93	0.93	1.09	0.99
TAM	0.95	0.99	0.99	0.97	1.04	0.99
BCS	1.01	0.99	0.96	1.03	0.92	0.98
CHIH	1.01	0.98	0.95	0.90	1.05	0.98

COA	0.98	0.90	0.97	0.91	1.02	0.96
CAM	0.98	0.94	0.95	0.90	0.95	0.94
VER	0.94	0.93	1.01	0.97	0.86	0.94
MOR	0.45	0.42	0.96	1.02	0.47	0.67
PROMEDIO	1.05	1.01	1.00	0.95	1.03	

Anexo 9. Ranking del IPM y variables¹⁰

Entidad Federativa	K						MO						PIB						IPM				
	05	06	07	08	09	10	05	06	07	08	09	10	05	06	07	08	09	10	I	II	III	IV	V
MICH	12	12	12	12	12	12	17	14	17	16	15	21	14	15	15	14	15	15	23	16	22	20	1
TLAX	27	27	27	27	27	27	24	24	24	25	25	24	31	31	31	31	31	32	14	19	16	19	2
AGS	23	23	23	24	23	23	13	13	14	15	14	14	27	27	27	27	27	27	4	6	15	15	3
HGO	17	17	17	17	17	17	27	27	27	27	27	28	23	23	24	23	24	24	27	18	9	31	4
QROO	19	19	19	19	19	19	21	21	19	17	19	15	22	22	21	20	22	22	7	3	11	30	5
OAX	18	18	18	18	18	18	22	22	22	22	22	23	21	21	22	22	20	21	25	23	24	17	6
GTO	7	7	7	7	7	7	5	6	6	6	6	5	7	7	6	6	6	6	28	9	26	14	7
COL	30	30	30	30	30	30	29	29	29	29	29	29	32	32	32	32	32	31	19	17	32	21	8
DGO	25	25	25	25	25	25	25	25	25	24	24	25	25	25	25	25	25	25	13	11	10	12	9
SLP	14	14	14	14	14	14	9	9	9	8	9	9	18	18	18	18	18	18	8	10	4	24	10
NL	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	20	12	20	23	11
ZAC	28	28	28	28	28	28	31	30	30	30	30	30	28	28	28	28	28	28	29	27	7	8	12
NAY	31	31	31	31	31	31	28	28	28	28	28	27	29	29	29	29	30	30	3	26	2	13	13
TAB	24	24	24	23	24	24	26	26	26	26	26	26	13	13	13	13	13	13	18	13	8	3	14
YUC	20	20	20	20	20	20	8	8	8	9	8	8	24	24	23	24	23	23	2	2	17	5	15
CHIH	8	8	8	8	8	8	11	11	11	10	10	13	10	9	10	10	10	11	22	25	30	28	16
PUE	9	9	9	9	9	9	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	8	7	5	4	23	26	17
GRO	21	21	21	21	21	21	14	20	21	21	21	18	20	20	20	21	21	20	15	28	21	11	18
DF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	14	13	16	19
CHIS	22	22	22	22	22	22	23	23	23	23	23	22	17	17	19	19	17	17	17	20	5	10	20
QUE	15	15	15	15	15	15	12	12	10	11	12	10	19	19	17	17	19	19	11	7	6	18	21
TAM	6	6	6	6	6	6	19	19	20	19	20	19	9	10	9	9	9	8	30	22	19	9	22
JAL	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	9	5	14	22	23
COA	10	10	10	10	10	10	18	15	13	13	13	12	11	11	11	11	11	9	24	31	25	25	24
SIN	16	16	16	16	16	16	15	18	18	20	18	17	16	16	16	16	16	16	16	15	3	29	25
SON	13	13	13	13	13	13	16	17	16	14	17	16	15	14	14	15	14	14	12	24	29	6	26
BC	11	11	11	11	11	11	6	5	5	5	5	6	12	12	12	12	12	12	6	8	18	1	27

¹⁰Ordenado descendientemente considerando el último período del IPM, la presentación para las variables es anual, en tanto que del índice es por período.

CAM	32	32	32	32	32	32	30	31	31	31	31	31	5	6	7	7	7	10	26	29	31	27	28
BCS	29	29	29	29	29	29	32	32	32	32	32	32	30	30	30	30	29	29	21	21	28	2	29
MEX	3	3	3	3	3	3	7	7	7	7	7	7	2	2	2	2	2	2	1	1	1	32	30
VER	5	5	5	5	5	5	20	16	15	18	16	20	6	5	5	5	5	5	31	30	12	7	31
MOR	26	26	26	26	26	26	10	10	12	12	11	11	26	26	26	26	26	26	32	32	27	4	32

Anexo 10. Figuras comparativas del cambio en eficiencia técnica (CE), cambio tecnológico (CT) e IPM.

