

CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y SU DESCOMPOSICIÓN EN PROGRESO TÉCNICO Y CAMBIO DE EFICIENCIA: UNA APLICACIÓN SECTORIAL Y REGIONAL EN ESPAÑA (1964-93)

JOAQUÍN MAUDOS

Universitat de València e Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas

JOSÉ MANUEL PASTOR

LORENZO SERRANO

Universitat de València

El objetivo de este trabajo es descomponer el crecimiento de la productividad del trabajo, tanto en el ámbito agregado como sectorial, de las regiones españolas en el periodo 1964-93 utilizando una aproximación frontera. En base a la construcción, por métodos de programación lineal (DEA), de una frontera de producción y al cálculo de índices de Malmquist de productividad, se descompone la tasa de crecimiento de la productividad total de los factores (PTF) en cambio técnico y cambios en la eficiencia. Los resultados obtenidos muestran importantes diferencias, tanto a nivel sectorial y regional, en los distintos componentes del crecimiento en la productividad del trabajo: crecimiento de la PTF (cambio técnico y cambios de eficiencia) y variación en la relación capital-trabajo. Los resultados también muestran la importancia de las diferencias de eficiencia para explicar las diferencias de productividad entre regiones y sectores

Palabras clave: Índice de Malmquist, eficiencia, cambio técnico, convergencia

(JEL C14, D24, O47)

1. Introducción

En el actual marco de integración económica y monetaria, el análisis de la evolución de la productividad constituye una tarea de enorme interés ya que la competitividad de un país o región está estrechamente condicionada al logro de ganancias de productividad.

En el caso español, los análisis de la contabilidad del crecimiento económico han abarcado periodos relativamente cortos de tiempo y se

Los autores agradecen los comentarios de dos evaluadores anónimos así como la ayuda financiera de la DGICYT (SEC98-0895)

han centrado de forma mayoritaria en el sector industrial (Hernando y Vallés, 1993 y Martín, 1997) o en el agregado de la economía. Las excepciones más notables son los trabajos de Pérez et al. (1996) y Mas et al. (1998) que analizan la evolución de la productividad de las regiones españolas, tanto para el sector privado de la economía como, en el primero de los trabajos, para los grandes sectores productivos.

Sin embargo, son diversos los trabajos que enfatizan la importancia de la composición sectorial (especialización productiva) para explicar el crecimiento económico. Así, trabajos como los de Barro y Sala-i-Martin (1991 y 1992), Mas et al. (1994a), Raymond y García-Greciano (1995), De la Fuente (1996), o Bernard y Jones (1996), muestran cómo la convergencia entre los niveles de renta per cápita y productividad del trabajo entre regiones o países puede estar condicionada por la composición del vector de producción elegido, ya que la especialización en sectores menos productivos (la agricultura, por ejemplo) actúa como un condicionante del nivel de renta a alcanzar (estado estacionario), siendo por tanto una rémora para el crecimiento económico.

Otro hecho a destacar de los estudios hasta ahora realizados es que se basan de forma mayoritaria en el estudio de la productividad aparente del factor trabajo. Los escasos estudios que utilizan un indicador de productividad total o conjunta en el uso de los factores (PTF)¹ suelen utilizar una aproximación no paramétrica de números índices así como la descomposición contable de las fuentes de crecimiento económico.

Sin embargo, como señalan Grosskopf (1993) y Farë et al. (1994), estas aproximaciones no frontera presentan el inconveniente de que proporcionan medidas de productividad sesgadas en presencia de ineficiencia. Además, las medidas de productividad que ignoran la existencia de ineficiencias identifican cambios en productividad con cambio técnico, sin considerar que los cambios en la eficiencia en la utilización de los factores de producción pueden ser una importante fuente de crecimiento de la productividad.

A nivel internacional se han publicado en los últimos años trabajos que analizan la importancia de la eficiencia como fuente de crecimiento de la productividad utilizando técnicas frontera. Entre ellos destacan los de Farë et al. (1994), Taskin y Zaim (1997) y Maudos et al. (1999)

¹Pérez et al (1996) y Mas et al (1998) en las regiones españolas y Hernando y Vallés (1993), Velázquez (1995) y Martín (1997) para una comparación de España con otros países

para los países de la OCDE, y el de Domazlicky y Weber (1997) para los estados americanos.

En el caso de las regiones españolas son escasos los estudios que analizan la eficiencia como una fuente alternativa y distinta de crecimiento de la productividad. De hecho, tan sólo existen hasta el momento tres trabajos publicados en esta línea. Así, Prior (1990) analiza la eficiencia de la industria de las regiones españolas utilizando una aproximación frontera no paramétrica y determinista (análisis de la envolvente de datos, DEA). Por su parte, Gumbau y Maudos (1996) analizan la eficiencia técnica de los sectores productivos de las regiones españolas en el periodo 1980-91 utilizando una aproximación de frontera estocástica. Finalmente, en Maudos et al. (1998a) se descompone para el periodo 1964-91 el crecimiento de la productividad total de los factores en cambio técnico y ganancias de eficiencia del agregado de la economía. En los tres casos se obtienen importantes diferencias en los niveles de eficiencia entre regiones y/o entre sectores (en el caso de Gumbau y Maudos, 1996) lo cual corrobora la importancia de la eficiencia como una fuente adicional de crecimiento de la productividad.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es descomponer el crecimiento de la productividad del trabajo en crecimientos en la PTF y en la acumulación de capital por trabajador en los grandes sectores de las regiones españolas resolviendo los inconvenientes anteriormente reseñados. Así, se analiza el problema con una perspectiva temporal de más largo plazo (1964-93) y se utiliza un enfoque frontera no paramétrico (DEA) y el índice de Malmquist de productividad al objeto de considerar a la eficiencia como una fuente distinta de crecimiento de la productividad. Este enfoque presenta la ventaja de que sus resultados no están sesgados en presencia de ineficiencia y permite adicionalmente descomponer, para cada región, la parte del crecimiento de la PTF debida al cambio técnico (innovación) y a cambios de eficiencia (debidos a la difusión de tecnología ya existente y a la mejora en la gestión de los recursos), con la ventaja añadida de que no resulta necesario suponer ninguna forma funcional explícita para la función de producción, ni establecer supuestos distribucionales para el término de ineficiencia. Así, el presente trabajo extiende a nivel sectorial la investigación realizada en Maudos et al. (1998a y b) para el total de la economía.

De la descomposición de las ganancias de productividad en cambio técnico y en ganancias de eficiencia se derivan importantes implicaciones de política económica. Así, si la inversión pública y privada supone

el desarrollo de nuevas técnicas —desplazando la frontera de posibilidades de producción— es de esperar que la difusión a lo largo del tiempo de esas técnicas entre las regiones que no están en la frontera contribuya a mejoras futuras de eficiencia. Sin embargo, si la inversión presente se destina a fomentar la difusión de tecnología ya existente, es de esperar en el futuro una ralentización del ritmo de crecimiento de la productividad a menos que la inversión sea redirigida al desarrollo de nuevas tecnologías. En otras palabras, a largo plazo el crecimiento económico sólo es posible si existen innovadores que desplacen la frontera de posibilidades de producción aunque las ganancias de eficiencia (*catching-up*) pueden ser una importante fuente de crecimiento a corto plazo.

El trabajo se organiza como sigue. En la sección 2 se describe la metodología utilizada para la descomposición del crecimiento de la productividad del trabajo en variación en la productividad total de los factores (PTF) y variación de la relación capital-trabajo, así como la descomposición de las ganancias de PTF en cambio técnico y ganancias de eficiencia. En la sección 3 se describe la muestra y variables utilizadas y se presentan los resultados obtenidos. La sección 4 se dedica monográficamente a analizar las diferencias en los niveles de eficiencia tanto entre sectores como entre regiones. Finalmente, la sección 5 se dedica a recoger las principales conclusiones del trabajo.

2. La medición de la productividad: el índice de Malmquist y la descomposición del crecimiento de la productividad del trabajo

A diferencia de otras aproximaciones para la medición de la PTF, el índice de productividad de Malmquist no sólo considera la presencia de ineficiencia, sino que además permite descomponer los cambios de productividad en cambios de eficiencia y cambio técnico a nivel individual lo cual es más adecuado para los fines de este trabajo: descomponer el crecimiento de la productividad por regiones.

No es el propósito de este trabajo analizar de forma panorámica las distintas aproximaciones para la medición de la eficiencia y la productividad, si bien resulta necesario describir la metodología que se va a emplear². En el presente trabajo se utiliza el concepto de efi-

²Para detalles sobre el índice de Malmquist, véase Färe et al. (1994) y Pastor (1995). En Pastor (1996) se realiza un repaso sobre las técnicas de medición de la eficiencia

ciencia de Farrell (1957) según el cual existe eficiencia cuando no es posible producir más con la misma cantidad de inputs. Por tanto, el grado de ineficiencia relativa se corresponde con el incremento relativo de producción, respecto a la cantidad realmente obtenida, que podría conseguirse sin utilizar más inputs.

Para ilustrar el cálculo del índice de Malmquist, supóngase que el conjunto de posibilidades de producción en cada período t es:

$$S^t = \left\{ (x^t, y^t) : x^t \text{ puede producir } y^t \right\} \quad t = 1, \dots, T \quad [1]$$

donde $y^t = (y_t^1, \dots, y_t^N)$ y $x^t = (x_t^1, \dots, x_t^M)$ denotan respectivamente el vector de outputs y de inputs correspondientes al período t .

Siguiendo a Grosskopf (1993), la tecnología puede ser descrita como una función de producción en cada periodo:

$$F^t(x^t) = \max \left\{ y^t : (x^t, y^t) \in S^t \right\} \quad t = 1, \dots, T \quad [2]$$

Si admitimos la posibilidad de que exista una discrepancia entre el output observado (y^t) y el máximo posible $-F^t(x^t)-$ debido a la existencia de ineficiencia, necesitamos corregir el output observado para situarlo en la frontera tecnológica de cada periodo. Para ello Shephard (1970) introdujo el concepto de función distancia³:

$$D^t(x^t, y^t) = \inf \left\{ \vartheta : (x^t, y^t/\vartheta) \in S^t \right\} \quad [3]$$

Con objeto de relacionar la función distancia con la función de producción obsérvese que,

$$D^t(x^t, y^t) = \inf \left\{ \vartheta : y^t/\vartheta \leq F^t(x^t) \right\} = \frac{y^t}{F^t(x^t)} \quad [4]$$

Así, el máximo output potencial en el año t es igual a:

$$F^t(x^t) = \frac{y^t}{D^t(x^t, y^t)} \quad [5]$$

³Esta función distancia en output puede definirse como el máximo cambio del output del periodo $t(y^t)$, dado el nivel de inputs (x^t), para que la observación (x^t, y^t) se encuentre sobre la frontera del periodo t . La función distancia caracteriza completamente la tecnología de tal forma que $D^t(x^t, y^t) \leq 1$ si y sólo si $(x^t, y^t) \in S^t$. Además, $D^t(x^t, y^t) = 1$ si y sólo si la observación (x^t, y^t) se encuentra en los límites de la frontera, lo cual ocurre cuando la observación es eficiente en el sentido de Farrell (1957).

Hasta el momento se ha definido la función distancia para un solo periodo comparando observaciones de un periodo con la tecnología del mismo periodo. No obstante, el índice de Malmquist requiere definir funciones distancia que compare observaciones con respecto a tecnologías de periodos diferentes. En este caso tendríamos,

$$D^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = \inf \left\{ \vartheta : (x^{t+1}, y^{t+1}/\vartheta) \in S^t \right\} \quad [6]$$

La función distancia de la expresión anterior, $D^t(x^{t+1}, y^{t+1})$, mide el máximo cambio proporcional en los outputs, dados los inputs, para hacer que la observación del periodo $t+1(x^{t+1}, y^{t+1})$, sea factible en el periodo t . De forma similar, es posible definir la función distancia de una observación en $t(x^t, y^t)$ para hacerla factible en relación con una tecnología vigente en $t+1$, $D^{t+1}(x^t, y^t)$.

Bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala, y utilizando los conceptos anteriores, el índice de Malmquist de productividad basado en los outputs para analizar el cambio en la PTF entre el periodo t y $t+1$, tomando la tecnología del periodo t como referencia, se define como (véase Farë et al., 1994):

$$M^t = (x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \quad [7]$$

Una situación en la que $M^t > 1$ indicaría que la PTF del periodo $t+1$ es superior a la del periodo t . Por el contrario, un $M^t < 1$ indica que la PTF ha descendido entre los periodos t y $t+1$.

Alternativamente es posible definir el índice de Malmquist tomando la tecnología del periodo $t+1$:

$$M^{t+1} = (x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \quad [8]$$

Hasta el momento únicamente se han considerado dos periodos ($t, t+1$), y se han definido tomando como referencia la tecnología del periodo t o $t+1$. No obstante, cuando se desea analizar el cambio productivo de una serie temporal más larga el uso de una tecnología fija puede causar problemas conforme nos alejamos del año base. Por otra parte (Morsteen, 1961), la elección del año base no es neutral en los resultados. Para tratar de resolver estos problemas se plantean dos metodologías. La primera consiste en calcular dos índices basados en pares de años consecutivos que consideren como base la tecnología de los dos periodos t y $t+1$ y calcular la media geométrica de ambos, permitiendo

de esta forma que cambie la tecnología de referencia, minimizando los problemas causados por el cambio. La segunda consiste en considerar dos fronteras de referencia correspondientes al año inicial y al final y tomar la media geométrica de los dos índices de Malmquist.

Dado que la serie temporal utilizada en este trabajo es muy larga (29 años), por las razones expuestas utilizaremos la primera de las alternativas, que puede expresarse como:

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \cdot \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad [9]$$

Si se reformula la expresión anterior es posible expresar el índice de Malmquist de productividad (PTF) en dos componentes: el efecto *catching-up* o cambio en la eficiencia (CE)⁴ y el cambio técnico (CT) o desplazamiento de la frontera :

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \cdot \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad [10]$$

El efecto *catching-up* o cambio en la eficiencia relativa (CE) entre los periodos t y $t+1$ está representado por el primer ratio, que será superior a la unidad si ha habido incremento en la eficiencia. Similarmente, la media geométrica de las dos ratios de dentro de los corchetes mide el cambio técnico (CT) o desplazamiento de la tecnología entre los periodos t y $t + 1$.

Basándonos en los conceptos anteriores, demostraremos a continuación que el crecimiento del output puede descomponerse en ganancias de eficiencia y progreso técnico (ganancias en PTF) y la contribución de los inputs. Así, el crecimiento del output puede expresarse como:

$$\frac{y^{t+1}}{y^t} = \frac{y^{t+1}/F^t(x^{t+1})}{y^t/F^{t+1}(x^t)} \cdot \frac{F^t(x^{t+1})}{F^t(x^t)} \quad [11]$$

en donde el segundo cociente expresa la contribución al crecimiento del output asociada al incremento de los inputs.

⁴Este concepto de *catching-up* es distinto del utilizado por Abramovitz (1986 y 1994) y otros autores para quienes la noción de *catching-up* se basa en la existencia de una correlación negativa entre el crecimiento de la PTF y su nivel inicial. En el contexto de funciones frontera, el concepto de *catching-up* hace referencia a las mejoras de eficiencia o acercamientos a la frontera.

A partir de la expresión [5] tenemos que $D^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = y^{t+1}/F^t(x^{t+1})$ y $D^t(x^t, y^t) = y^t/F^t(x^t)$ por lo que tenemos que :

$$\frac{y^{t+1}}{y^t} = \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \cdot \frac{F^t(x^{t+1})}{F^t(x^t)} \quad [12]$$

Multiplicando y dividiendo por $D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$

$$\frac{y^{t+1}}{y^t} = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \cdot \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{F^t(x^{t+1})}{F^t(x^t)} \quad [13]$$

en donde el primer cociente representa el cambio en la eficiencia, el segundo el cambio técnico y el tercero la contribución de la acumulación de inputs evaluado en t .

Alternativamente, el crecimiento del output puede expresarse como:

$$\frac{y^{t+1}}{y^t} = \frac{y^{t+1}/F^t(x^{t+1})}{y^t/F^{t+1}(x^t)} \cdot \frac{F^{t+1}(x^{t+1})}{F^{t+1}(x^t)} \quad [14]$$

Similarmente a lo anterior, y utilizando de nuevo la expresión [5], multiplicando y dividiendo por $D^t(x^t, y^t)$ tenemos,

$$\frac{y^{t+1}}{y^t} = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \cdot \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \cdot \frac{F^{t+1}(x^{t+1})}{F^{t+1}(x^t)} \quad [15]$$

en donde se evalúa la contribución de los inputs con la tecnología de $t + 1$ en lugar de en t .

Al igual que en la expresión [9], para resolver los problemas del uso de una única tecnología consideremos la media geométrica de las dos expresiones [13] y [15]

$$\begin{aligned} \frac{y^{t+1}}{y^t} &= \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \cdot \\ &\left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \\ &\left[\frac{F^t(x^{t+1})}{F^t(x^t)} \cdot \frac{F^{t+1}(x^{t+1})}{F^{t+1}(x^t)} \right]^{1/2} \end{aligned} \quad [16]$$

en donde el primer término es el cambio en la eficiencia, el segundo el cambio técnico evaluado como media geométrica de los momentos t y $t + 1$, y el tercero es la contribución de los inputs al crecimiento

evaluado también como media geométrica de los momentos t y $t + 1$. Nótese que el primer y segundo término es el índice de Malmquist ya representado en la expresión [10].

En nuestro caso, sólo consideramos un output (y) y dos inputs, capital físico (K) y trabajo (L), por lo que la anterior descomposición puede expresarse de la siguiente forma:

$$\frac{y^{t+1}}{y^t} = \frac{D^{t+1} [(K^{t+1}, L^{t+1}), y^{t+1}]}{D^t [(K^t, L^t), y^t]} \cdot \left[\frac{D^t [(K^{t+1}, L^{t+1}), y^{t+1}]}{D^{t+1} [(K^{t+1}, L^{t+1}), y^{t+1}]} \cdot \frac{D^t [(K^t, L^t), y^t]}{D^{t+1} (K^t, L^t), y^t} \right]^{1/2} \quad [17]$$

$$\left[\frac{F^t(K^{t+1}, L^{t+1})}{F^t(K^t, L^t)} \cdot \frac{F^{t+1}(K^{t+1}, L^{t+1})}{F^{t+1}(K^t, L^t)} \right]^{1/2}$$

Bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala,

$$F(K, L) = LF(K/L, 1) = Lf(K/L) \quad [18]$$

donde f es la función de producción en términos intensivos en trabajo.

Utilizando esta propiedad en [17] tenemos que,

$$\frac{y^{t+1}}{y^t} = \frac{D^{t+1} [(K^{t+1}, L^{t+1}), y^{t+1}]}{D^t [(K^t, L^t), y^t]} \cdot \left[\frac{D^t [(K^{t+1}, L^{t+1}), y^{t+1}]}{D^{t+1} [(K^{t+1}, L^{t+1}), y^{t+1}]} \cdot \frac{D^t [(K^t, L^t), y^t]}{D^{t+1} (K^t, L^t), y^t} \right]^{1/2} \quad [19]$$

$$\left[\frac{f^t(K^{t+1}/L^{t+1})}{f^t(K^t/L^t)} \cdot \frac{f^{t+1}(K^{t+1}/L^{t+1})}{f^{t+1}(K^t/L^t)} \right]^{1/2} \frac{L^{t+1}}{L^t}$$

y reordenando

$$\frac{y^{t+1}/L^{t+1}}{y^t/L^t} = \frac{D^{t+1} [(K^{t+1}, L^{t+1}), y^{t+1}]}{D^t [(K^t, L^t), y^t]} \cdot \left[\frac{D^t [(K^{t+1}, L^{t+1}), y^{t+1}]}{D^{t+1} [(K^{t+1}, L^{t+1}), y^{t+1}]} \cdot \frac{D^t [(K^t, L^t), y^t]}{D^{t+1} (K^t, L^t), y^t} \right]^{1/2} \quad [20]$$

$$\left[\frac{f^t(K^{t+1}/L^{t+1})}{f^t(K^t/L^t)} \cdot \frac{f^{t+1}(K^{t+1}/L^{t+1})}{f^{t+1}(K^t/L^t)} \right]^{1/2}$$

por lo que el crecimiento de la productividad del trabajo se descompone en el aumento de la PTF —medida mediante el índice de Malmquist—

y en el crecimiento inducido por la acumulación de capital por trabajador.

Si tenemos en mente pues una función de producción con dos factores productivos, capital físico y trabajo, bajo rendimientos constantes a escala, que es precisamente el supuesto bajo el que se realizan las estimaciones, el crecimiento de la productividad del trabajo se descompone, tal y como hemos demostrado, en crecimientos de la PTF (cambio técnico y cambios de eficiencia) y en el crecimiento asociado a aumentos en la relación capital-trabajo. Sin embargo, si en el proceso de producción interviniesen más factores productivos (capital humano, por ejemplo) el crecimiento de la productividad del trabajo se debería tanto a las ganancias de PTF como a la acumulación de inputs (en este caso, capital físico y humano) por trabajador. Dado que en nuestro caso los inputs productivos son el capital físico y el trabajo, la diferencia entre el crecimiento de la productividad del trabajo y el crecimiento de la PTF se debe a la variación en la relación capital físico-trabajo.

El índice de Malmquist puede ser calculado de varias formas. En este trabajo, como en Färe et al. (1994), se calcula utilizando la técnica frontera no paramétrica DEA⁵. Frente a la aproximación de frontera estocástica —utilizada por Gumbau y Maudos (1996) para analizar el crecimiento de las regiones españolas— la presente metodología presenta varias ventajas importantes: 1) es innecesaria la especificación de una forma funcional para los datos, lo cual evita los posibles sesgos de especificación al ser los datos los que “dictan” el perfil de la frontera y 2) es innecesario realizar ningún supuesto sobre la distribución del término de ineficiencia. No obstante también presenta limitaciones: 1) la estimación de la ineficiencia puede estar sesgada al alza al ser una técnica determinista, ya que capta como ineficiencia la influencia de factores como errores de medida en los datos, mala suerte, clima, etc.; y 2) si bien al utilizar un método no paramétrico se produce una “ganancia” al eliminar los posibles sesgos derivados de una incorrecta especificación funcional, también se produce una “pérdida” en términos de una menor precisión de las estimaciones.

Supongamos que en cada período t existen $n = 1, \dots, N$ regiones que utilizan dos inputs, capital (K^t) y trabajo (L^t) para producir un output (y^t). El cálculo del índice de Malmquist para una región j requiere calcular cuatro tipos de función distancia: $D^t[(K_j^t, L_j^t), y_j^t]$;

⁵Para su cálculo se ha utilizado la herramienta de programación lineal existente en la hoja de cálculo Quattro Pro.

$$D^{t+1}[(K_j^{t+1}, L_j^{t+1}), y_j^{t+1}], D^t[(K_j^{t+1}, L_j^{t+1}), y_j^{t+1}] \text{ y } D^{t+1}[(K_j^t, L_j^t), y_j^t].$$

Haciendo uso de la propiedad demostrada por Färe y Lovell (1978) de que la función distancia de output $-D^t[(K^t, L^t), y^t]$ es igual a la recíproca de la medida de eficiencia técnica orientada en outputs de Farrell podemos formular el siguiente problema DEA para calcular los cuatro tipos de funciones distancia definidos en el párrafo anterior⁶:

$$\begin{aligned} \left\{ D^r \left[(K_j^s, L_j^s), y_j^s \right] \right\}^{-1} &= \text{Max} \theta_j \\ &\text{s.t.} \\ \sum_{n=1}^N \lambda_n y_n^r &\geq y_j^s \theta_j \\ \sum_{n=1}^N \lambda_n K_n^r &\leq K_j^s \\ \sum_{n=1}^N \lambda_n L_n^r &\leq L_j^s \\ \lambda_n &\geq 0; \quad n = 1, \dots, N \end{aligned} \tag{21}$$

donde $r, s = t, t + 1$.

3. Variables y resultados

La muestra utilizada está compuesta por las Comunidades Autónomas españolas (excluidas Ceuta y Melilla) y abarca el periodo 1964-93. Para cada uno de los sectores se especifica un output (Valor Añadido Bruto al coste de los factores, VABcf) y dos inputs: capital (K) y empleo (L). Las variables VABcf (Y) y empleo (L) se obtienen de la información que desde 1955 suministra el Banco Bilbao-Vizcaya (BBV), mientras que la variable *stock* de capital privado (K) se obtiene de la estimación realizada por el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE) publicada por la Fundación BBV, y excluye el capital residencial. Dicha estimación del stock de capital abarca el periodo 1964-1993, siendo éste en consecuencia el periodo que se analiza en este trabajo⁷.

⁶En donde se han impuesto rendimientos constantes a escala. Esta imposición es suficiente para garantizar que la solución del problema de optimización existe incluso cuando se están utilizando observaciones de diferentes periodos de tiempo. Bajo rendimientos variables, la solución no está garantizada.

⁷El BBV ofrece información con carácter bienal excepto para el periodo 1964-67 en el que las observaciones distan tres años. Este hecho se ha tenido en cuenta cuando se calculan tasas de crecimiento anual.

La información que suministra el BBV a escala sectorial permite distinguir sin problemas de homogeneidad en el tiempo cuatro sectores: agricultura, industria, construcción y servicios. No obstante, dentro del sector industrial se separa el sector energético gracias a la estimación realizada por el IVIE y utilizada en Mas et al. (1994b)⁸ y Pérez et al. (1996). Así, los sectores para los que se estima de forma separada una función de producción frontera son la agricultura, la industria (sin energía), la energía, la construcción y los servicios. Adicionalmente, también se analiza la totalidad de la economía obtenida como suma de los datos sectoriales. Para obtener el VAB real se han utilizado los deflatores sectoriales de la contabilidad nacional del INE. El VAB total en pesetas constantes se ha obtenido como suma de los VAB sectoriales reales.

En el Cuadro 1 se muestra la descomposición del crecimiento de la productividad del trabajo (Y/L) en cambio técnico, cambio en la eficiencia, cambio en la PTF y en la contribución del cambio en la relación capital-trabajo, obtenida esta última como diferencia entre el crecimiento de la productividad del trabajo y el crecimiento de la PTF.

Los resultados muestran que para la media nacional —obtenida como media ponderada de los datos regionales utilizando el VAB como ponderador— el crecimiento de la PTF ha sido la principal fuente de crecimiento de la productividad del trabajo (representando el 57%, es decir, 2.08 puntos porcentuales de los 3.69 de crecimiento medio anual de la productividad del trabajo), superando a la parte atribuible a la acumulación de capital por trabajador. Este resultado es similar al obtenido en Suárez (1993) para el periodo 1965-90, donde la PTF crece a una tasa media anual del 2.21% (medida de forma residual a partir de la estimación de una función de producción) representando un 62% del crecimiento de la productividad del trabajo.

La descomposición del crecimiento de la PTF nacional (2.08% anual) en cambio técnico y cambio en la eficiencia muestra la mayor importancia del progreso técnico (1.21% anual), si bien se han producido importantes mejoras de eficiencia (0.86% anual) en la totalidad del periodo considerado (1964-93). Este resultado pone de relieve que no cabe atribuir las ganancias de productividad exclusivamente al progreso técnico, tal y como se hace en otros trabajos. Sin embargo, la observación de las tasas de crecimiento regionales muestra disparida-

⁸Véase en el apéndice de Mas et al. (1994b) la metodología utilizada para la estimación de la producción y el empleo en el sector energético

CUADRO 1
Descomposición del crecimiento de la productividad del trabajo por sectores 1964-93
(crecimiento medio anual)

	Agricultura				Industria (sin energía)				Energía						
	PTF (índice de Malmquist)	Cambio técnico	Cambio en eficiencia	Contrib del cambio en K/L	Cambio en Y/L	PTF (índice de Malmquist)	Cambio técnico	Cambio en eficiencia	Contrib del cambio en K/L	Cambio en Y/L	PTF (índice de Malmquist)	Cambio técnico	Cambio en eficiencia	Contrib del cambio en K/L	Cambio en Y/L
Andalucía	1 0524	1 0318	1 0199	1 0266	1 0804	1 0388	1 0387	1 0001	1 0089	1 0480	1 0235	1 0117	1 0118	1 0257	1 0499
Aragón	1 0520	1 0415	1 0101	1 0201	1 0731	1 0407	1 0370	1 0036	1 0107	1 0518	1 0081	1 0154	0 9928	1 0313	1 0397
Asturias	1 0110	1 0157	0 9954	1 0390	1 0504	1 0362	1 0369	0 9994	1 0049	1 0413	0 9840	0 9873	0 9967	1 0565	1 0396
Baleares	1 0428	1 0338	1 0688	1 0289	1 0730	1 0045	1 054	0 9991	1 0433	1 0480	1 0238	1 0122	1 0115	1 0334	1 0580
Canarias	1 0325	1 0233	1 0090	1 0434	1 0773	1 0313	1 0284	1 0029	1 0252	1 0573	0 9976	1 0120	0 9858	1 0202	1 0178
Cantabria	1 0402	1 0369	1 0033	1 0171	1 0581	1 0396	1 0415	0 9981	1 0003	1 0399	1 0052	1 0236	0 9821	1 0070	1 0123
C. y León	1 0496	1 0314	1 0176	1 0265	1 0774	1 0389	1 0364	1 0024	1 0121	1 0514	1 0032	1 0146	0 9888	1 0431	1 0464
C. La Mancha	1 0563	1 0381	1 0176	1 0282	1 0862	1 0285	1 0257	1 0027	1 0210	1 0500	1 0216	1 0139	1 0076	1 0634	1 0864
Cataluña	1 0381	1 0362	1 0018	1 0238	1 0629	1 0324	1 0342	0 9982	1 0137	1 0465	1 0228	1 0143	1 0083	1 0348	1 0584
C. Valenciana	0 9884	1 0049	0 9836	1 0654	1 0531	1 0213	1 0161	1 0051	1 0283	1 0502	1 0249	1 0126	1 0122	1 0387	1 0646
Extremadura	1 0494	1 0310	1 0179	1 0231	1 0737	1 0133	1 0128	0 9972	1 0458	1 0562	1 0435	1 0343	1 0690	1 0230	1 0676
Galicia	1 0227	1 0160	1 0666	1 0389	1 0625	1 0329	1 0271	1 0057	1 0161	1 0496	1 0241	1 0272	0 9970	0 9994	1 0235
La Rioja	1 0459	1 0479	0 9981	1 0153	1 0619	1 0450	1 0326	1 0120	1 0113	1 0569	1 0226	1 0122	1 0104	1 0378	1 0612
Madrid	1 0263	1 0277	0 9987	1 0253	1 0523	1 0245	1 0245	1 0000	1 0242	1 0493	1 0222	1 0119	1 0103	1 0184	1 0410
Murcia	1 0311	1 0246	1 0063	1 0428	1 0752	1 0348	1 0237	1 0109	1 0163	1 0517	1 0202	1 0202	1 0000	1 0057	1 0260
Navarra	1 0472	1 0463	1 0008	1 0169	1 0648	1 0438	1 0382	1 0053	1 0080	1 0521	1 0184	1 0148	1 0635	1 0349	1 0539
País Vasco	1 0490	1 0453	1 0036	1 0133	1 0630	1 0373	1 0356	1 0016	1 0079	1 0454	1 0395	1 0305	1 0087	1 0037	1 0433
Media	1 0455	1 0343	1 0099	1 0248	1 0704	1 0325	1 0313	1 0011	1 0149	1 0479	1 0212	1 0205	1 0007	1 0305	1 0523

CUADRO 1 (CONTINUACIÓN)
Descomposición del crecimiento de la productividad del trabajo por sectores 1964-93
(crecimiento medio anual)

	Construcción				Servicio				Total						
	PTF (Índice de Malmquist)	Cambio técnico	Cambio en eficiencia	Contrib del cambio en K/L	Cambio Y/L	PTF (Índice de Malmquist)	Cambio técnico	Cambio en eficiencia	Contrib del cambio en K/L	Cambio Y/L	PTF (Índice de Malmquist)	Cambio técnico	Cambio en eficiencia	Contrib del cambio en K/L	Cambio en Y/L
Andalucía	1.0232	1.0112	1.0119	1.0089	1.0323	0.9996	0.9959	1.0037	1.0170	1.0166	1.0074	0.9986	1.0088	1.0340	1.0416
Aragón	1.0256	1.0161	1.0093	1.0060	1.0317	1.0156	1.0116	1.0039	1.0012	1.0168	1.0394	1.0239	1.0152	1.0000	1.0394
Asturias	1.0223	1.0095	1.0127	1.0117	1.0342	1.0096	1.0111	0.9985	1.0017	1.0133	1.0339	1.0239	1.0097	1.0000	1.0339
Baleares	1.0087	1.0051	1.0085	1.0129	1.0217	1.0123	1.0118	1.0004	1.0010	1.0133	1.0291	1.0216	1.0074	1.0023	1.0315
Canarias	1.0303	1.0206	1.0095	1.0009	1.0312	1.0058	1.0020	1.0038	1.0108	1.0167	1.0097	0.9978	1.0118	1.0310	1.0410
Cantabria	1.0091	1.0069	1.0022	1.0157	1.0250	1.0127	1.0115	1.0012	1.0014	1.0141	1.0339	1.0239	1.0097	1.000	1.0339
C y León	1.0136	1.0087	1.0049	1.0143	1.0282	1.0059	1.0026	1.0033	1.0102	1.0162	1.0350	1.0180	1.0167	1.0071	1.0424
C. La Mancha	1.0117	1.0011	1.0096	1.0206	1.0316	1.0107	1.0050	1.0057	1.0079	1.0186	1.0247	1.0100	1.0146	1.0236	1.0489
Cataluña	1.0016	1.0016	1.0000	1.0198	1.0215	1.0115	1.0117	0.9999	1.0012	1.0127	1.0297	1.0239	1.0057	1.0000	1.0298
C Valenciana	0.9988	0.9952	1.0036	1.0277	1.0264	1.0162	1.0113	1.0049	1.0016	1.0178	1.0097	1.0014	1.0083	1.0287	1.0387
Extremadura	1.0248	1.0069	1.0177	1.0103	1.0353	0.9894	0.9882	1.0012	1.0250	1.0141	1.0138	1.0041	1.0096	1.0341	1.0483
Galicia	1.0125	1.0040	1.0085	1.0163	1.0291	1.0019	0.9954	1.0005	1.0175	1.0195	1.0006	0.9861	1.0147	1.0472	1.0479
La Rioja	0.9851	0.9878	0.9973	1.0478	1.0322	1.0170	1.0117	1.0052	1.0011	1.0182	1.0319	1.0147	1.0170	1.0103	1.0426
Madrid	1.0182	1.0127	1.0055	1.0102	1.0287	0.9931	0.9931	1.0000	1.0199	1.0129	1.0036	1.0036	1.0000	1.0202	1.0239
Murcia	1.0208	1.0124	1.0083	1.0087	1.0296	0.9972	0.9986	0.9986	1.0199	1.0171	1.0268	1.0119	1.0147	1.0123	1.0394
Navarra	1.0152	1.0086	1.0065	1.0191	1.0346	1.0139	1.0116	1.0023	1.0013	1.0152	1.0380	1.0239	1.0138	1.0000	1.0280
País Vasco	1.0086	1.0075	1.0011	1.0199	1.0286	1.0102	1.0116	0.9986	1.0013	1.0114	1.0312	1.0239	1.0071	0.9990	1.0312
Media	1.0143	1.0082	1.0060	1.0134	1.0279	1.0060	1.0042	1.0018	1.0088	1.0149	1.0208	1.0121	1.0086	1.0157	1.0369

Nota. Restando la unidad de los valores del cuadro se obtienen directamente las tasas anuales de crecimiento.

des importantes. Así, coexisten regiones donde la PTF explicaría la mayor parte de la variación de la productividad del trabajo (Aragón, Asturias, Cantabria, Cataluña, Navarra y el País Vasco) con regiones donde más de las tres cuartas partes del crecimiento en la productividad del trabajo habría que atribuirlo a la acumulación de capital (Andalucía, Comunidad Valenciana y Madrid).

Igualmente, existen grandes diferencias entre regiones en cuanto a la importancia de los dos factores de crecimiento de la PTF. En regiones como Asturias, Baleares, Cataluña y el País Vasco, el progreso técnico representa la mayor parte del crecimiento de la PTF, mientras que en Canarias, Castilla La-Mancha, la Comunidad Valenciana, Extremadura, Galicia y Murcia, más de la mitad del crecimiento de la PTF correspondería a ganancias de eficiencia. Estos resultados ponen de relieve una vez más la importancia de la eficiencia como fuente de crecimiento de la PTF.

Sin embargo, la consideración del total de la economía puede enmascarar diferencias importantes en el ámbito sectorial. Con el ánimo de explorar esta posibilidad, en el Cuadro 1 también se presentan los resultados de la descomposición del crecimiento de la productividad del trabajo en los cinco sectores considerados: agricultura, industria no energética, energía, construcción y servicios. De su análisis pueden extraerse las siguientes conclusiones:

1. El sector agrícola es el que se ha beneficiado de los mayores crecimientos de la productividad del trabajo como consecuencia del elevado ritmo de acumulación de capital por ocupado (fruto tanto del proceso de acumulación de capital como de la destrucción y trasvase de empleo a otros sectores productivos) y de las ganancias de PTF (a éstas corresponde el 64% del crecimiento). Asimismo, estas últimas se deben en casi todas las regiones (con la excepción de Andalucía, Extremadura y Madrid) casi exclusivamente al progreso técnico.
2. En el sector servicios es donde se producen los menores crecimientos de la productividad del trabajo (1.49%) como consecuencia tanto del reducido progreso técnico (0.42%) como del reducido ritmo de acumulación de capital por trabajador⁹. Por regiones, no existen grandes diferencias en la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo, si bien hay diferencias en cuanto a su descomposición en cambios en

⁹Los reducidos ritmos de crecimiento de la productividad pueden estar en la base de la inflación dual del sector servicios

la PTF y la contribución de la acumulación de capital

3. El sector de la industria no energética y el sector de la energía han experimentado similares ganancias de productividad del trabajo, si bien la importancia de las ganancias en PTF son menos importantes en este último sector. En ambos sectores habría que atribuir al progreso técnico la mayor parte del crecimiento de la PTF, siendo escasos los cambios en la eficiencia. No obstante, en el sector de la energía existen regiones (Aragón, Asturias, Canarias, Cantabria y Castilla-León) en donde se han experimentado importantes pérdidas de eficiencia.

4. El sector de la construcción, con niveles intermedios de crecimiento en la productividad del trabajo, presenta como rasgo más distintivo la importancia que las ganancias de eficiencia tienen en el crecimiento de la PTF, siendo dicha contribución similar al cambio técnico. Así, la información por regiones nos indica que en Andalucía, Castilla-La-Mancha, la Comunidad Valenciana, Extremadura, Galicia y La Rioja, las ganancias de eficiencia son superiores al ritmo de progreso técnico.

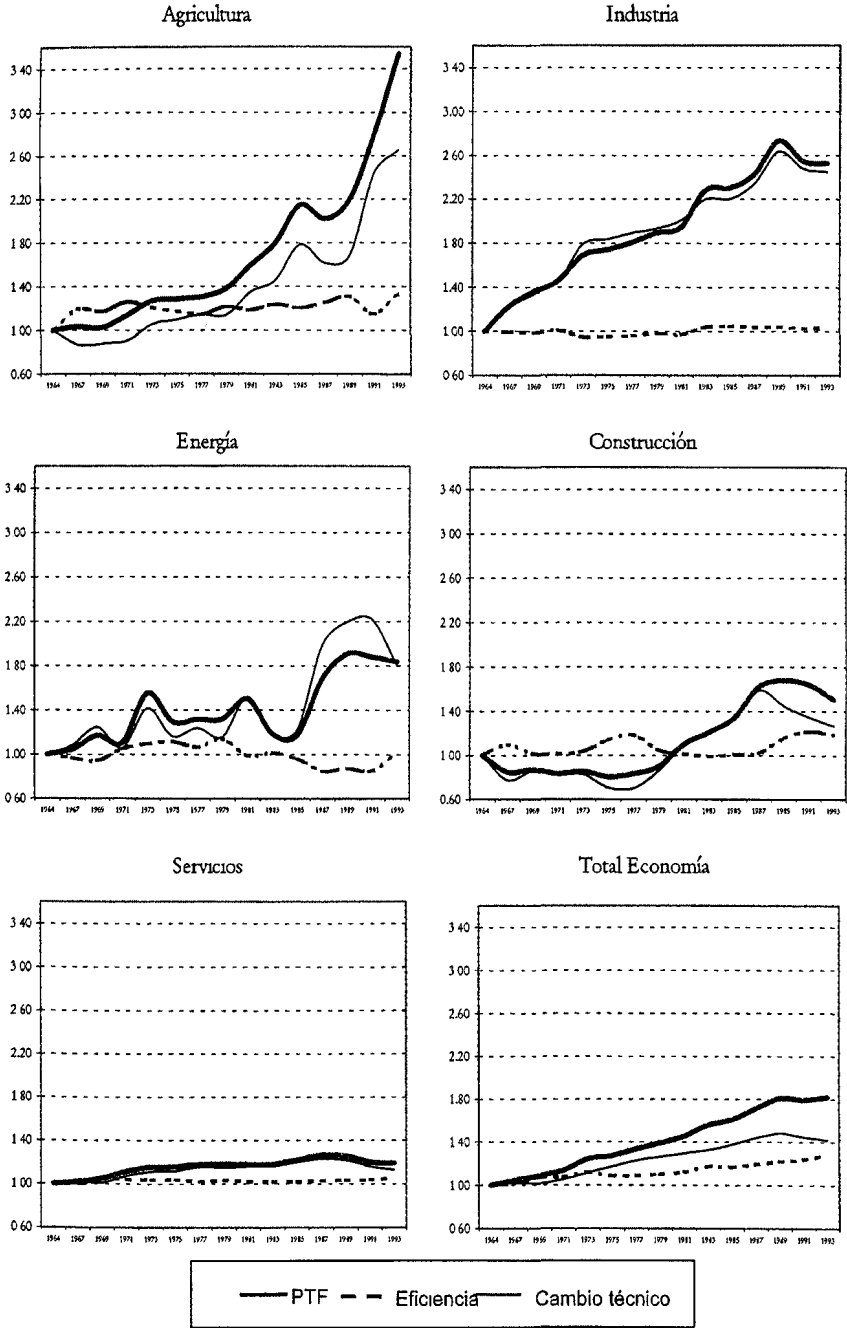
Con objeto de obtener una visión del comportamiento de la PTF en los últimos años en la economía española, tanto para el total de la economía como para los cinco sectores considerados, el gráfico 1 muestra la evolución acumulada (1964=1) tanto de la PTF como de sus componentes (cambio técnico y cambios en la eficiencia o *catching-up*). La visión de dichos gráficos permite apreciar los distintos ritmos de crecimiento sectoriales, así como la distinta importancia relativa del cambio técnico y de los cambios en la eficiencia. Asimismo, podemos destacar que:

1. El crecimiento de la PTF del sector agrícola se acelera desde finales de la década de los setenta y, de forma más acusada, desde mediados de la década de los ochenta coincidiendo con la entrada de España en la entonces llamada Comunidad Económica Europea (CEE).

2. El sector industrial no energético ha experimentado un crecimiento continuo de la PTF como consecuencia del progreso técnico. Obsérvese cómo, coincidiendo con la crisis del petróleo a principios de los años setenta, hay una caída de la eficiencia, pero, al mismo tiempo, progreso técnico.

3. El sector de la energía presenta un comportamiento muy inestable, si bien experimenta importantes mejoras de PTF desde mediados de la década de los ochenta que se interrumpen a finales de dicha década como consecuencia de la ausencia de progreso técnico.

GRÁFICO 1
Evolución de la PTF y de sus componentes (1964=1)



4. El sector de la construcción y, en menor medida, el sector servicios experimentan modestas ganancias de PTF, si bien el primero de ellos experimenta un ritmo muy superior de crecimiento desde finales de la década de los ochenta.

5. Como consecuencia de estas evoluciones sectoriales, la PTF del total de la economía casi se ha duplicado en las tres décadas analizadas. A dicho crecimiento de la PTF han contribuido de forma muy similar el progreso técnico y las ganancias de eficiencia que ha experimentado la economía española.

Estos resultados son similares a los obtenidos utilizando una aproximación contable de números índice en Pérez et al. (1996) para el periodo 1964-91 en lo que se refiere al comportamiento del crecimiento de la PTF para el total sectores. No obstante, existen diferencias tanto a nivel sectorial¹⁰ como a nivel regional que pueden atribuirse fundamentalmente al método contable de estimación de la PTF que ignora la eficiencia. Los resultados obtenidos en éste y en otros trabajos subrayan su importancia como fuente de crecimiento económico. Más aún, incluso en ausencia de ineficiencia técnica, la utilización de la participación de los factores en la renta total para la construcción del índice de PTF daría lugar a estimaciones sesgadas de la PTF si dichas participaciones no fueran las que minimizan costes (véase Grosspopf, 1993); en otras palabras, aunque no existiera ineficiencia técnica, en presencia de ineficiencia asignativa, la aproximación no frontera de números índice estaría sesgada¹¹.

4. La eficiencia de las regiones españolas

La descomposición del crecimiento económico realizada en la sección anterior a escala tanto sectorial como regional nos advierte de la impor-

¹⁰ Para el total de España, y para el periodo 1977-91, en Pérez et al. (1996) se obtiene una tasa de crecimiento de 6.95% en la agricultura, 2.69% en la industria (excluido energía), 3.93% en la construcción y 0.82% en el sector de los servicios destinados a la venta (excluida la sanidad y la educación). No obstante, en Pérez et al. (1996) se modeliza el sector privado de la economía (excluido inmuebles, energía y sanidad y educación privada) mientras que en el presente trabajo se trabaja con el total de la economía.

¹¹ A este respecto, en la construcción de la PTF que se realiza en Pérez et al. (1996), se toma un valor de la participación de los factores en la renta total constante en el tiempo e idéntico para todas las regiones lo que implica que se pondere de igual forma al capital y al trabajo en todas las regiones y en todos los años con independencia de la importancia relativa de los factores y de su evolución temporal, siendo éste un supuesto sumamente restrictivo que puede afectar a las PTF estimadas.

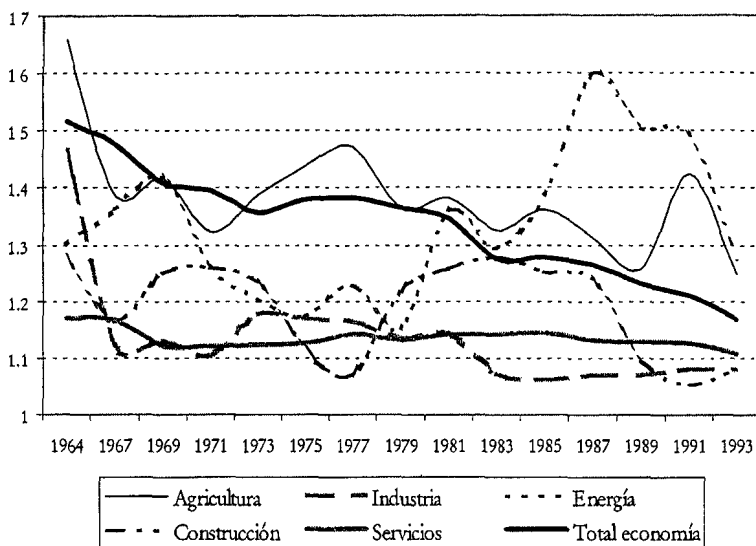
tancia que en ocasiones tiene la eficiencia como fuente de crecimiento de la PTF distinta del progreso técnico. Este resultado puede tener importantes implicaciones de cara al diseño de las políticas regionales. Así, si el origen de los reducidos ritmos de crecimiento de la PTF está en una tasa también reducida de progreso técnico, convendrá implementar políticas dirigidas al desarrollo de nuevas tecnologías (subsidios al I+D, acuerdos tecnológicos de cooperación o *joint ventures*, construcción de parques tecnológicos, etc.); por el contrario, si el origen está en las moderadas ganancias o incluso pérdidas de la eficiencia con la que se utilizan los factores de producción convendrá, no tanto inversiones en investigación básica, sino medidas dirigidas expresamente, tanto a mejorar la eficiencia en el uso de los factores productivos —mejoras educativas de la fuerza de trabajo que incrementen la eficiencia de los recursos productivos utilizados (capital humano) o políticas de formación de directivos o gestores empresariales que incidan sobre un uso adecuado de los mismos—, como a facilitar la difusión de tecnología ya existente. Por este motivo, es importante analizar los niveles de eficiencia alcanzados por las regiones españolas, así como su distinta importancia sectorial, tarea a la que se dedica esta sección.

Una primera aproximación a los niveles de eficiencia (θ) sectoriales de la economía española aparece representada para el total nacional en el Gráfico 2. Si el índice de eficiencia es igual a 1 ($\theta = 1$), la región es eficiente siendo mayor la ineficiencia cuanto mayor es θ . Indicando $(\theta - 1) \cdot 100$ el porcentaje en que se podría incrementar el VAB de las CCAA sin necesidad de incrementar los inputs utilizados. Dicho gráfico permite apreciar la existencia de importantes diferencias tanto de nivel como de evolución temporal entre los cinco sectores considerados. Así, los sectores donde se sitúan los mayores niveles de ineficiencia son la energía y la agricultura, siendo la media del periodo de 1.37 y 1.35, respectivamente (esto es, podrían haber producido un 37% y 35% más de VAB respectivamente con los mismos inputs). Por contra, los niveles de ineficiencia en el sector industrial, construcción y servicios son más reducidos y relativamente similares, estando en entorno a 1.13. La ordenación en términos de eficiencia de los sectores productivos considerados coincide con el obtenido en Gumbau y Maudos (1996) para el periodo 1980-91 utilizando la Contabilidad Regional del INE.

El Cuadro 2 ofrece los niveles de eficiencia (θ) para los sectores considerados así como el total de sectores a escala regional. La información permite destacar que:

1. En el caso del sector agrícola, la reducción en los niveles de ineficiencia de España es un fenómeno que afecta a la mayoría de regiones a excepción de Asturias, La Rioja, la Comunidad Valenciana y Madrid. Los máximos niveles medios de ineficiencia tienen lugar en las regiones del norte de la península (Galicia, Asturias y Cantabria), siendo, por el contrario La Rioja, la Comunidad Valenciana, Navarra y el País Vasco las más eficientes. No obstante, estos niveles medios de eficiencia no deben enmascarar el hecho de que la Comunidad Valenciana ha pasado de estar situada en la frontera hasta mediados de la década de los setenta a alcanzar un nivel de ineficiencia de 1.61 en 1993. En el extremo opuesto, Andalucía, de tener un nivel de ineficiencia de 1.77 en 1964, se sitúa en la frontera desde mediados de la década de los ochenta.

GRÁFICO 2
Evolución de la eficiencia por sectores



Nota: Si el índice de eficiencia θ es igual a 1, la CCAA es eficiente, siendo mayor la ineficiencia cuanto mayor sea $\theta - 1$. El porcentaje en que se podría incrementar el VAB de la CCAA correspondiente sin necesidad de incrementar los inputs utilizados.

2. En el caso del sector industrial casi todas las regiones han reducido sus niveles de ineficiencia en el periodo analizado. A lo largo de dicho periodo, Asturias, Baleares, Cataluña y Madrid son las regiones más eficientes (Madrid está situada todos los años del periodo en la frontera de producción), mientras que Extremadura, Murcia y la Rioja son las más ineficientes. Es de destacar el comportamiento de esta última región ya que pese a ser la segunda región menos eficiente en 1964 (1.41) se sitúa en la frontera tecnológica en 1993.

CUADRO 2
Niveles de eficiencia
(medias ponderadas)

Total Economía																		
	Andalucía	Aragón	Asturias	Baleares	Canarias	Cantabria	C León	C La Mancha	Cataluña	C Valencia	Extremadura	Galicia	La Rioja	Madrid	Murcia	Navarra	P Vasco	Media
1964	1.61	1.74	1.65	1.37	1.56	1.57	1.92	1.83	1.21	1.46	1.80	2.13	1.79	1.00	1.92	1.56	1.23	1.52
1973	1.52	1.37	1.26	1.00	1.24	1.39	1.65	1.75	1.13	1.25	1.91	1.83	1.62	1.00	1.46	1.35	1.06	1.36
1985	1.35	1.22	1.37	1.17	1.20	1.37	1.40	1.49	1.10	1.24	1.58	1.67	1.25	1.00	1.32	1.23	1.12	1.28
1993	1.25	1.12	1.25	1.11	1.11	1.19	1.19	1.20	1.03	1.15	1.36	1.39	1.10	1.00	1.26	1.05	1.00	1.17
1964-93	1.45	1.35	1.37	1.18	1.27	1.39	1.55	1.60	1.12	1.29	1.75	1.74	1.43	1.00	1.45	1.30	1.12	1.20

Agricultura																		
	Andalucía	Aragón	Asturias	Baleares	Canarias	Cantabria	C León	C La Mancha	Cataluña	C Valencia	Extremadura	Galicia	La Rioja	Madrid	Murcia	Navarra	P Vasco	Media
1964	1.77	1.68	2.17	1.61	1.30	1.88	1.81	1.66	1.25	1.00	2.22	2.46	1.00	1.54	1.37	1.05	1.21	1.66
1973	1.26	1.21	2.39	1.41	1.36	2.01	1.48	1.07	1.01	1.00	1.64	2.68	1.15	1.17	1.22	1.00	1.00	1.39
1985	1.00	1.29	2.24	1.85	1.40	2.27	1.47	1.24	1.35	1.26	1.45	2.17	1.00	1.61	1.05	1.19	1.42	1.36
1993	1.00	1.25	2.48	1.25	1.000	1.71	1.09	1.00	1.19	1.61	1.33	2.03	1.06	1.60	1.14	1.02	1.09	1.25
1964-93	1.22	1.37	2.10	1.54	1.28	1.81	1.47	1.29	1.19	1.10	1.68	2.19	1.05	1.33	1.13	1.05	1.10	1.37

Industria																		
	Andalucía	Aragón	Asturias	Baleares	Canarias	Cantabria	C León	C La Mancha	Cataluña	C Valencia	Extremadura	Galicia	La Rioja	Madrid	Murcia	Navarra	P Vasco	Media
1964	1.21	1.26	1.06	1.00	1.26	1.00	1.17	1.31	1.01	1.27	1.14	1.34	1.41	1.00	1.53	1.20	1.05	1.46
1973	1.31	1.32	1.00	1.00	1.13	1.41	1.29	1.29	1.08	1.15	1.11	1.36	1.64	1.00	1.45	1.33	1.34	1.18
1985	1.14	1.00	1.00	1.00	1.11	1.15	1.05	1.19	1.03	1.09	1.35	1.17	1.18	1.00	1.20	1.09	1.02	1.06
1993	1.21	1.14	1.08	1.03	1.16	1.06	1.09	1.21	1.07	1.10	1.24	1.11	1.00	1.00	1.12	1.03	1.00	1.08
1964-93	1.22	1.18	1.03	1.02	1.22	1.17	1.15	1.25	1.06	1.17	1.31	1.22	1.31	1.00	1.32	1.14	1.11	1.12

CUADRO 2 (CONTINUACIÓN)
Niveles de eficiencia
(medias ponderadas)

Energía																	
	Aragón	Asturias	Baleares	Canarias	Cantabria	C León	C La Mancha	Cataluña	C Valenciana	Extremadura	Galicia	La Rioja	Madrid	Murcia	Navarra	P Vasco	Media
1964	1.79	1.31	1.00	1.95	1.00	1.49	1.13	1.25	1.70	1.55	1.30	1.34	1.62	1.00	1.82	1.40	1.30
1973	1.24	1.08	1.00	1.54	1.18	1.24	1.12	1.34	1.48	1.30	1.24	1.23	1.50	1.00	1.25	1.00	1.21
1985	1.62	1.46	1.00	1.79	1.39	2.23	2.10	1.55	1.17	1.63	1.00	1.07	1.73	1.00	1.83	1.31	1.39
1993	1.27	1.62	1.10	1.40	1.52	2.52	1.57	1.00	1.33	1.09	1.00	1.46	1.00	1.00	1.64	1.09	1.28
1964-93	1.43	1.42	1.08	1.71	1.32	2.10	1.62	1.35	1.38	1.46	1.22	1.24	1.66	1.01	1.64	1.30	1.35

Construcción																	
	Aragón	Asturias	Baleares	Canarias	Cantabria	C León	C La Mancha	Cataluña	C Valenciana	Extremadura	Galicia	La Rioja	Madrid	Murcia	Navarra	P Vasco	Media
1964	1.60	1.45	1.50	1.20	1.42	1.23	1.46	1.70	1.00	1.11	1.78	1.49	1.17	1.43	1.31	1.04	1.28
1973	1.27	1.09	1.35	1.00	1.13	1.27	1.26	1.34	1.19	1.04	1.36	1.45	1.36	1.34	1.24	1.13	1.23
1985	1.25	1.24	1.72	1.13	1.00	1.45	1.32	1.27	1.33	1.04	1.22	1.33	1.11	1.26	1.00	1.21	1.25
1993	1.13	1.11	1.04	1.08	1.08	1.16	1.27	1.28	1.00	1.00	1.07	1.16	1.00	1.13	1.09	1.01	1.08
1964-93	1.25	1.17	1.36	1.14	1.13	1.24	1.27	1.28	1.18	1.05	1.31	1.32	1.17	1.12	1.14	1.23	1.17

Servicios																	
	Aragón	Asturias	Baleares	Canarias	Cantabria	C León	C La Mancha	Cataluña	C Valenciana	Extremadura	Galicia	La Rioja	Madrid	Murcia	Navarra	P Vasco	Media
1964	1.38	1.24	1.18	1.08	1.23	1.16	1.35	1.48	1.02	1.25	1.42	1.47	1.26	1.00	1.18	1.14	1.17
1973	1.25	1.20	1.13	1.00	1.10	1.12	1.30	1.38	1.05	1.09	1.36	1.30	1.11	1.00	1.20	1.11	1.12
1985	1.31	1.18	1.20	1.11	1.17	1.14	1.27	1.36	1.06	1.10	1.38	1.27	1.12	1.00	1.28	1.15	1.14
1993	1.24	1.11	1.23	1.07	1.10	1.12	1.23	1.25	1.02	1.08	1.37	1.22	1.09	1.00	1.23	1.07	1.11
1964-93	1.28	1.18	1.19	1.07	1.16	1.13	1.29	1.37	1.04	1.13	1.38	1.30	1.13	1.00	1.23	1.13	1.13

Nota. Si el índice de eficiencia θ es igual a 1, la CCAA es eficiente, siendo mayor la ineficiencia cuanto mayor sea θ . Indicando $(\theta-1)100$ el porcentaje en que se podría incrementar el VAB de la CCAA correspondiente sin necesidad de utilizar más inputs.

3. Cantabria, Baleares, Madrid y Navarra tienen los sectores energéticos más ineficientes de España con niveles superiores a 1.6. Por contra, las regiones más eficientes son Murcia y Asturias. Respecto a la evolución en el tiempo son dignos de mención los casos de Extremadura y La Rioja por el esfuerzo realizado en reducir la ineficiencia, al contrario de lo acontecido en Canarias y Cantabria.

4. En el sector de la construcción es donde existen menores diferencias en los niveles medios de eficiencia entre regiones ya que la diferencia entre la región más eficiente (La Rioja) y la más ineficiente (Asturias) es de alrededor del 30%. Destacan las continuas ganancias de eficiencia en Andalucía, la Comunidad Valenciana, Galicia, Navarra y, sobre todo, Extremadura.

5. En el sector servicios, que junto al industrial es el más eficiente, destacan los reducidos niveles de ineficiencia de las regiones más ricas (Madrid, Cataluña y Baleares) junto con el País Vasco. Si tenemos en cuenta el elevado peso que el sector servicios tiene en las tres primeras regiones, es lógico que sean también estas regiones las más eficientes a nivel agregado (total economía).

6. La Comunidad Autónoma de Madrid destaca por ser, en relación a las demás regiones, eficiente tanto en el total economía como en los sectores industrial y servicios, rasgo que coincide con el obtenido en otros trabajos.

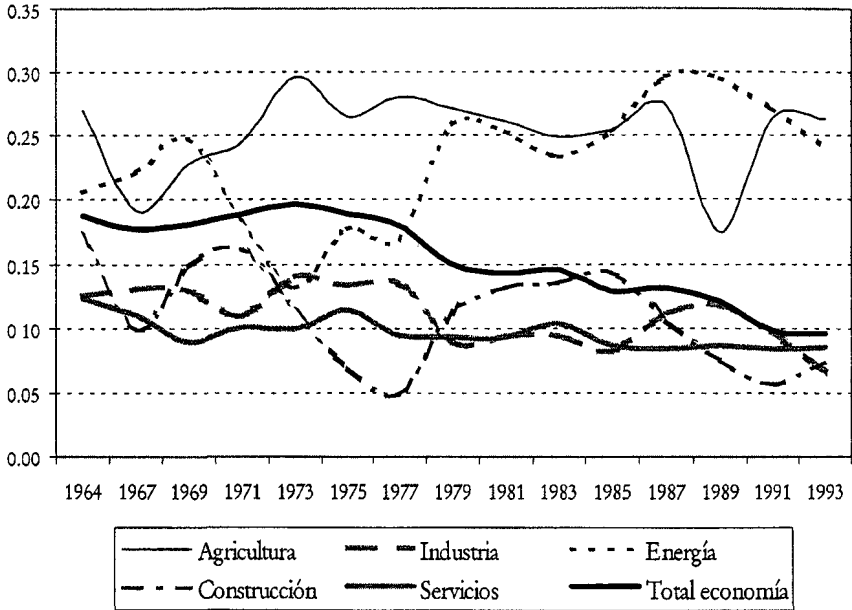
Dada la importante magnitud de los niveles de ineficiencia a lo largo del periodo, es de interés analizar, al igual que se realiza en Gumbau y Maudos (1996), si con el paso del tiempo se han reducido las desigualdades entre regiones en términos de eficiencia. Para ello hacemos uso de los conceptos de σ y β convergencia (véase Barro y Sala-i-Martin, 1991).

La σ -convergencia regional consiste en la reducción de las desigualdades de eficiencia entre regiones a lo largo del tiempo, utilizándose para su análisis algún estadístico de dispersión relativa. En el caso de la β -convergencia se analiza si aquellas regiones que parten con menores niveles iniciales de eficiencia experimentan mayores ganancias de eficiencia.

El Gráfico 3 analiza la σ -convergencia y muestra la evolución de la desviación típica del logaritmo del indicador de eficiencia tanto en el ámbito sectorial como para el total de la economía. Las mayores desigualdades regionales relativas tienen lugar precisamente en aquellos

sectores con mayores niveles de ineficiencia (agricultura y energía), siendo por contra el sector industrial el más homogéneo a nivel regional.

GRÁFICO 3
Evolución de la sigma convergencia en eficiencia



La evolución en el tiempo de las desigualdades nos muestra comportamientos muy distintos a nivel sectorial. Así, mientras que en el sector industrial, la construcción y los servicios se han reducido las desigualdades entre regiones, en la agricultura y la energía las diferencias se han acentuado en el periodo analizado, si bien estos procesos no son constantes en el tiempo.

Para el total de la economía, la evolución del gráfico de la σ -convergencia muestra cómo las desigualdades regiones se han reducido en el periodo analizado, si bien la reducción efectiva tiene lugar desde mediados de la década de los setenta. Así, desde 1973 las desigualdades se han reducido a la mitad.

Como se señalaba anteriormente, la β -convergencia analiza si las comunidades que partían en peor situación han experimentado mayores ritmos de crecimiento, en cuyo caso existiría convergencia. El procedimiento habitual consiste en regresar la tasa media de crecimiento de la variable cuya convergencia se desea estudiar respecto al nivel inicial del logaritmo de dicha variable. Así, el Cuadro 3 muestra cómo

las regiones inicialmente menos eficientes han experimentando mayores ganancias de eficiencia en el periodo analizado, tal y como indica el signo negativo del parámetro estimado de β -convergencia. Por sectores de actividad los sectores industriales y de la construcción son, al igual que en el caso de la σ -convergencia, los que han experimentado la convergencia más intensa, en contraste nuevamente con el sector el agrícola. Sin embargo, el sector de la energía aparece bajo este aspecto de la convergencia como un sector convergente.

CUADRO 3
Beta-convergencia en eficiencia. 1964-93

	Constante	Beta	R ²
Total economía	-0.0013 (-0 637)	-0 0206 (-7 418)	0.785
Agricultura	0.0047 (0.489)	-0.0063 (-0.338)	0 007
Industria	-0 0019 (-0 870)	0 0278 (6 375)	0.730
Energía	0.0061 (0.760)	-0 0252 (-2 480)	0.290
Construcción	0.0008 (0.371)	-0 026 (-8 462)	0.826
Servicios	0.0007 (0.420)	-0.0151 (-4 138)	0 533

Entre paréntesis, t-ratio.

El distinto comportamiento de las desigualdades de eficiencia por sectores productivos muestra la importancia que la composición de la producción (estructura productiva) puede tener a la hora de abordar los temas de convergencia. En consecuencia, una adecuada comprensión de los fenómenos de convergencia requiere un análisis a nivel sectorial.

5. Conclusiones

Los estudios que han realizado la descomposición del crecimiento económico de la economía española se han centrado, en la mayoría de las ocasiones, en el ámbito agregado ignorando tanto diferencias sectoriales como regionales.

Asimismo, estos mismos trabajos se han basado en la utilización de aproximaciones, como la descomposición contable de las fuentes del crecimiento económico y/o la construcción de números índices que ignoran la eficiencia y su papel como fuente de crecimiento de la productividad distinta al progreso técnico.

Por este motivo, la principal contribución de este trabajo ha sido descomponer el crecimiento en la productividad del trabajo a nivel sectorial y regional en un horizonte de largo plazo (1964-93) en el crecimiento de la PTF y la contribución de los cambios en la relación capital-trabajo, utilizando técnicas frontera. La utilización de una aproximación no paramétrica de índices de Malmquist de productividad ha permitido descomponer los cambios en la productividad total de los factores (PTF) en cambio técnico (desplazamiento de la función de producción frontera) y cambios en la eficiencia.

Las principales conclusiones obtenidas son las siguientes:

1. Es importante no ignorar las ganancias de eficiencia como fuente de crecimiento de la productividad. Así, en el periodo 1964-93 y para el total de la economía, las ganancias de eficiencia representan el 40% de las ganancias en la PTF de la economía española, siendo en algunas regiones (Andalucía, Canarias, la Comunidad Valenciana y Galicia) el principal componente de crecimiento de la PTF, muy por encima del progreso técnico.
2. Por sectores, existen importantes diferencias tanto en el ritmo de crecimiento como en su descomposición. Las mayores ganancias en la PTF tienen lugar en el sector de la agricultura y en la industria no energética, mientras que es el sector servicios el que experimenta las menores ganancias de productividad.
3. La información sectorial por regiones muestra la existencia de importantes diferencias en el grado de eficiencia con el que se utilizan los factores productivos siendo el sector agrícola y el energético los menos eficientes.
4. En las tres últimas décadas, y con especial intensidad desde mediados de la década de los setenta, las regiones españolas se han hecho más homogéneas en cuanto a los niveles de eficiencia se refiere (ha habido convergencia en los niveles de eficiencia). No obstante, este comportamiento a nivel agregado no debe enmascarar el hecho de que existen importantes diferencias a nivel de sector, ya que mientras los sectores agrícola y energético (los más ineficientes) han aumentado su nivel de desigualdad regional, el sector industrial, la construcción y los servicios han visto reducirse las desigualdades entre regiones.

Una implicación de política económica que se deriva de los resultados obtenidos es que tan importante es invertir recursos en el desarrollo de nuevas técnicas que desplacen la frontera de posibilidades de

producción —progreso técnico— como facilitar la difusión de la tecnología existente —ganancias de eficiencia—. No obstante, es importante remarcar que en el largo plazo el crecimiento económico sólo es posible si existen innovadores que desplacen la frontera tecnológica de producción, si bien las ganancias de eficiencia pueden ser una fuente importante de crecimiento en el corto plazo.

Referencias

- Abramovitz, M. (1986): "Catching up, forging ahead, and falling behind", *Journal of Economic History* 46, pp. 385-406.
- Abramovitz, M. (1994): "Catch-up and Convergence in the postwar growth boom and after", en *Convergence of Productivity, Cross-National Studies and Historical Evidence*, 86-125, Baumol, William J, Nelson, Richard, R. y Wolff, Edward N (Eds.), Oxford University Press.
- Barro, R. y X. Sala-i-Martin (1991): "Convergence across States and Regions", *Brookings Papers on Economic Activity* 1, pp. 107-182.
- Barro, R. y X. Sala-i-Martin (1992): "Convergence", *Journal of Political Economy* 100, pp. 223-251.
- BBV (varios años), *Renta Nacional de España y su Distribución Provincial*, Banco de Bilbao y Banco de Bilbao-Vizcaya.
- Bernard, A.B. y Ch.I.Jones (1996): "Productivity across industries and countries: time series theory and evidence", *Review of Economics and Statistics* pp. 135-146.
- De la Fuente, A. (1996): "Economía regional desde una perspectiva neoclásica. De convergencia y otras historias", *Revista de Economía Aplicada* 4, pp. 5-63.
- Domazlicky, B.R. y W.L. Weber (1997): "TFP in the contiguous United States, 1977-86", *Journal of Regional Science* 37, pp. 213-33.
- Färe, R. y C.A.K. Lovell (1978): "Measuring the technical efficiency of production", *Journal of Economic Theory* 19, pp. 150-162.
- Färe, R., S. Grosskopf y M. Norris (1994): "Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries", *American Economic Review* 84, pp. 66-83.
- Farrell, M. (1957): "The measurement of productive efficiency", *Journal of the Royal Society Series A* 120, pp. 253-281.
- Fundación BBV-IVIE (1997), *El stock de capital en España y sus comunidades autónomas*, 3a edición revisada; Mas, M.; Pérez, F. y Uziel, E. (directores), Bilbao.
- Grosskopf, S. (1993): "Efficiency and Productivity", en *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*, Harold O. Fried, C.A.K. Lovell, y Shelton S. Schmidt (Eds.), Oxford: Oxford University Press, pp. 160-194.

- Gumbau-Albert, M. y J. Maudos (1996). "Eficiencia productiva sectorial en las regiones españolas: una aproximación frontera", *Revista Española de Economía* 13, pp. 239-260.
- Hernando, I. y J. Vallés (1993): "Productividad sectorial: comportamiento cíclico en la economía española", Documento de Trabajo 93-23, Banco de España.
- Martín, C. (1997), *España en la nueva Europa*, Alianza Economía, Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas, Madrid.
- Mas, M., J. Maudos, F. Pérez, y E. Uriel (1994a). "Disparidades regionales y convergencia de las comunidades autónomas españolas", *Revista de Economía Aplicada* 2, pp. 129-148.
- Mas, M., J. Maudos, F. Pérez y E. Uriel (1994b): "Capital público y productividad de las regiones españolas", *Moneda y Crédito* 198, pp. 163-195.
- Mas, M., J. Maudos, F. Pérez y E. Uriel (1998): "Public capital, productive efficiency and convergence in the Spanish regions: 1964-93", *The Review of Income and Wealth* 44, pp. 383-396.
- Maudos, J., J.M. Pastor y L. Serrano (1998a): "Convergencia en las regiones españolas: cambio técnico, eficiencia y productividad", *Revista Española de Economía* 15, pp. 235-264.
- Maudos, J., J.M. Pastor y L. Serrano (1998b): "Fronteras de producción eficientes. Una réplica", *Revista Española de Economía* 15, pp. 273-279.
- Maudos, J., J.M. Pastor y L. Serrano (1999): "Total factor productivity measurement and human capital in OECD countries", *Economics Letters* 63, pp. 39-44.
- Moorsteen, R.H. (1961): "On the measuring productive potential and relative efficiency", *Quarterly Journal of Economics* 75, pp. 451-467.
- Pastor, J.M. (1995): "Eficiencia, cambio productivo y cambio técnico en los bancos y cajas de ahorro españolas: un análisis frontera no paramétrico", *Revista Española de Economía* 12, pp. 35-73.
- Pastor, J.M. (1996): "Diferentes metodologías para el análisis de la eficiencia de los bancos y cajas de ahorro españoles", Documento de Trabajo 123/1996. Fundación F.I.E.S.
- Pérez, F., F.J. Goerlich, y M. Mas (1996), *Capitalización y crecimiento en España y sus regiones. 1955-1995*, Fundación BBV, Bilbao.
- Prior, D. (1990): "La productividad industrial de las CC.AA.", *Investigaciones Económicas* 14, pp. 257-267.
- Raymond, J.L. y B. García-Greciano (1995): "Las disparidades en el PIB per cápita entre comunidades autónomas y la hipótesis de convergencia", *Papeles de Economía Española* 59, pp. 37-58.
- Shephard, R.W. (1970), *Theory of Cost and Production Function*, Princeton University Press. Princeton, NJ.
- Suárez, F.J. (1992): "Economías de escala, poder de mercado y externalidades: medición de las fuentes de crecimiento español", *Investigaciones Económicas* 16, pp. 411-442.
- Taskin, F. y O. Zaim (1997): "Catching-up and innovation in high- and low-income countries", *Economics Letters* 54, pp. 93-100.

Velázquez, F.J. (1995): "La convergencia desde la óptica de la eficiencia", *Papeles de Economía Española* 63, pp. 126-145.

Abstract

The aim of this paper is to decompose the labor productivity growth of the Spanish regions at aggregate and sectoral level over the period 1964-93 using a frontier approach. A nonparametric programming method (DEA) is used to compute Malmquist productivity indexes. These are decomposed into two component measures, namely, technical change and efficiency change. The results show important differences among the components of labor productivity growth: technical change, efficiency change and capital-intensity. The results also show the importance of efficiency to explain the differences in productivity among regions and sectors .

Keywords: Malmquist index, efficiency, technical change, convergence

Recepción del original, febrero de 1998

Versión final, junio de 1999