

# ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES DE LOS ESTADOS DE MÉXICO 1998 - 2013

*Rut Andrea Atayde Villegas<sup>1</sup>*

## RESUMEN

En este trabajo se realiza una descomposición de la Productividad Total de los Factores con la finalidad de conocer las diferencias en el crecimiento de la productividad que existen entre los estados de México. Esta descomposición tiene tres componentes principales: cambio técnico, cambio en el índice especialización y cambios de escala; mismos que se prueban para entender cuál componente tiene mayor peso en el crecimiento de la productividad. Este análisis se realiza mediante un modelo que estima una función de producción agregada usando efectos fijos. Los principales resultados son que a través del tiempo en los estados hay efectos constantes de escala; así mismo, aunque la especialización tiene un efecto general positivo en la función de producción, cuando se analiza su crecimiento resalta que para algunos estados la especialización ha ido disminuyendo con respecto al tiempo. Finalmente, el análisis muestra que no hay un crecimiento homogéneo entre los estados y entre cada periodo; es decir algunos estados tienen mayor crecimiento para un periodo mientras que para el siguiente periodo, el crecimiento es mucho menor.

**Conceptos Clave:** Productividad Total de los Factores, Diferencias estatales, Crecimiento

---

<sup>1</sup> Tesista de la Licenciatura en Políticas Públicas, Centro de Investigación y Docencia Económicas A.C., [atayderut@gmail.com](mailto:atayderut@gmail.com)

Es interesante entender por qué hay estados o sectores que pueden tener patrones de comportamiento económico similares y aun así tener resultados de eficiencia y productividad diferentes. A partir de esta incógnita, se han desarrollado diferentes investigaciones empíricas en la búsqueda de nuevas variables que expliquen las diferencias productivas entre regiones, sectores económicos, empresas y países. Así mismo, el análisis varía dependiendo de la productividad analizada.

En esta investigación, el interés es sobre la productividad en conjunto de todos los insumos usados en el proceso de producción. El objetivo principal en este texto es analizar si existen diferencias productivas entre las entidades federativas en México; para esto se realiza un modelo empírico usando una estimación de efectos fijos para datos panel que descomponga el crecimiento de la productividad total de los factores (PTF). Actualmente, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía estima que de 1991 al 2014, la PTF ha decrecido 0.33%, sin embargo, a nivel estatal el crecimiento puede ser diferente.

Cabe mencionar que durante el texto no se abordaran las posibles razones de las diferencias productivas; sino que sólo se modelaran para tener, en una primera visión, una estructura general de la productividad en México. No obstante, sí se mencionan, como parte de la revisión literaria, posibles explicaciones para tales diferencias que podrán ser probadas en estudios posteriores. En resumen, los resultados encontrados responden a la pregunta ¿Cuáles son las diferencias productivas en México? Y se dejan de un lado las razones por las cuales estas diferencias ocurren.

De acuerdo al párrafo anterior, la estructura de este texto es la siguiente. La primera parte describe brevemente el contexto mexicano; la segunda parte menciona diferentes medidas de productividad; así mismo se expone una revisión de la literatura sobre las distintas herramientas

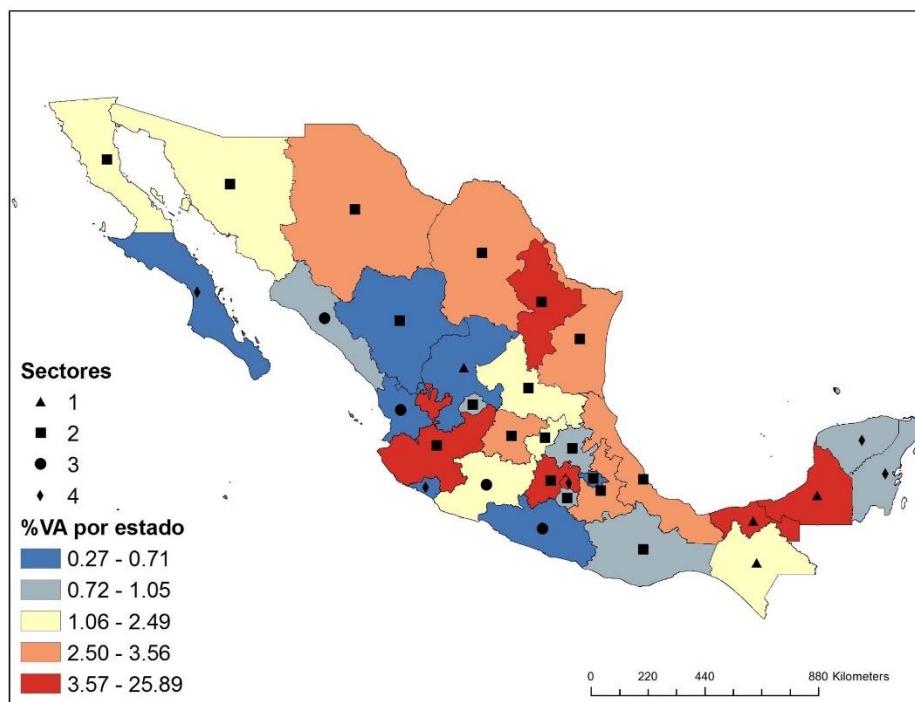
empíricas que se han usado para analizar la productividad y las diferencias productivas. En la tercera parte se desglosa la descomposición del crecimiento de la productividad total de los factores. En la cuarta parte se describen los datos usados y el modelo empírico que se aplica en este estudio. La quinta parte describe los resultados principales y se concluye con algunas limitantes y mejoras futuras.

### **El caso de México**

En el Mapa 1, se muestra la proporción del valor agregado promedio que aporta cada estado al total nacional, así mismo se aprecia cual es el sector que dentro del estado tiene más peso promedio en el valor agregado. De acuerdo con esto, el sector uno corresponde a minería, el sector dos a manufacturas, el tres a comercios y el cuatro a servicios. Como se puede apreciar, el Estado de México y la Ciudad de México son los que más contribuyen en promedio al valor agregado nacional, seguidos de Jalisco. Los estados que parecen tener menos peso son Durango, Zacatecas, Nayarit, Guerrero y Baja California Sur.

Por otro lado, en el norte del país dominan las manufacturas; al igual que en la mayoría de los estados del centro norte del país (Durango, San Luis Potosí, Aguascalientes, Zacatecas y Querétaro). En la parte del Golfo dominan los servicios y la minería. Comercios se encuentra un poco más esparcido en la zona del pacífico (Sinaloa y Nayarit) y en los estados Michoacán y Guerrero.

**Mapa 1. Porcentaje de Valor Agregado y sector predominante por estado**



**Fuente:** Elaboración propia con INEGI - Censos Económicos 1999, 2004, 2009 y 2014.

La mayoría de los estados se mantienen concentrados en un solo sector en todos los años analizados; sin embargo, resaltan unos casos en los que a través de los años han tenido una estructura más diversa. En la Tabla 1 se muestran los estados que más destacan, algunos porque el sector con más peso ha cambiado o porque no hay una diferencia significativa entre sectores en un mismo estado. En el caso de Baja California Sur, el sector dominante pasa de comercios a servicios, del 2003 al 2008, el incremento en el peso de servicios fue mayor al 20%, mientras que comercios disminuyó un 12% aproximadamente. Parece que en Chihuahua, en cada periodo, el sector dominante es diferente y esto se debe a que las diferencias entre los sectores no parecen ser significativas (cada sector obtiene entre el 20 y 30% cada periodo), lo mismo para el caso de Michoacán, por tal se entiende que un año un sector sea más dominante que otro.

**Tabla 1. Sector predominante por estado y por año**

Estado	1998	2003	2008	2013
<b>Bcs</b>	Comercios	Comercios	Servicios	Servicios
<b>Chihu</b>	Comercios	Manufacturas	Servicios	Comercios
<b>Coah</b>	Minería	Minería	Minería	Manufacturas
<b>Gro</b>	Comercios	Comercios	Comercios	Comercios
<b>Mich</b>	Servicios	Servicios	Manufacturas	Comercios
<b>Nay</b>	Comercios	Comercios	Servicios	Servicios
<b>NI</b>	Manufacturas	Manufacturas	Manufacturas	Servicios
<b>Oax</b>	Manufacturas	Manufacturas	Manufacturas	Comercios
<b>Yuc</b>	Comercios	Comercios	Comercios	Comercios
<b>Zac</b>	Manufacturas	Manufacturas	Manufacturas	Manufacturas

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI - Censos Económicos 1999, 2004, 2009 y 2014.

El caso de Coahuila llama la atención por la caída de la minería del 2008 al 2013. Guerrero aparece en esta tabla porque a partir del 2008 comienza a diversificarse entre comercios y servicios, aunque para los demás periodos comercios continúa dominando. En el caso de Nayarit, después del 2003, servicios se vuelve el sector de mayor peso. En Nuevo León, las diferencias entre servicios y manufacturas comienzan a atenuarse después del 2003 hasta que para el 2013, servicios es el sector que más aporta al valor agregado. En Oaxaca el cambio ocurre después del 2008, aquí lo sorprendente es que la diferencia entre manufacturas y comercios sí es significativa después del cambio. Por último, en Yucatán y Zacatecas lo interesante es que no hay diferencias tan marcadas entre comercios, servicios y manufacturas.

Si bien éste es un análisis muy general de cada estado, es importante tener en cuenta estas diferencias y estos comportamientos para los resultados que se muestran en la penúltima sección. Además, parece interesante para futuros análisis, profundizar en estos cambios y en las estructuras económicas de los estados.

### **Las diferencias productivas**

Existen diferentes tipos de medidas de productividad; entre ellas: productividad laboral, productividad de un solo factor, productividad de múltiples factores y productividad total de los

factores. En este sentido, se entiende como PTF, la proporción de diferentes factores con respecto a la producción total (Diewert y Nakamura, 2005). Así mismo, el crecimiento la PTF es la diferencia entre los cambios en la producción y los cambios en los insumos. Es decir, es un promedio ponderado de la tasa de crecimiento de la producción entre la tasa de crecimiento de cada insumo (Diewert, 1992). En este sentido, si la tasa de crecimiento de la producción es mayor que la tasa de crecimiento de los insumos, hay un aumento en la productividad (Álvarez, 2006).

La PTF usualmente se mide a través de índices, entre ellos el índice de Malmquist (1953), Fisher (1922), Paasche, Laspeyres y el índice de Törnqvist; así mismo, hay dos procedimientos para estimar una función de producción y su crecimiento: usando fronteras estocásticas y usando funciones de producción medias (Delfín y Navarro, 2015, Álvarez, 2006). Para este análisis se usa el índice de Malmquist; dado que éste tiene el objetivo de descomponer la productividad en cambio técnico, eficiencia técnica y cambios de escala, se necesita el uso de una estimación con fronteras estocásticas para la parte de eficiencia en la productividad (Coelli et al., 1998; Diewert et al., 1982; Solis et al., 2015).

Las fronteras estocásticas permiten asumir que hay diferencias productivas porque no todos los agentes son eficientes; por ende, el modelo estima una frontera de “buenas práctica”, es decir, mide la distancia entre los productores no eficientes y los que se encuentran en la frontera de máxima producción (Delfín y Navarro, 2015). Por tal, se dice que en una función de producción, cuando se aplica este método, la tecnología y la eficiencia son un residual de la función de producción (Salter, Martin, 2001).

A demás de las estimaciones con fronteras estocásticas, están aquellas que usan modelos de programación línea, en los cuales, básicamente se diseña un modelo matemático que permita

optimizar una función de producción y mostrar cuáles serían escenarios más óptimos, estos casos se conocen como análisis envolvente de datos (DEA, por sus siglas en inglés) (Delfín y Navarro, 2015)<sup>2</sup>. En este avance de investigación no se analiza la parte de eficiencia; sino que se asume que todos los estados tienen un mismo nivel máximo de eficiencia.

Dentro de la necesidad de entender por qué ocurren estas diferencias, en la literatura se han explorado dos tipos de variables principales con la finalidad de explicar la productividad; por un lado, están las variables de comportamiento regional o sectorial y por otro lado están las variables relacionadas con los factores externos a actividades económicas.

En el primer caso, se han explorado los índices de especialización. El argumento detrás es que el tipo de estructura productiva de una región importa (Álvarez, 2006). Es decir, existen actividades económicas y sectores que por el tipo de tecnología empleada son más productivos que otros; por tal la estructura económica modifica los procesos de producción de cada sector. También se subraya que la inversión en Investigación y Desarrollo (I&D) por parte de las empresas privadas tiene un efecto importante en la productividad (Shefer y Frenkel, 2005). En este punto el interés es si el gasto gubernamental empleado en I&D funciona como una variable explicativa de la producción de las empresas.

En el segundo caso, están las variables externas a las actividades económicas que afectan la productividad. Por un lado, se pueden destacar aquellas variables que varían con el grado de aglomeración en una región. En este caso, Aberg<sup>3</sup>, (1973) analiza la densidad poblacional como proxy de mayor intervención gubernamental para explicar diferencias en la productividad laboral. Por ejemplo, si en una región hay mayor densidad poblacional también habrá mayor

---

<sup>2</sup> Para profundizar en el tema de eficiencia y productividad se recomienda leer el libro de Coelli et al. (2005), "An introduction to efficiency and productivity analysis"

<sup>3</sup> Aberg fue de lo primeros en ofrecer este tipo de explicaciones para las diferencias productivas; por lo cual su artículo es de fundamental importancia en el desarrollo de descomposiciones empíricas de productividad.

gasto social (gasto en salud, seguridad social, educación, entre otros). El argumento es que las transferencias públicas deberían mejorar el desempeño de los trabajadores (Aberg, 1973).

Por otro lado, algunos estudios analizan la productividad del capital público (Munnell, 1992 en Fernández y Montuenga-Gómez, 2003), dichos estudios realzan la importancia de dividir capital público en diferentes tipos, para incluir un efecto de derrame entre las regiones. El argumento es que si el capital público genera una derrama entre regiones vecinas; entonces, afecta directamente la productividad de una región e indirectamente la productividad de las vecinas (Fernández y Montuenga-Gómez, 2003).

Se han adoptado diferentes definiciones de capital público dependiendo del análisis y el nivel de desagregación de las unidades de análisis (Vijverberg, W. y Vijverberg, C., 2007; Nourazad F. y Vrieze D., 1995., Miyara I. y Fukushige M., 2008; Aschauer, 1989; Fernández y Montuenga-Gómez, 2003). Una de las definiciones más usadas para capital público es la infraestructura que posee el gobierno (Aschauer, 1989).

Así mismo, está el gasto público, en específico aquel destinado a I&D. Este financiamiento puede comportarse de dos formas distintas: como complemento a la inversión privada y/o como sustituto. Dependiendo del objetivo, la justificación social del gasto público varía.

La importancia de la inversión en I&D es generar innovación que se traduzca en un mejor desempeño económico. A primera vista, este tipo de inversión la realiza el sector privado. No obstante, el sector público puede tener interés en mejorar la eficiencia y la productividad mediante subsidios y transferencias que fomenten la generación de conocimiento. El financiamiento público en investigación científica, universidades, entre otros puede generar ciertos beneficios sociales que beneficien y atenúen las diferencias (Salter, Martin, 2001).



De acuerdo con las líneas anteriores, el objetivo es, en una primera aproximación, encontrar algún patrón de crecimiento productivo entre los estados que indiquen comportamientos regionales. Para una futura investigación, se incluirá la eficiencia técnica y además algunas variables que expliquen por qué hay diferencias productivas.

### **Productividad Total de los Factores**

A lo largo de este apartado, se desarrolla la descomposición de la productividad total de los factores, así mismo se exponen algunos supuestos que posteriormente dirigen los lineamientos de la estimación del modelo. Para esta sección, se sigue la descomposición descrita por Antonio Álvarez (2006); misma que sigue el modelo de Kumbhakar y Hjalmarsson (1993) y el estimador de Greene (2002). Es necesario aclarar que estos modelos tienen como finalidad realizar una estimación usando fronteras estocásticas. No obstante, como se mencionó anteriormente, este trabajo es una primera aproximación a un análisis de productividad; por lo cual, sólo se enfocará en una parte del modelo de crecimiento de productividad, sin profundizar en temas de eficiencia productiva.

La literatura tiene diversos ejemplos de formas que se asumen para estimar una función de producción: Cobb Douglas, translog y elasticidad de sustitución constante. La primera es una extensión o un tipo de función translog, la diferencia recae en que la translog es más flexible y por ende tiene aplicaciones más generales (Santibañez et al., 2015). Para este estudio, se asume una forma translog en la cual, siguiendo el modelo descrito por Álvarez (2006), se incluye cambio técnico haciendo alusión a la función de producción agregada descrita por Solow (1957).

Empezando con una función de producción en la que “y” es la producción, “x” son las diferentes variables que intervienen en la función y “t” indica el cambio tecnológico.

$$y = f(x_1, \dots, x_n, t) \quad (1)$$

Ahora bien, es necesario derivar esta función con respecto al tiempo para obtener el crecimiento de la producción. Por tal, en primer lugar, se aplican logaritmos en (1) para poder separar los términos de la función de producción:

$$\ln(y) = \sum_{j=1}^n \varepsilon_j \ln(x_j) + \ln f(t) \quad (2)$$

Donde  $\varepsilon_j$  es la elasticidad de la producción con respecto al insumo j. Al derivar con respecto al tiempo se obtiene la siguiente ecuación.

$$\frac{\partial \ln(y)}{\partial t} = \sum_{j=1}^n \varepsilon_j \frac{\partial \ln(x_j)}{\partial t} + \frac{\partial \ln f(t)}{\partial t} \quad (3)$$

Al reescribir (3), se tiene que el crecimiento de la productividad es la suma de las elasticidades (o la derivada de la producción con respecto al insumo) multiplicado por el crecimiento de los insumos más el crecimiento de la función que se explica por el tiempo, mismo que en este modelo se refiere al cambio tecnológico (CT):

$$\dot{y} = \sum_{j=1}^n \varepsilon_j \dot{x}_j + CT \quad (4)$$

Así mismo, el cambio tecnológico se puede expresar como un residual, suponiendo que las elasticidades son observables:

$$CT = \dot{y} - \sum_{j=1}^n \varepsilon_j \dot{x}_j \quad (5)$$

La productividad total de los factores, como indica la ecuación 6, es la razón entre la producción agregada y los insumos.

$$PTF = \frac{y}{x} \quad (6)$$

Para descomponer la productividad y establecerla en términos de crecimiento es necesario realizar los pasos descritos en los párrafos anteriores:

$$\ln(PTF) = \ln(y) - \ln(x) \quad (7)$$

En este sentido, después de aplicar logaritmos en (7), es necesario derivar con respecto al tiempo para obtener el crecimiento:

$$\frac{\partial \ln(PTF)}{\partial t} = \frac{\partial \ln(y)}{\partial t} - \frac{\partial \ln(x_j)}{\partial t} \quad (8)$$

El crecimiento de la PTF es la diferencia entre el crecimiento de la producción agregada y el crecimiento de los factores de producción.

$$P\dot{T}F = \dot{y} - \dot{x} \quad (9)$$

Sustituyendo la ecuación (4) en la (9), se muestra que la productividad no sólo depende del cambio técnico, sino que también es necesario considerar los cambios en las magnitudes. Es decir, si no hay retornos constantes de escala entonces la diferencia entre el crecimiento de los insumos y la producción no es suficiente para explicar el crecimiento de la productividad.

$$P\dot{T}F = \sum_{j=1}^n \varepsilon_j \dot{x}_j + CT - \dot{x} \quad (10)$$

De acuerdo con el párrafo anterior, es necesario probar si existen retornos de escala constantes:

$$\sum_{j=1}^N \frac{\varepsilon_j}{\varepsilon} = 1 \quad (11)$$

Ahora bien, el término anterior indica que la suma de la proporción de las elasticidades debe ser igual a uno si hay retornos a escala, de esta forma, bajo ese supuesto se puede agregar a la ecuación de la siguiente forma

$$P\dot{T}F = \sum_{j=1}^n \varepsilon_j \dot{x}_j + CT - \sum_{j=1}^N \frac{\varepsilon_j}{\varepsilon} \dot{x} \quad (12)$$

Una vez agregado, el siguiente paso es modificar algebraicamente la ecuación de forma que la descomposición del crecimiento de la productividad depende del cambio técnico y del efecto escala:

$$P\dot{T}F = CT + \sum_{j=1}^n \varepsilon_j \dot{x}_j - \sum_{j=1}^N \frac{\varepsilon_j}{\varepsilon} \dot{x} \quad (13)$$

Posteriormente, se busca el común denominador:

$$P\dot{T}F = CT + \varepsilon \sum_{j=1}^N \frac{\varepsilon_j}{\varepsilon} \dot{x} - \sum_{j=1}^N \frac{\varepsilon_j}{\varepsilon} \dot{x} \quad (14)$$

Finalmente, después de aplicar factor común, la productividad depende del cambio técnico y del efecto escala. En este sentido, si existen retornos constantes el último término de la ecuación desaparece y la productividad sólo dependería del cambio técnico

$$PTF = CT + (\varepsilon - 1) \sum_{j=1}^N \frac{\varepsilon_j}{\varepsilon} \dot{x} \quad (15)$$

Si bien esta descomposición sigue la descrita por Álvarez (2006), en este caso el análisis no toma en cuenta la eficiencia productiva, por lo cual, no se desarrolla un modelo de fronteras estocásticas. No obstante, esta solo es una primera aproximación para describir las diferencias productivas entre los estados con la finalidad de identificar patrones estatales que puedan dar pistas de una dinámica regional.

Continuando con la descomposición de la PTF, es necesario incluir un término que describa la estructura económica de los estados; para eso se usa el siguiente índice de especialización que continúa con el modelo descrito (Álvarez, 2006).

$$SI_i = \sum_{j=1}^{32} \left( \frac{VA_{ji}}{VA_i} - \frac{VA_{jN}}{VA_N} \right)^2 \quad (16)$$

En donde VA es valor agregado, i es el estado y j es el sector; este índice describe la suma de las diferencias entre el peso que tiene un sector dentro de un estado y el peso del mismo sector en el valor agregado nacional. Este índice incrementa si hay mayor especialización y es cero si el estado tiene una estructura económica idéntica a la nacional.

### Datos y modelo empírico

El objetivo del modelo empírico es estimar una función de producción usando efectos fijos; en el cual se puedan calcular las elasticidades de cada factor de producción. De este modo, el modelo a estimar es el siguiente (Álvarez, 2006).

$$\ln y_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^2 \beta_j \ln x_{jit} + \gamma \ln z_{it} + \delta_t + \delta_{tt} t^2 + v_{it} \quad (17)$$

En donde  $y$  es el valor agregado en el estado  $i$ ;  $\alpha$  son los efectos fijos por estado;  $x$  son los factores de producción (capital y trabajo);  $z$  es el índice de especialización por estado y por año, finalmente  $t$  es la tendencia. En este modelo, como ya se explicó anteriormente, no se incluye la eficiencia por tal no se usan fronteras estocásticas para separar el término de error ( $v$ ).

Una vez que se estimó el modelo, para calcular el crecimiento de la PTF, se agrega el índice de especialización a la ecuación 15, por tal, el crecimiento queda definido de la siguiente forma.

$$PTF = \left[ CT + (\varepsilon - 1) \sum_{j=1}^N \frac{\varepsilon_j}{\varepsilon} \dot{x} \right] + \varepsilon_z z_{it} \quad (18)$$

El primer término de la descomposición es el cambio técnico, el cual se calcula a partir de los coeficientes obtenidos en las tendencias; el segundo es el cambio del efecto escala y por último el cambio de la especialización. Para calcular cada uno, se siguieron las ecuaciones descritas a continuación (Álvarez, 2006).

$$CT: \hat{\delta}_t + \hat{\delta}_{tt} t \quad (19)$$

$$CE: (\varepsilon - 1) \sum_{j=1}^N \frac{\varepsilon_j}{\varepsilon} \dot{x} \cong (\hat{\beta} - 1) \sum_{j=1}^N \frac{\hat{\beta}_j}{\hat{\beta}} (\ln x_{j,t} - \ln x_{j,t-1}); \hat{\beta} = \sum_j^2 \hat{\beta}_j \quad (20)$$

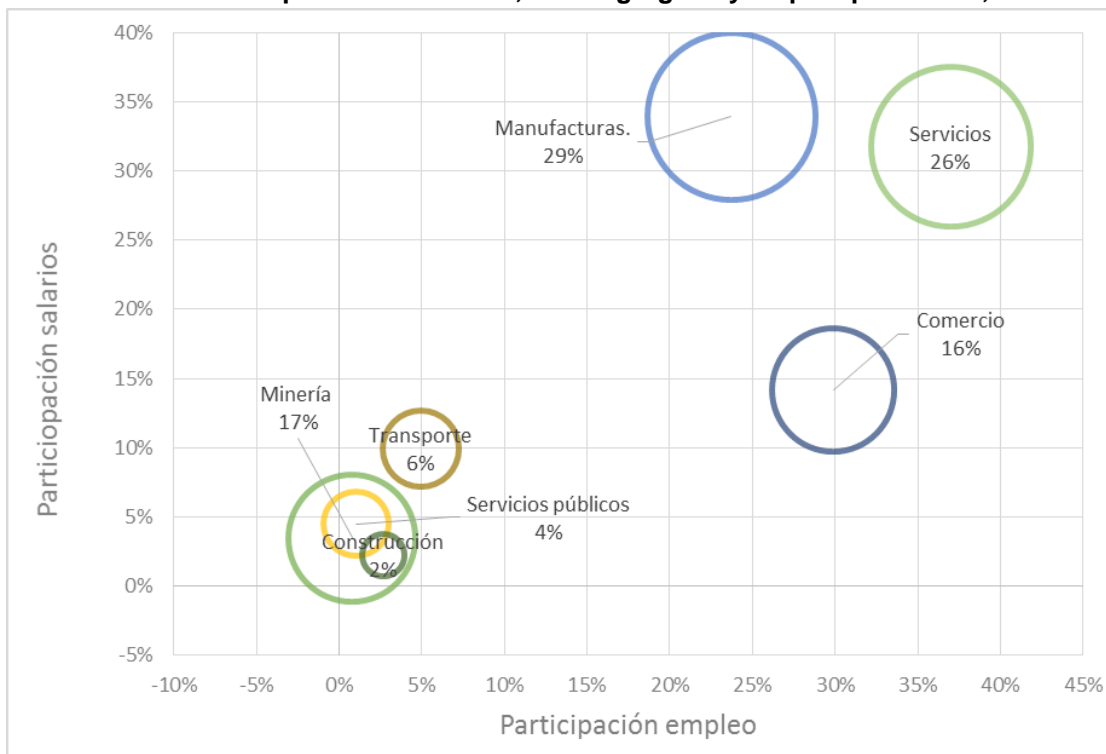
$$CZ: \varepsilon_z z_{it} \cong \hat{\gamma} (\ln z_{it} - \ln z_{it-1}) \quad (21)$$

## Datos

El periodo de análisis abarca cuatro años: 1998, 2003, 2008 y el 2013. Se utilizan datos de los censos económicos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), los cuales son publicados cada cinco años, los años elegidos para el análisis cuantitativo son 1999, 2004, 2009 y 2014; cabe destacar que los datos corresponden a un año anterior al año de publicación. Así mismo, para analizar el crecimiento, estos años se clasifican en tres periodos: 1998-2003, 2003-2008 y 2008-2013.

La unidad de análisis son los estados de México y se toman en cuenta sólo los sectores de minería, comercios, manufacturas y servicios. Se eligieron estos sectores porque son los que mayor participación tienen en el valor agregado total (VAT). A pesar de que minería tiene una baja participación en salarios y en empleo; su participación en el VA da pista de una mayor productividad por tal, se incluyó en el análisis (ver Cuadro 1).

**Cuadro 1. Participación en salarios, valor agregado y empleo por sector, 2013**



**Fuente: Elaboración propia con datos del Censo Económico, 2014. INEGI**

La variable independiente es el logaritmo del valor agregado, el cual se elige en lugar de producción bruta para no incluir variables intermedias (materias primas e insumos; consumo de combustibles y lubricantes, y el consumo de energía) de la producción en el análisis. Las variables dependientes más importantes serán aquellas que están directamente relacionadas con la función de producción: el logaritmo del capital (activos fijos) y el logaritmo del trabajo (número de trabajadores). Así mismo, se agrega el índice de especialización el cual se construye con el valor agregado de los estados por sector. Cabe destacar que para la

construcción de este índice se toman en cuenta por separado los sectores que corresponden a servicios.

## Resultados y conclusiones

Antes de describir los resultados principales del crecimiento de la productividad; primero se muestran los resultados de la regresión con efectos fijos. En la Tabla 2 se observa que todas las variables, a excepción de la tendencia al cuadrado tiene un efecto negativo en el valor agregado. Así mismo, las mismas variables son significativas, aunque el nivel de significancia varía.

**Tabla 2. Resultados de la estimación por efectos fijos**

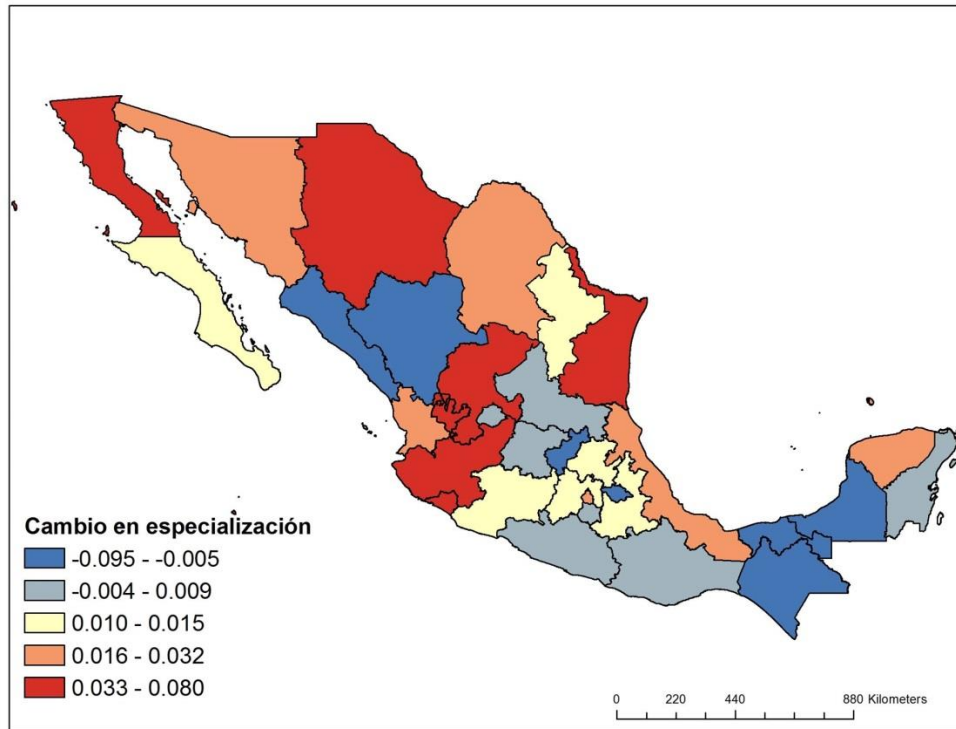
<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Resultado</b>
Capital	$\hat{\beta}_1$	0.1443083***
Trabajo	$\hat{\beta}_2$	0.7887847**
Índice de especialización	$\hat{\gamma}_1$	0.1102204**
T	$\hat{\delta}_t$	0.0683818*
T <sup>2</sup>	$\hat{\delta}_{tt}$	-0.0183974

Notas: \* 10% de significancia, \*\* 5% de significancia y \*\*\* 1% de significancia.

Después de la estimación se realizó una prueba para conocer si existían efectos de escala constantes, en la cual la suma de los coeficientes de capital y trabajo debía ser igual a uno si existen efectos constantes. Estadísticamente estos coeficientes suman uno, por tal no se puede rechazar la hipótesis. Esto indica que en la fórmula de crecimiento de la productividad el efecto escala desaparece.

En el Mapa 2 se observa el resultado del cambio promedio en el índice de especialización. Como se muestra, los estados de la frontera norte tuvieron un cambio positivo, es decir, en promedio se especializaron más. Por otro lado, estados como Durango, Sinaloa, Querétaro, Tlaxcala, Tabasco Chiapas y Campeche tuvieron un cambio muy pequeño o negativo en el índice de especialización.

**Mapa 2. Cambio porcentual en la especialización por estado**



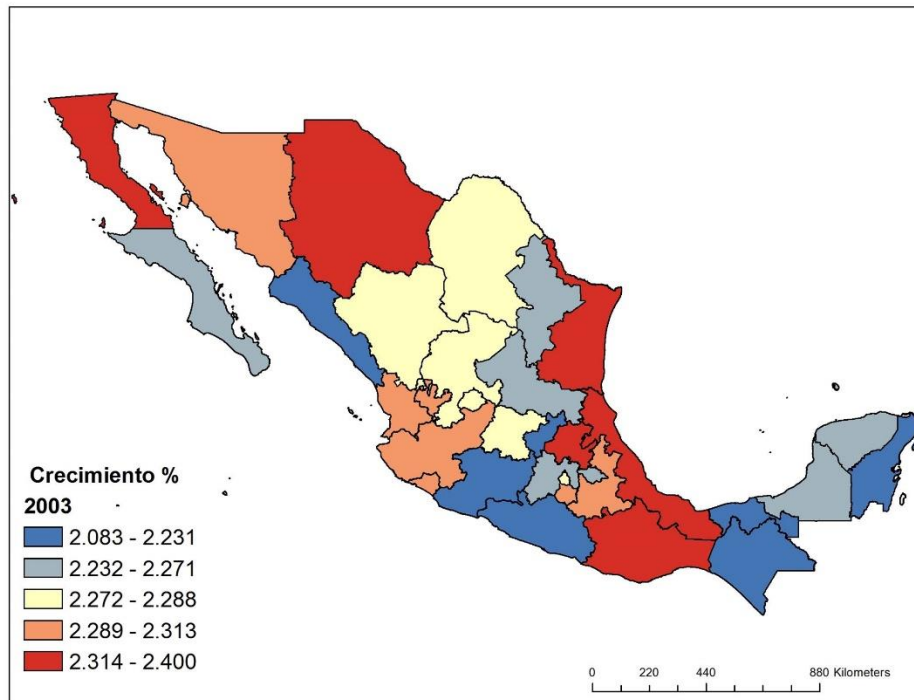
**Fuente:** Elaboración propia con resultados de la estimación por efectos fijos.

En cuanto al crecimiento de la PTF, no hay un patrón claro de crecimiento al contrario de lo que se esperaba. En los Mapas 3, 4 y 5, se exponen los mapas con el crecimiento de la PTF por estado, como se observa no hay patrones tan claros a través de los años en el crecimiento de cada estado; sin embargo, sí resaltan ciertos casos. En primer lugar, en todos los periodos los estados con mayor crecimiento tienden a que el sector más predominante sea manufacturas.

En cuanto a los estados, la Ciudad de México y Coahuila estuvieron en los dos grupos con mayor crecimiento en todos los periodos. Algo interesante es que de 1998 a 2003 y del 2003 al 2008 Chihuahua, Nuevo León, Jalisco y Veracruz están en los dos grupos más altos. Sin embargo, para el 2013 el crecimiento cambió entre estados; por ejemplo, Veracruz cayó al grupo con el menor crecimiento.

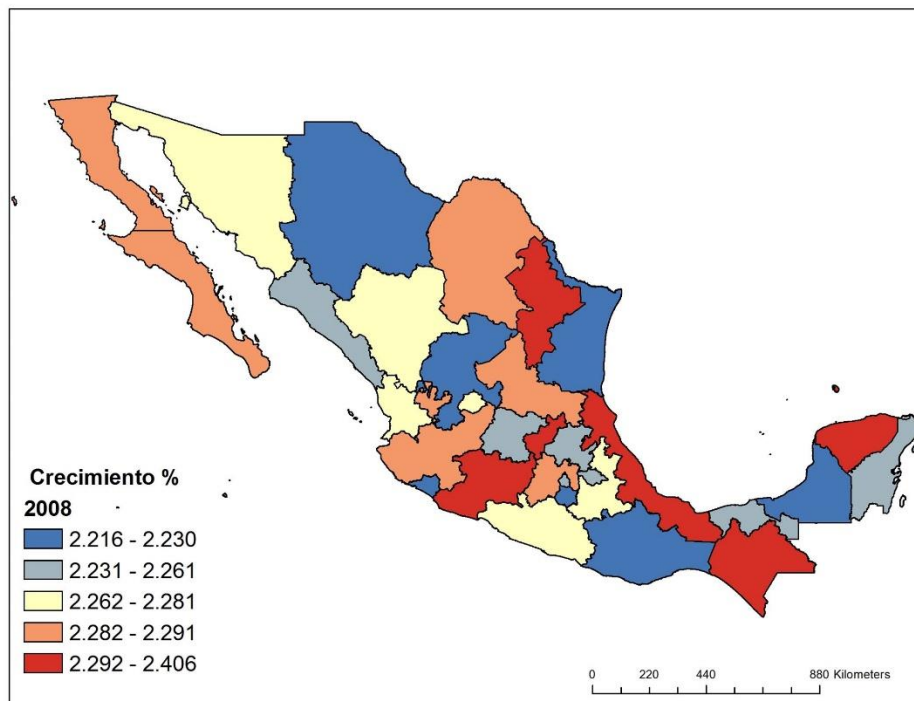


**Mapa 3. Cambio porcentual en la productividad por estado 1998-2003**



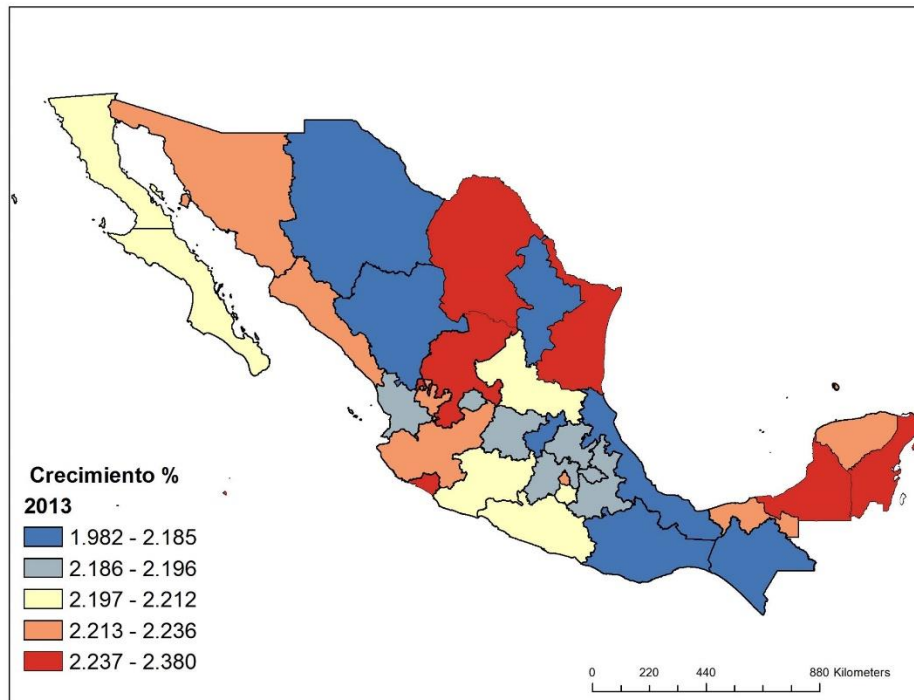
Fuente: Elaboración propia con resultados de la estimación por efectos fijos.

**Mapa 4. Cambio porcentual en la productividad por estado 2003-2008**



Fuente: Elaboración propia con resultados de la estimación por efectos fijos.

**Mapa 5. Cambio porcentual en la productividad por estado 2008-2013**



**Fuente:** Elaboración propia con resultados de la estimación por efectos fijos.

Por último, en la Tabla 3 están los resultados promedios ordenados por el cambio en productividad. Aun cuando el cambio en escala no es significativo o no hay (debido a la hipótesis mencionada), se incluye en la tabla para fines ilustrativos; no obstante, no se incluye en el cálculo de la productividad. Por otro lado, el cambio técnico es igual para todos los estados en todos los años, de acuerdo a la estimación el cambio técnico fue de 2.23.

Así mismo, en promedio los estados con mayor cambio en productividad fueron Tamaulipas, Zacatecas, Baja California y Chihuahua. Mientras que los estados con menor cambio en la productividad fueron Durango, Querétaro y Coahuila, para estos estados el cambio en la especialización es negativo; es decir estaban menos concentrados en unos sectores.

**Tabla 3. Productividad, cambio de escala, especialización y cambio técnico promedio por estado.**

<b>Estado</b>	<b>PTF</b>	<b>CE</b>	<b>CZ</b>	<b>CT</b>
Tamps	2.319	-0.025	0.080	2.239
Zac	2.290	-0.034	0.051	2.239
BC	2.285	-0.007	0.046	2.239
Chih	2.282	-0.068	0.044	2.239
Jal	2.272	0.080	0.033	2.239
Col	2.272	0.034	0.033	2.239
Chis	2.271	0.021	0.032	2.239
Ver	2.269	0.051	0.030	2.239
Yuc	2.269	-0.017	0.030	2.239
Son	2.259	-0.017	0.020	2.239
Cd. Méx	2.258	0.088	0.019	2.239
Nay	2.257	-0.031	0.018	2.239
Pueb	2.253	0.006	0.015	2.239
Hgo	2.253	0.014	0.014	2.239
BCS	2.251	-0.098	0.013	2.239
NL	2.251	0.051	0.012	2.239
Mich	2.249	-0.001	0.010	2.239
Méx	2.249	0.071	0.010	2.239
Ags	2.248	-0.003	0.009	2.239
Oax	2.246	-0.020	0.007	2.239
Mor	2.245	-0.008	0.006	2.239
QR	2.242	-0.072	0.003	2.239
SLP	2.242	-0.062	0.003	2.239
Gto	2.241	0.023	0.002	2.239
Gro	2.241	-0.031	0.002	2.239
Camp	2.234	-0.070	-0.005	2.239
Sin	2.231	-0.009	-0.007	2.239
Tlax	2.229	-0.020	-0.010	2.239
Tab	2.223	-0.062	-0.016	2.239
Dgo	2.223	-0.017	-0.016	2.239
Qro	2.221	-0.042	-0.018	2.239
Coah	2.144	-0.002	-0.095	2.239

**Fuente: elaboración propia con resultados de la estimación por efectos fijos.**

Si bien, los resultados anteriores no son suficientes para entender las diferencias que existen entre estados, sí indican que es importante tomar en cuenta la estructura productiva de cada estado y su composición. Por lo anterior, durante el texto se desarrolló un modelo para analizar las diferencias productivas estatales. En la estimación se asume que el cambio técnico es el mismo para todos los estados y en todos los años; el cambio de escala no es significativo por lo

que no se incluyó en el texto; por tal, el índice de especialización es el componente que crea las diferencias entre los estados.

El crecimiento promedio de la PTF fue entre el 1.5% y el 2.5% en cada periodo. Los estados con mayor crecimiento en varios periodos fueron Nuevo León, Ciudad de México, Veracruz, Chihuahua y Jalisco, para los demás estados los cambios variaron en cada periodo.

Si bien este trabajo es una primera aproximación más descriptiva, sí ofrece algunas bases para analizar posteriormente. En primer lugar, es necesario analizar algunas políticas que puedan estar impulsando algunos sectores en ciertos estados. Así mismo, una limitación es que el estudio es muy agregado y no incluye algunos controles que pudiesen tener un valor explicativo importante; por lo cual, parece más correcto hablar de correlaciones en el crecimiento de la productividad.

En segundo lugar, es necesario explorar causas de las diferencias productivas. Esto con un análisis que incluya la eficiencia en la descomposición descrita podrá ofrecer mayores respuestas y diferentes comportamientos en la PTF.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Libro**

**Diewert y Nakamura.** (2005). *Concepts and Measures of Productivity: An introduction*. In Services Industries and the Knowledge Based Economy (Cap. 2) University of Calgary Press.19-37.

### **Artículo**

**Álvarez A.** (2006). *Decomposing regional productivity growth using an aggregate production frontier*. The Annals of Regional Science (Impact Factor: 1.03). 41(2):431-441.

**Aschauer, D.A.** (1989). *Is public expenditure productive?*. Journal of Monetary Economics 23: 177–200.

**Aberg, Yngve** (1973). *Regional Productivity Differences in Swedish manufacturing*. Regional and Urban Economics. 3(2). 131-156

**Coelli, T., et al** (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Boston: Kluwer Academic Publisher.

**Delfín Ortega, V. y Navarro Chávez, J.** (2015). *Productividad total de los factores en las terminales de contenedores en los puertos de México: una medición a través del índice Malmquist*. Contaduría y Administración 60. 663-685.

**Diewert, W.E.** (1992). *The Measurement of Productivity*, Bulletin of Economic Research 44 (3): 163-198.

**Fernández, M. y Mantuenga-Gomez, V.** (2003) *The effects of public capital on the Growth in Spanish productivity*. Contemporary Economic Policy, 21: 383–393.

**Greene W** (2002) *Alternative panel data estimators for stochastic frontier models*. Stern School of Business, New York University

**INEGI**, Censos Económicos. 1999, 2004, 2009, 2014

- Kumbhakar SC, Hjalmarsson L** (1993). *Technical efficiency and technical progress in Swedish dairy farms*. Fried H, Lovell CAK, Schimdt SS (eds) *The measurement of productive efficiency techniques and applications*. Oxford University Press New York.
- Miyara I. y Fukushige M.** (2008). *Types of public capital and their productivity in Japanese prefectures*. *The Japanese Economic Review*. 59 (2). 194-209.
- Munnel** (1992) citado en Fernández, M. y Mantuenga-Gomez, V. (2003) *The effects of public capital on the Growth in Spanish productivity*. *Contemporary Economic Policy*, 21: 383–393.
- Nourazad F. y Vrieze D.,** (1995). *Public capital formation and productivity growth: some international evidence*. *The Journal of Productivity Analysis*. 6. 283-295
- Salter, Ammon y Martin, Ben,** (2001). *The economic Benefits of public funded basic research: a critical review*. *Research Policy*. 30. 509-532.
- Santibañez, Ana** et al (2015). *Eficiencia técnica en la industria manufacturera en México*. *Investigación económica*, vol LXXIV, 294. 72-100.
- Shefer, Daniel y Frekel, Amnon,** (2005). *R&D, firm size and innovation: an empirical analysis*. *Technovation* 25. 25-32.
- Solis, D.** et al. (2015). *IFQs and total factor productivity changes: The case of the Gulf of Mexico red snapper fishery*. *Marine Policy* 62. 347-357.
- Solow RM** (1957). *Technical change and the aggregate production function*. *Rev Econ Statist* 39:312-320
- Vijverberg, W. y Vijverberg, C.,** (2007). *Diagnosing the productivity effect of public capital in the private sector*. *Eastern Economic Journal*. 33(2). 207-230.