

**CONVERGENCIA EN LAS REGIONES ESPAÑOLAS:
CAMBIO TÉCNICO, EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD***

Joaquín Maudos, José Manuel Pastor y Lorenzo Serrano**

WP-EC 97-20

* Los autores agradecen los comentarios de Francisco Pérez y de un evaluador anónimo. Este trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto CICYT PB94-1523.

** J. Maudos: Universitat de València (Dept. de Anàlisis Econòmic, Edifici departamental oriental. Avda. de los Naranjos, s/n, 46011 Valencia (SPAIN). Fax: 34-6-382.82.49) e Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE) (C/. Guardia Civil, 22, Esc. 2, 1º, 46020 Valencia (SPAIN). Fax: 34-6-393.08.56). J.M. Pastor y L. Serrano: Universitat de València.

**Editor: Instituto Valenciano de
Investigaciones Económicas, S.A.**
Primera Edición Diciembre 1997.
ISBN: 84-482-1637-7
Depósito Legal: V-4796-1997
Impreso por Copisteria Sanchis, S.L.,
Quart, 121-bajo, 46008-Valencia.
Impreso en España.

CONVERGENCIA EN LAS REGIONES ESPAÑOLAS: CAMBIO TÉCNICO, EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD

Joaquín Maudos, José Manuel Pastor y Lorenzo Serrano

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es analizar la convergencia en la productividad del trabajo de las regiones españolas en el periodo 1964-91. Se utiliza una aproximación frontera no paramétrica para calcular el índice de Malmquist de productividad. A través de su descomposición, se cuantifica la contribución del progreso técnico, de los cambios en eficiencia y de la acumulación de inputs por trabajador a la convergencia de la productividad del trabajo. A diferencia de otros trabajos, los resultados obtenidos muestran que, lejos de existir un proceso de *catching-up tecnológico*, el progreso técnico ha jugado en contra de la convergencia en la productividad del trabajo, dado que las regiones ricas han experimentado mayores tasas de crecimiento del progreso técnico.

Palabras Clave: Convergencia, cambio técnico y eficiencia.

ABSTRACT

The aim of this paper is to analyze the convergence of labor productivity in the Spanish regions over the period 1964-91. A nonparametric approach is used to compute Malmquist productivity indexes. Through their decomposition, we calculate the contribution of technical progress, changes in efficiency and inputs accumulation per worker to the convergence of labor productivity. Contrary to other papers, the results show that, far from existing a process of technological catching-up, the technical progress has played against the convergence in labor productivity, since richer regions have experienced larger rates of growth of technical progress.

Key Words: Convergence, technical change and efficiency.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la convergencia entre países en términos de renta per capita y productividad del trabajo ha dado lugar al desarrollo de una amplísima literatura (véase Barro y Sala-i-Martin (1995) para un resumen de la evidencia empírica). En especial, la existencia de convergencia, aunque a un ritmo moderado, ha sido profusamente documentada en el caso de los países de la OCDE, situándose esta cuestión en el centro del debate relativo al crecimiento económico.

Con el propósito de comprender mejor las fuerzas que subyacen a ese proceso de convergencia, parte de la literatura se ha dedicado a analizar la hipótesis del *catching-up* tecnológico en los niveles de productividad total de los factores (PTF). Dicha hipótesis, asociada a la difusión tecnológica, se debe al hecho de que es más barato asimilar e imitar tecnología que innovar. Así, la posibilidad de los países pobres de acceder a la tecnología de los países ricos permitiría rápidos crecimientos de la PTF de tal forma que logran crecer a tasas superiores¹.

Sin embargo, estos trabajos que relacionan convergencia y PTF suelen obtener esta última mediante índices de Törnqvist u otras aproximaciones como la contabilidad del crecimiento que, en palabras de Grosskopf (1993), “ignoran la eficiencia”. El problema subyacente consiste en que estos métodos, válidos tan sólo bajo el supuesto de eficiencia técnica y asignativa, dan lugar a estimaciones sesgadas del progreso técnico en presencia de ineficiencia. Además, no resulta posible descomponer el crecimiento de la PTF, omitiéndose de ese modo el hecho de que parte de ese crecimiento se debe a ganancias de eficiencia y no sólo al progreso técnico.

Existen diversos trabajos que, con el fin de paliar estos problemas, han incorporado explícitamente la existencia de ineficiencia en el análisis del crecimiento de la productividad y del progreso técnico mediante el uso de técnicas frontera donde se supone que todos los individuos tienen acceso de la misma tecnología representada por la frontera. Este supuesto,

¹ Véase Abramovitz (1986 y 1994).

habitual en los estudios a nivel de países², está aún más justificado cuando se trabaja con regiones de un mismo país. Los resultados obtenidos en todos estos trabajos ponen de manifiesto la existencia de importantes niveles de ineficiencia que varían ampliamente entre países y a lo largo del tiempo, indicando que la omisión de la ineficiencia en el análisis puede afectar de modo sustancial a la validez de los resultados³.

En general, este segundo tipo de literatura se ha centrado en el crecimiento de la PTF y su descomposición en progreso técnico y cambios de eficiencia sin entrar en el análisis de la convergencia. Fecher y Perelman (1992) consideran el nivel desfasado de la ineficiencia como una de las posibles variables determinantes del crecimiento de la PTF y obtienen una sistemática correlación negativa dentro de cada sector para el conjunto del periodo, aunque la evidencia es menos robusta tanto a nivel de país como a lo largo de diferentes periodos. Perelman (1995) intenta explicar las causas de crecimiento de la PTF y de sus componentes (progreso técnico y eficiencia) mediante regresiones donde se incluye la eficiencia desfasada junto a otras variables explicativas, encontrando igualmente evidencia favorable a la hipótesis de *catching-up* tecnológico. Incluso en estos dos casos sigue sin analizarse la contribución de la PTF a la convergencia en los niveles de productividad del trabajo. Igualmente, si bien Färe et al. (1994) analizan las ganancias de productividad y su descomposición en eficiencia y progreso técnico, tampoco muestran su efecto sobre la convergencia en la productividad del trabajo.

Existe, por tanto, toda una literatura sobre la convergencia de la PTF y su contribución a la convergencia de la productividad del trabajo que no tiene en cuenta la ineficiencia. Por otro lado, hay una serie de trabajos que aunque sí tienen en cuenta la eficiencia en el análisis de la PTF, no prestan atención al papel de ésta como mecanismo de convergencia de la productividad del trabajo.

² Así, Färe et al. (1994) investigan el crecimiento de la productividad a nivel agregado en 17 países de la OCDE durante el periodo 1979-88 mediante índices de productividad de Malmquist; Fecher y Perelman (1992) utilizan la aproximación de frontera estocástica para evaluar el crecimiento de la PTF y analizar sus causas con datos sectoriales relativos a una muestra de 13 países de la OCDE durante el periodo 1971-86. Finalmente, Perelman (1995) estima el crecimiento de la PTF durante el periodo 1970-87 en un contexto de 8 sectores industriales y 11 países de la OCDE utilizando tanto la aproximación de frontera estocástica como la aproximación no paramétrica DEA (date envelopment analysis). En el caso español, Gumbau y Maudos (1996) constatan la existencia de importantes niveles de ineficiencia en las grandes sectores productivos de las regiones españolas en el periodo 1980-91 utilizando la aproximación de frontera estocástica.

³ Färe et al. (1994) y Fecher y Perelman (1992) comparan sus resultados con el crecimiento de la PTF obtenido a través de la aproximación standard de la contabilidad de crecimiento formulada mediante número índice de Törnqvist. En ambos casos se aprecian diferencias significativas, confirmándose así la limitación que supone ignorar que existe ineficiencia al estimar la PTF.

El caso de las regiones españolas no ha sido una excepción al interés general sobre la convergencia como nos muestra el hecho de que desde inicios de la década de los noventa sean casi una treintena los trabajos realizados sobre esta cuestión.

Los trabajos realizados se han centrado en la importancia de diversos mecanismos y variables condicionantes de la convergencia: la convergencia en la relación capital trabajo asociada a la existencia de rendimientos marginales decrecientes que postula el modelo neoclásico (Mas et al., 1995a y b ; Pérez et al., 1996; entre otros); la importancia de la estructura productiva (Mas et al., 1994 y 1995a y b; Dolado et al., 1994; Raymond y García, 1994; De la Fuente, 1996); el papel del capital humano (Dolado et al., 1994; De la Fuente, 1996); la importancia de las infraestructuras (Mas et al., 1994, 1995a y b); los movimientos de la población (Dolado et. al, 1994; Raymond y García, 1996); y la transferencia tecnológica (De la Fuente, 1996 y Mas et al., 1996).

Al igual que en el caso del estudio de la convergencia entre los países de la OCDE, el papel de la difusión tecnológica ha sido señalado como un importante mecanismo de convergencia en el caso de las regiones españolas. La importancia de este mecanismo de convergencia, apuntada ya en Dolado et al., 1994, ha sido empíricamente analizado en De la Fuente, 1996, y Mas et al., 1996. En el primer caso, se estima una ecuación de convergencia derivada de una función de producción Cobb-Douglas donde la tasa de crecimiento del progreso técnico se hace depender del stock de capital humano y del diferencial tecnológico con respecto al promedio nacional. La principal conclusión del trabajo es que “la introducción del efecto *catch-up* resulta en una tasa de convergencia regional más elevada y sugiere que el motor más importante de este proceso podría ser, en vez de la operación de los rendimientos decrecientes, el rápido acercamiento de los niveles de productividad total de los factores en las distintas regiones”.

En el trabajo de Mas et al., 1996, se analiza el fenómeno de la convergencia tecnológica mediante la aproximación no frontera de números índice (PTF contable). Tras calcular contablemente el nivel de PTF de las regiones españolas, se analiza la convergencia (β y σ convergencia) de la PTF a partir de 1964. En dicho trabajo se llega a la conclusión de que la convergencia tecnológica ha sido un importante mecanismo de convergencia.

Sin embargo, tanto en De la Fuente (1996) como en Mas et al. (1996) se utilizan indistintamente los conceptos de eficiencia, cambio técnico y productividad cuando, estrictamente hablando, las ganancias de eficiencia y el cambio técnico son dos fuentes distintas de crecimiento en la PTF.

En este contexto, el propósito de este trabajo es analizar la convergencia en la productividad del trabajo de las regiones españolas a lo largo del periodo 1964-91 distinguiendo la contribución de las distintas fuentes de crecimiento (progreso técnico, cambios en la eficiencia y acumulación de inputs por trabajador). Para ello se calculan índices de productividad de Malmquist obtenidos mediante métodos no paramétricos de programación lineal. Mediante este enfoque, será posible atribuir a la acumulación de inputs por trabajador y al crecimiento de la PTF la parte de la convergencia en productividad del trabajo que le corresponda, distinguiendo dentro de la PTF la parte correspondiente al cambio técnico y a la eficiencia. Los motivos de utilizar un enfoque no paramétrico frente a la aproximación paramétrica de frontera estocástica son varios: en primer lugar, la aproximación paramétrica exige imponer una determinada forma funcional; en segundo lugar, en la aproximación paramétrica estocástica es necesario imponer supuestos distribucionales para el término de ineficiencia; y en tercer y último lugar, la aproximación paramétrica de frontera estocástica no permite obtener una tasa de crecimiento del progreso técnico distinta para cada individuo de la muestra.

La estructura del trabajo es la siguiente. En el apartado 2 se pone de manifiesto la importancia de distinguir los conceptos de progreso técnico y eficiencia, y se describe la metodología utilizada para la estimación del crecimiento de la PTF así como sus dos componentes (cambio de eficiencia y cambio técnico). El apartado 3 se destina a describir la muestra utilizada así como los resultados obtenidos en términos de eficiencia, cambio técnico y productividad. El apartado 4 analiza la importancia que las ganancias de eficiencia, el progreso técnico y la productividad total de los factores ha tenido en el proceso de convergencia en la productividad del trabajo. Por último, el apartado 5 contiene las conclusiones del trabajo.

2. EFICIENCIA, CAMBIO TÉCNICO Y PRODUCTIVIDAD

La aproximación tradicional al análisis de la productividad mediante modelos no frontera, que incluyen tanto los modelos de descomposición contable de las fuentes del crecimiento económico (Solow, 1957; Denison, 1972; etc.), como la aproximación de números índice (índices Divisia, Törnqvist, etc.) incorpora el supuesto implícito de que todos los individuos son eficientes, por lo que el crecimiento de la productividad se interpreta como desplazamiento de la función frontera (cambio técnico). Sin embargo, en presencia de ineficiencia, la estimación del progreso técnico estaría sesgada. Además, incluso en ausencia de

ineficiencia técnica, la estimación contable del crecimiento de la PTF sería una estimación sesgada si las participaciones utilizadas en su cálculo no son las minimizadoras de costes, esto es, si existe ineficiencia asignativa⁴.

Por el contrario, las aproximaciones frontera al análisis de la productividad tienen en cuenta explícitamente el posible comportamiento ineficiente de las unidades analizadas, midiendo como ineficiencia el incremento potencial del valor observado de la producción, medido éste respecto al máximo valor técnicamente alcanzable definido por la frontera de producción o tecnología. En este trabajo utilizamos el enfoque de índices de Malmquist que, a diferencia de las técnicas paramétricas, permite estimar una tasa de crecimiento del progreso técnico distinta para cada individuo de la muestra⁵.

El índice de Malmquist utiliza la noción de función distancia, por lo que su cálculo requiere la previa estimación de la frontera correspondiente. En este trabajo se utiliza la metodología frontera no paramétrica determinista (DEA).

Para ilustrar el cálculo del índice de Malmquist⁶, supóngase que la función de transformación que describe la tecnología en cada período t es:

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

donde $y^t = (y_1^t, \dots, y_N^t) \in R_N^+$ es el vector de outputs y $x^t = (x_1^t, \dots, x_M^t) \in R_M^+$ denota el vector de inputs correspondientes ambos al período t .

Siguiendo a Shephard (1970) o Caves et al. (1982), la tecnología de cada periodo t puede ser representada alternativamente a través de la "función distancia" de output (D_o^t):

$$D_o^t(x^t, y^t) = \inf \left\{ \vartheta^{t,t} : (x^t, y^t / \vartheta^{t,t}) \in F^t \right\} = \left[\sup \left\{ \vartheta^{t,t} : (x^t, \vartheta^{t,t} y^t) \in F^t \right\} \right]^{-1} \quad [2]$$

Dicha función se define como la recíproca de la máxima expansión a la es preciso someter el vector de outputs del periodo t (y^t), dado el nivel de inputs (x^t), para que dicha

⁴ Véase una exposición más detallada en Grosskopf (1993)

⁵ En las técnicas paramétricas el cambio técnico se estima a través de efectos temporales o mediante la introducción de una tendencia obteniéndose en consecuencia una tasa de cambio técnico común para todos los individuos.

⁶ Véase Malmquist (1953).

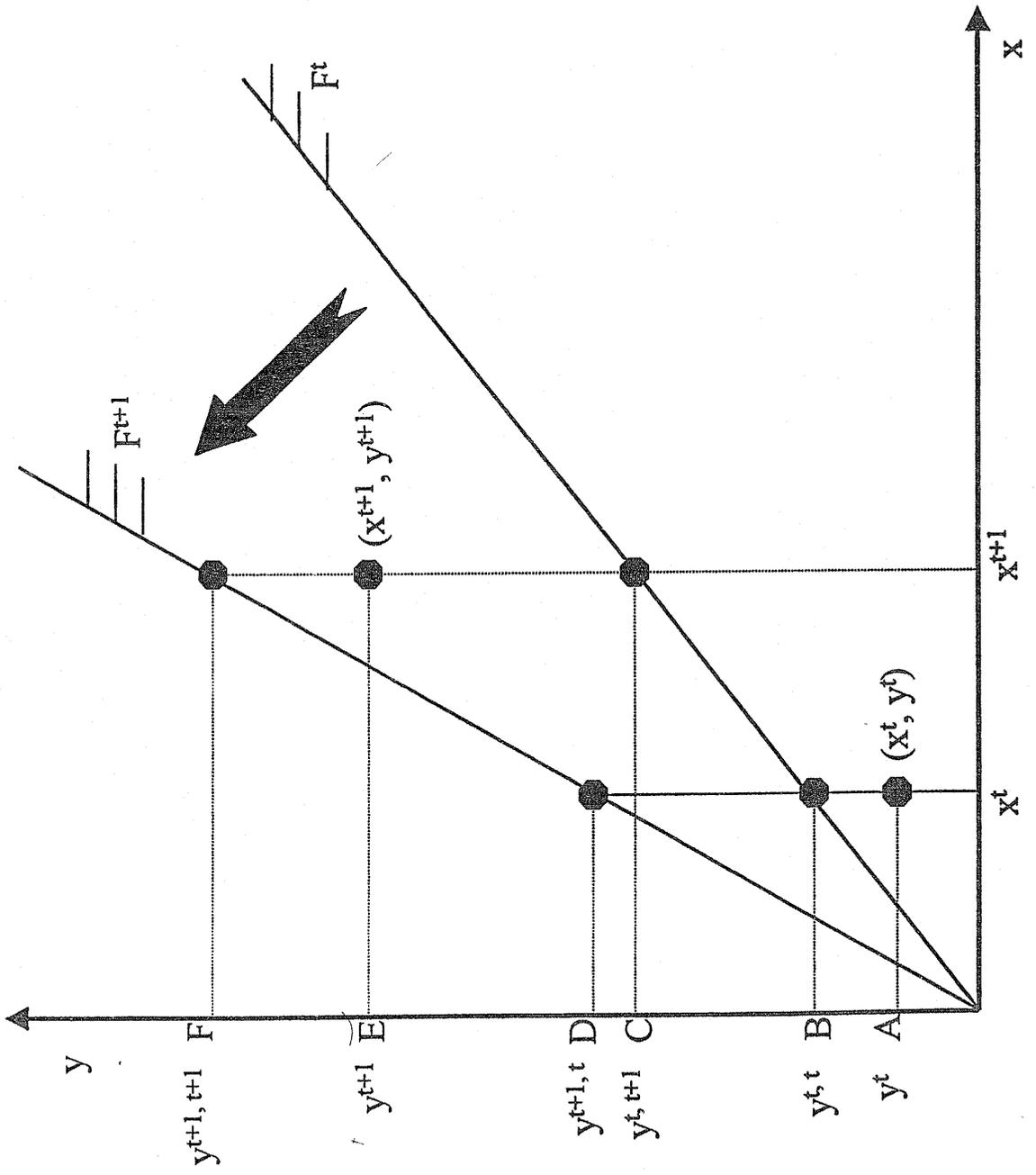
observación (x^t, y^t) se encuentre en la frontera del periodo t . Esta función caracteriza completamente la tecnología de tal forma que $D_o^t(x^t, y^t) \leq 1$ si y sólo si $(x^t, y^t) \in F^t$. Además, $D_o^t(x^t, y^t) = 1$ si y sólo si la observación (x^t, y^t) se encuentra en los límites de la frontera, lo cual ocurre cuando la observación es eficiente en el sentido de Farrell (1957). En el gráfico 1 se ilustran los conceptos anteriores para una situación con un solo output y un solo input. La observación (x^t, y^t) se encuentra situada por debajo de la tecnología del periodo t , lo cual significa que no es tecnológicamente eficiente. La función distancia se calcularía como la inversa del mayor incremento en el output, dado el input, de tal forma que el output expandido esté en la frontera tecnológica. En el gráfico, el output máximo estaría representado por $y^{t,t} = y^t / \vartheta^{t,t}$. El valor de la función distancia de la observación en t , respecto a la tecnología en t , $\vartheta^{t,t}$, vendría representado por $OA/OB = y^t / y^{t,t} = \vartheta^{t,t}$. La medida de eficiencia técnica de Farrell orientada en output mide cuanto podría aumentarse el output, dados los inputs. En el gráfico 1 se observa que la medida de eficiencia técnica de Farrell para la observación (x^t, y^t) es $OB/OA = y^{t,t} / y^t = 1/\vartheta^{t,t}$.

Nótese que hasta el momento se ha definido la función distancia para un solo periodo. Concretamente se han comparado observaciones de un periodo con la tecnología del mismo periodo. Para definir el índice de Malmquist es preciso definir funciones distancia con respecto a tecnologías de periodos diferentes.

$$D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = \inf \left\{ \vartheta^{t,t+1} : (x^{t+1}, y^{t+1} / \vartheta^{t,t+1}) \in F^t \right\} \quad [3]$$

En la expresión anterior, la función distancia $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ mide el máximo incremento 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 . En la situación representada en el gráfico 1, la observación (x^{t+1}, y^{t+1}) está fuera del conjunto factible representado por la tecnología en t , por lo que el valor de la función distancia sería $OE/OC = y^{t+1} / y^{t,t+1} = \vartheta^{t,t+1}$. 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 $t+1$, $D_o^{t+1}(x^t, y^t)$. Nótese que cuando se está comparando observaciones de un periodo con tecnologías de periodos diferentes, la función distancia puede ser mayor que la unidad. En particular $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ y $D_o^{t+1}(x^t, y^t)$ pueden ser

Gráfico 1: Índice de Malmquist de productividad basado en el output



mayores a la unidad si ha existido progreso técnico y regreso técnico respectivamente⁷.

Basándose en los conceptos anteriores, el índice de Malmquist de productividad basado en los outputs para analizar el cambio productivo entre el periodo t y $t+1$, tomando la tecnología del período t como referencia, se define como⁸:

$$M_o^t(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \quad [4]$$

Un $M_o > 1$ indica que la productividad del período $t+1$ es superior a la del período t , puesto que la expansión necesaria en los outputs del período $t+1$ para que la observación sea factible en t es inferior a la aplicable a los outputs del período t . Por el contrario, un $M_o < 1$ indica que la productividad ha descendido entre los períodos t y $t+1$.

Alternativamente es posible definir el índice de Malmquist tomando la tecnología del período $t+1$ ⁹:

$$M_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \quad [5]$$

En todas las definiciones anteriores se han considerado únicamente dos períodos (t , $t+1$), y se han definido tomando como referencia la tecnología del período t o $t+1$. Sin embargo, 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 (Moorsteen, 1961), la elección del año base no es neutral en los resultados. Para tratar de resolver estos problemas existen dos alternativas (Lovell, 1993). La primera consiste en calcular dos índices M_o^t y M_o^{t+1} 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

⁷ Nótese que en la situación representada en el gráfico, $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1}) > 1$, indicando que ha habido progreso técnico.

⁸ Véase Caves et al. (1982)

⁹ En este caso la interpretación es similar. Un $M_o > 1$ indica que la productividad del período $t+1$ es superior a la del período t , puesto que la expansión necesaria en los outputs del período $t+1$ que la observación sea factible en $t+1$ es inferior a la aplicable a los outputs del período t .

esta forma que cambie la tecnología de referencia, minimizando los problemas causados por el cambio.

Otro proceder para resolver los citados problemas 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.

En este trabajo, dado que la serie temporal utilizada es muy larga (27 años), por las razones expuestas utilizaremos la primera de las alternativas, que puede formularse como:

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\left(\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad [6]$$

Reescribiendo la expresión anterior es posible descomponer el índice de Malmquist de productividad en el efecto *catching-up* o cambio en la eficiencia¹⁰ y el cambio técnico o desplazamiento de la frontera:

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \left[\left(\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad [7]$$

El efecto *catching-up* 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 los dos ratios de dentro de los corchetes mide el cambio o desplazamiento de la tecnología entre los periodos t y $t+1$.

La anterior descomposición puede ser de nuevo ilustrada utilizando la notación del gráfico 1.

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{OE/OF}{OA/OB} \left[\left(\frac{OE/OC}{OE/OF} \right) \left(\frac{OA/OB}{OA/OD} \right) \right]^{1/2} = \frac{OE/OF}{OA/OB} \left(\frac{OF}{OC} \cdot \frac{OD}{OB} \right)^{1/2} \quad [8]$$

¹⁰ Este 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 acercamiento a la frontera.

Si el individuo no ha variado su eficiencia entre t y $t+1$ el primer término será igual a 1 y el cambio productivo experimentado entre los dos períodos (M_o) vendrá explicado únicamente por el movimiento de la frontera. Por el contrario, si el segundo término es 1 (la frontera no se ha desplazado), los cambios de productividad estimados por M_o vendrán explicados únicamente por los cambios en la eficiencia de las empresas en ambos períodos (*catching-up*). En los demás casos, los cambios productivos reflejados en M_o serán una mezcla de cambios en la eficiencia y desplazamientos de la frontera.

El índice de Malmquist puede ser calculado de varias formas (Caves et al., 1982). En este trabajo, como se ha dicho anteriormente, calculamos el índice de Malmquist utilizando una técnica no paramétrica de programación lineal.

Supongamos que en cada periodo t existen $k=1, \dots, K$ regiones que utilizan $n=1, \dots, N$ inputs (x_{nk}^t) para producir $m=1, \dots, M$ outputs (y_{mk}^t). El cálculo del índice de Malmquist para una región j requiere calcular cuatro tipos de función distancia: $D_o^t(x_j^t, y_j^t)$, $D_o^{t+1}(x_j^{t+1}, y_j^{t+1})$, $D_o^t(x_j^{t+1}, y_j^{t+1})$ y $D_o^{t+1}(x_j^t, y_j^t)$.

Haciendo uso de la propiedad de que la distancia de output es igual a la recíproca de la medida de eficiencia técnica orientada en outputs de Farrell (Färe y Lovell, 1978) tenemos que para $D_o^t(x_j^t, y_j^t)$:

$$\begin{aligned} [D_o^t(x_j^t, y_j^t)]^{-1} &= \text{Max } \vartheta_j^{t,t} \\ \text{s.t.} & \\ \sum_{k=1}^K \lambda_k^t y_{mk}^t &\geq y_{mj}^t \vartheta_j^{t,t} \quad m=1, \dots, M \\ \sum_{k=1}^K \lambda_k^t x_{nk}^t &\leq x_{nj}^t \quad n=1, \dots, N \\ \lambda_k^t &\geq 0 \quad k=1, \dots, K \end{aligned} \tag{9}$$

Nótese que $\vartheta_j^{t,t}$ es el incremento potencial en los outputs que la región j podría realizar en el periodo t manteniendo sus niveles de inputs. Representa, por tanto, la eficiencia técnica total en t de la región j . Si $\vartheta_j^{t,t} = 1$ significa que no es posible encontrar otra región (o combinación lineal de regiones) que utilizando los mismos niveles de inputs obtenga más outputs. Por el contrario, si $\vartheta_j^{t,t} > 1$ implica que la región podría incrementar sus outputs en $(\vartheta_j^{t,t} - 1)\%$, ya que existen otras regiones (o combinaciones lineales de regiones) que así lo hacen.

La generalización del problema al caso de rendimientos variables a escala se logra añadiendo la restricción $\sum_{k=1}^K \lambda_k^t = 1$ (Banker et al., 1984). En este caso, la medida de eficiencia obtenida ($\psi_j^{t,t}$) se denomina eficiencia técnica pura. La comparación entre los dos indicadores de eficiencia permite obtener información sobre la existencia de ineficiencias de escala. Así, la ratio $\vartheta_j^{t,t}/\psi_j^{t,t}$ representa la proporción de la ineficiencia técnica total ($\vartheta_j^{t,t}$) que es debida a que la región opera bajo un tamaño subóptimo. Si este ratio es igual a la unidad, la región opera bajo rendimientos constantes. En los demás casos la ratio será mayor a la unidad, indicando que la región presenta ineficiencias de escala debido a que opera bajo rendimientos crecientes o decrecientes.

La obtención de los indicadores bajo rendimientos constantes y variables permite descomponer las ganancias de eficiencia en ganancias de eficiencia técnica pura y en ganancias en eficiencias de escala.

El cálculo de $D_o^{t+1}(x_j^{t+1}, y_j^{t+1})$ se obtiene de forma similar pero substituyendo t por $t+1$. Por último, el cálculo de la primera de las distancias referidas a dos momentos diferentes de tiempo $D_o^t(x_j^{t+1}, y_j^{t+1})$ se realiza de la siguiente forma¹¹,

$$\begin{aligned}
 [D_o^t(x_j^{t+1}, y_j^{t+1})]^{-1} &= \text{Max} \vartheta_j^{t,t+1} \\
 \text{s.t.} & \\
 \sum_{k=1}^K \lambda_k^t y_{mk}^t &\geq y_{mj}^{t+1} \vartheta_j^{t,t+1} \quad m = 1, \dots, M \\
 \sum_{k=1}^K \lambda_k^t x_{nk}^t &\leq x_{nj}^{t+1} \quad n = 1, \dots, N \\
 \lambda_k^t &\geq 0 \quad k = 1, \dots, K
 \end{aligned} \tag{10}$$

Nótese que la observación (x_j^{t+1}, y_j^{t+1}) es comparada con la tecnología de t , formada por el conjunto de observaciones existentes en t , por lo que pudiera suceder que la observación no fuera factible, dada la tecnología vigente en t (F^t) y la solución fuera mayor que la unidad.

¹¹ Siguiendo la práctica habitual, se han impuesto rendimientos constantes a escala en el cálculo de funciones distancia de diferentes periodos de tiempo. Esta imposición, es suficiente para garantizar que la solución del problema de optimización existe cuando se están utilizando observaciones de diferentes periodos de tiempo. Bajo rendimientos variables, la solución no esta garantizada.

La segunda, $D_o^{t+1}(x_j^t, y_j^t)$, se realiza de la misma forma pero sustituyendo t por $t+1$ y $t+1$ por t .

3. DATOS Y RESULTADOS

La muestra utilizada está compuesta por las Comunidades Autónomas españolas, excluidas Ceuta y Melilla, y abarca el periodo 1964-91. Se especifica un output y dos inputs: capital y trabajo. Las variables VAB (Y) y empleo (L) se obtienen de la información que suministra el Banco Bilbao-Vizcaya, 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, excluido el residencial. El sector modelizado es el total de la economía.

El cuadro 1 contiene las tasas anuales de crecimiento del VAB, del capital y del empleo en las distintas regiones españolas. Se distinguen varios subperiodos: el periodo completo 1964-91 así como los subperiodos de crecimiento (1964-73), crisis (1973-85) y recuperación (1985-91).

El cuadro 2 muestra los niveles medios de eficiencia estimados para el periodo 1964-91 y para los tres subperiodos de la muestra utilizando el enfoque no paramétrico descrito anteriormente. Un primer rasgo a destacar es el hecho de que Madrid es la única región eficiente, siendo las CC.AA. de Extremadura y Galicia las más ineficientes. Tras Madrid, las regiones más eficientes son el País Vasco y Cataluña. Es importante destacar que el hecho de que existan importantes niveles de ineficiencia implica que es necesario utilizar un enfoque que no ignore la eficiencia.

La descomposición de la eficiencia total en eficiencia técnica pura y de escala muestra la escasa relevancia de la segunda. La información por regiones permite apreciar como Madrid es la región más eficiente (tanto en la eficiencia técnica pura como en la de escala), si bien Cataluña y La Rioja son técnicamente eficientes, aunque presentan ineficiencias de escala especialmente en el caso de La Rioja.

CUADRO 1. Estadísticos descriptivos: Tasas de crecimiento

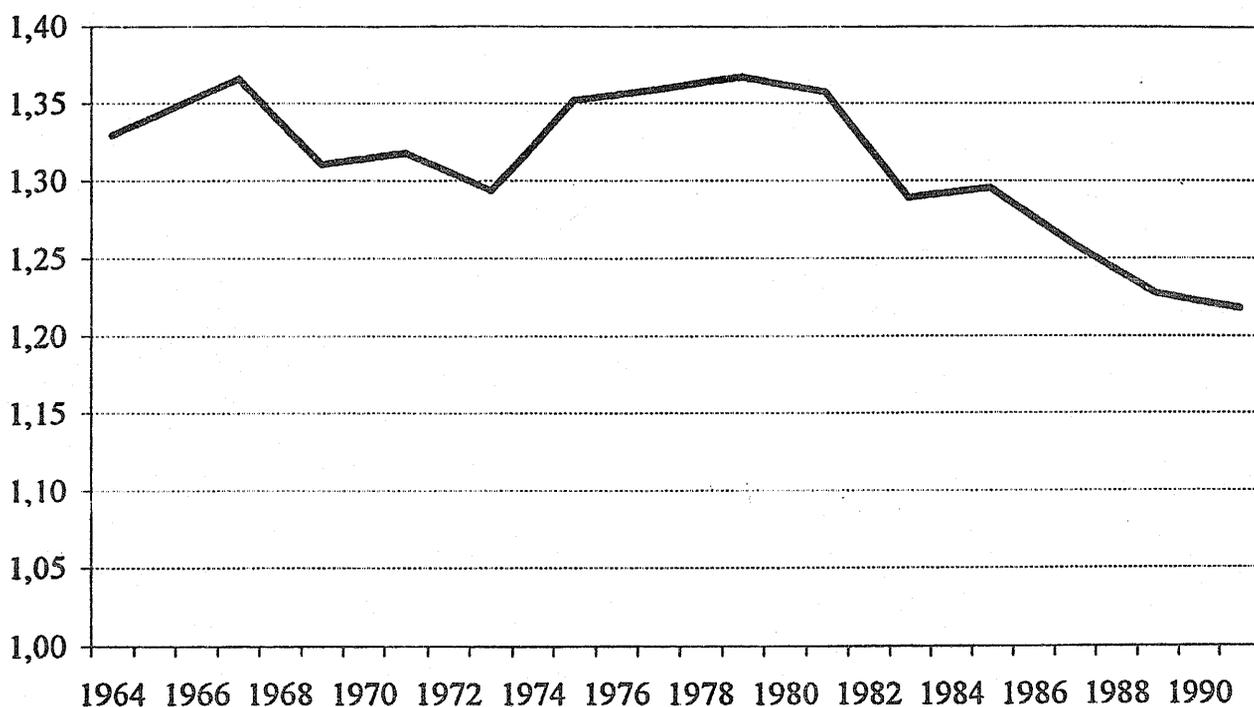
| | Producción (Y)* | | | | Capital (K)* | | | | Empleo (L) | | | |
|---------------|-----------------|---------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|---------|
| | 1964-91 | 1964-73 | 1973-85 | 1985-91 | 1964-91 | 1964-73 | 1973-85 | 1985-91 | 1964-91 | 1964-73 | 1973-85 | 1985-91 |
| | Andalucía | 4,12% | 6,19% | 2,28% | 4,69% | 4,72% | 6,99% | 3,13% | 4,47% | -0,21% | -0,22% | -1,61% |
| Aragón | 3,59% | 5,04% | 2,48% | 3,62% | 4,06% | 5,74% | 3,26% | 3,16% | -0,36% | -0,52% | -1,27% | 1,70% |
| Asturias | 2,82% | 5,72% | 1,00% | 2,10% | 3,58% | 5,84% | 2,36% | 2,61% | -0,69% | -0,06% | -1,36% | -0,30% |
| Baleares | 5,06% | 8,33% | 2,99% | 4,28% | 5,39% | 9,71% | 2,71% | 4,28% | 1,38% | 1,55% | 0,83% | 2,25% |
| Canarias | 5,52% | 8,81% | 3,29% | 5,06% | 5,66% | 8,50% | 3,54% | 5,62% | 1,19% | 2,01% | 0,11% | 2,13% |
| Cantabria | 2,59% | 3,63% | 1,65% | 2,90% | 2,52% | 4,93% | 1,12% | 1,71% | -0,66% | -0,17% | -1,11% | -0,53% |
| Cataluña | 3,86% | 5,83% | 2,07% | 4,46% | 4,64% | 6,30% | 3,39% | 4,63% | 0,81% | 1,95% | -1,03% | 2,78% |
| C-León | 2,81% | 3,37% | 2,15% | 3,29% | 4,08% | 5,27% | 4,22% | 2,03% | -1,12% | -1,29% | -1,90% | 0,71% |
| C-Mancha | 3,47% | 5,16% | 1,39% | 5,12% | 5,34% | 6,80% | 4,90% | 4,02% | -0,85% | -1,06% | -2,05% | 1,85% |
| Extremadura | 3,34% | 4,35% | 2,13% | 4,26% | 5,26% | 6,83% | 5,61% | 2,19% | -1,43% | -1,32% | -2,55% | 0,65% |
| Galicia | 3,94% | 5,28% | 3,03% | 3,75% | 4,33% | 6,00% | 3,52% | 3,44% | -0,62% | 0,94% | -1,26% | -1,66% |
| Madrid | 4,72% | 6,83% | 3,34% | 4,32% | 5,62% | 7,58% | 3,78% | 6,35% | 1,55% | 2,93% | -0,12% | 2,82% |
| Murcia | 4,63% | 7,04% | 2,90% | 4,48% | 4,61% | 6,74% | 2,86% | 4,92% | 0,60% | 1,13% | -0,92% | 2,85% |
| Navarra | 3,71% | 4,90% | 2,15% | 5,03% | 4,31% | 5,74% | 3,05% | 4,69% | 0,22% | 0,57% | -1,08% | 2,29% |
| P. Vasco | 2,97% | 5,69% | 0,67% | 3,47% | 3,02% | 5,53% | 1,49% | 2,30% | 0,00% | 1,32% | -1,73% | 1,46% |
| La Rioja | 3,36% | 3,73% | 2,78% | 3,93% | 4,54% | 5,86% | 3,84% | 3,95% | -0,08% | 0,39% | -1,77% | 2,60% |
| C. Valenciana | 4,56% | 7,14% | 2,87% | 4,10% | 5,66% | 7,36% | 4,66% | 5,09% | 0,75% | 1,33% | -0,45% | 2,27% |
| Media | 3,83% | 5,71% | 2,30% | 4,05% | 4,55% | 6,57% | 3,38% | 3,85% | 0,03% | 0,56% | -1,13% | 1,56% |

CUADRO 2. Niveles de eficiencia.

| | (1) Eficiencia técnica total | | | (2) Eficiencia técnica pura | | | (3) Eficiencia de escala (1)/(2) | | | | | |
|---------------|------------------------------|--------------|--------------|-----------------------------|--------------|--------------|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1964-91 | 1964-73 | 1973-85 | 1985-91 | 1964-91 | 1964-73 | 1973-85 | 1985-91 | 1964-91 | 1964-73 | 1973-85 | 1985-91 |
| Andalucía | 1,387 | 1,401 | 1,404 | 1,329 | 1,305 | 1,261 | 1,332 | 1,309 | 1,064 | 1,111 | 1,055 | 1,015 |
| Aragón | 1,282 | 1,361 | 1,271 | 1,181 | 1,235 | 1,313 | 1,226 | 1,143 | 1,037 | 1,036 | 1,036 | 1,033 |
| Asturias | 1,321 | 1,306 | 1,329 | 1,310 | 1,268 | 1,254 | 1,278 | 1,260 | 1,042 | 1,041 | 1,039 | 1,041 |
| Baleares | 1,189 | 1,202 | 1,172 | 1,161 | 1,101 | 1,091 | 1,093 | 1,107 | 1,080 | 1,100 | 1,072 | 1,049 |
| Canarias | 1,267 | 1,347 | 1,276 | 1,132 | 1,185 | 1,262 | 1,193 | 1,053 | 1,070 | 1,067 | 1,070 | 1,075 |
| Cantabria | 1,308 | 1,246 | 1,370 | 1,287 | 1,159 | 1,081 | 1,221 | 1,166 | 1,130 | 1,154 | 1,122 | 1,104 |
| Cataluña | 1,077 | 1,058 | 1,091 | 1,076 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,077 | 1,058 | 1,091 | 1,076 |
| C-León | 1,470 | 1,548 | 1,487 | 1,336 | 1,458 | 1,541 | 1,473 | 1,321 | 1,009 | 1,005 | 1,010 | 1,011 |
| C-Mancha | 1,479 | 1,468 | 1,524 | 1,421 | 1,435 | 1,418 | 1,478 | 1,386 | 1,031 | 1,036 | 1,031 | 1,025 |
| Extremadura | 1,654 | 1,548 | 1,797 | 1,531 | 1,543 | 1,425 | 1,676 | 1,453 | 1,072 | 1,086 | 1,072 | 1,054 |
| Galicia | 1,640 | 1,695 | 1,659 | 1,556 | 1,614 | 1,675 | 1,630 | 1,526 | 1,016 | 1,012 | 1,018 | 1,019 |
| Madrid | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Murcia | 1,395 | 1,494 | 1,368 | 1,294 | 1,274 | 1,365 | 1,263 | 1,165 | 1,095 | 1,095 | 1,084 | 1,111 |
| Navarra | 1,205 | 1,232 | 1,221 | 1,144 | 1,067 | 1,069 | 1,086 | 1,044 | 1,129 | 1,152 | 1,124 | 1,096 |
| P. Vasco | 1,054 | 1,008 | 1,080 | 1,061 | 1,042 | 1,004 | 1,066 | 1,044 | 1,011 | 1,004 | 1,012 | 1,016 |
| La Rioja | 1,311 | 1,376 | 1,321 | 1,219 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,311 | 1,376 | 1,321 | 1,219 |
| C. Valenciana | 1,228 | 1,206 | 1,245 | 1,211 | 1,222 | 1,197 | 1,238 | 1,207 | 1,006 | 1,008 | 1,006 | 1,003 |
| Media | 1,310 | 1,323 | 1,330 | 1,250 | 1,230 | 1,233 | 1,250 | 1,187 | 1,069 | 1,079 | 1,068 | 1,056 |

La evolución de la eficiencia media a lo largo del tiempo (gráfico 2) muestra un comportamiento poco estable. Así, mientras que en la etapa de crecimiento (1964-73) y en la década de los ochenta se producen mejoras de eficiencia, desde 1973 hasta finales de la década de los setenta la ineficiencia media aumenta. Para todo el periodo, la ineficiencia media ha caído de 1,33 en 1964 a 1,22 en 1991.

Gráfico 2.- Evolución de la eficiencia media



Las tasas de crecimiento de la PTF así como de sus dos componentes (cambio técnico y cambios de eficiencia) aparecen recogidos en el cuadro 3. En el periodo completo 1964-91, la PTF media de las regiones ha crecido a un ritmo anual del 2,25% como consecuencia tanto de las ganancias de eficiencia (0,30%) como, y sobre todo, del progreso técnico (1,94%). Así, el progreso técnico explica el 84% del crecimiento de la PTF.

Por regiones, nuevamente se constata la existencia de importantes diferencias. Así, coexisten regiones con pérdidas (Galicia) o bajas ganancias de PTF (C. Valenciana y Andalucía) junto con regiones con tasas de crecimiento de la PTF dos puntos por encima de la media nacional (Aragón, Asturias, Baleares y Navarra). Obsérvese asimismo cómo las

ganancias de eficiencia han sido una fuente importante de crecimiento en la PTF en algunas regiones (Aragón, Canarias, Castilla y León y Murcia), lo que pone de manifiesto de nuevo el sesgo que se comete al ignorar la eficiencia en el análisis de la productividad.

Respecto al análisis por subperiodos, la información del cuadro 3 muestra como el crecimiento de la PTF en los periodos 1964-73 y 1973-85 se ha debido básicamente al progreso técnico, mientras que en el periodo de recuperación 1985-91 las ganancias de eficiencia explican más de la mitad del crecimiento de la PTF, siendo especialmente importante su contribución en las regiones de Cantabria, Extremadura y Galicia.

4. FUENTES DE CONVERGENCIA

La utilización de técnicas que incorporan en el análisis del crecimiento la existencia de ineficiencia en la utilización de los factores productivos nos ha permitido descomponer el crecimiento económico de las comunidades autónomas españolas. Así, hemos podido distinguir qué parte del crecimiento de la PTF se debía al desplazamiento de la frontera tecnológica (progreso técnico) y qué parte a la evolución respecto a la frontera tecnológica (cambio en la eficiencia técnica pura) o a las ineficiencias de escala.

La tasa de crecimiento de la productividad del trabajo puede descomponerse como la suma de la tasa de crecimiento de la eficiencia, la tasa de progreso técnico y la contribución del aumento en los inputs utilizados por trabajador¹².

¹²En principio podemos evaluar la contribución de los inputs al crecimiento entre t y t+1 para la tecnología vigente en cada uno de esos periodos, y obtener una estimación apropiada mediante una media geométrica de ambas. Siguiendo la representación del gráfico 1:

$$\left(\frac{y^{t,t+1}}{y^{t,t}} \frac{y^{t+1,t+1}}{y^{t+1,t}} \right)^{1/2} = \left(\frac{OC}{OB} \frac{OF}{OD} \right)^{1/2}$$

Así, el crecimiento (y^{t+1}/y^t) puede descomponerse de modo multiplicativo entre el crecimiento de la PTF (índice de Malmquist) y la contribución de la acumulación de inputs:

$$\frac{y^{t+1}}{y^t} = M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) \left(\frac{y^{t,t+1}}{y^{t,t}} \frac{y^{t+1,t+1}}{y^{t+1,t}} \right)^{1/2} = \frac{OE}{OA}$$

Del mismo modo el crecimiento de la productividad del trabajo se descompone de modo multiplicativo entre el índice de Malmquist y la contribución de la acumulación de inputs por trabajador.

CUADRO 3. Descomposición del crecimiento de la PTF: Tasas de crecimiento.

| | 1964-1991 | | | | 1964-1973 | | | |
|---------------|-------------------------------------|--------|----------------|--------|-------------------------|--------|----------------------|--------|
| | Productividad Total de los Factores | | Cambio técnico | | Eficiencia técnica pura | | Eficiencia de Escala | |
| | PTF | CT | EP | EE | PTF | CT | EP | EE |
| Andalucía | 0,90% | 0,60% | -0,12% | 0,42% | -0,12% | -0,05% | -0,29% | 0,22% |
| Aragón | 3,86% | 3,08% | 0,79% | -0,02% | 5,40% | 3,92% | 1,25% | 0,23% |
| Asturias | 3,42% | 3,08% | 0,38% | -0,04% | 5,62% | 3,98% | 1,36% | 0,28% |
| Baleares | 3,36% | 2,86% | 0,31% | 0,20% | 6,10% | 3,43% | 1,80% | 0,87% |
| Canarias | 1,29% | 0,52% | 0,74% | 0,02% | 2,02% | 0,85% | 1,12% | 0,05% |
| Cantabria | 3,19% | 3,11% | 0,10% | -0,02% | 3,67% | 4,20% | -0,54% | 0,00% |
| Cataluña | 2,98% | 3,10% | 0,00% | -0,12% | 3,76% | 3,92% | 0,00% | -0,15% |
| C-León | 3,09% | 2,48% | 0,65% | -0,04% | 2,27% | 2,01% | 0,26% | 0,00% |
| C-Mancha | 1,77% | 1,65% | 0,12% | 0,00% | -0,71% | 0,08% | -0,74% | -0,05% |
| Extremadura | 1,15% | 1,06% | 0,07% | 0,02% | -2,32% | -0,58% | -1,51% | -0,23% |
| Galicia | -0,20% | -0,72% | 0,55% | -0,04% | -0,71% | -0,74% | 0,10% | -0,07% |
| Madrid | 1,11% | 1,11% | 0,00% | 0,00% | 1,54% | 1,54% | 0,00% | 0,00% |
| Murcia | 2,91% | 1,99% | 1,00% | -0,08% | 4,82% | 3,09% | 1,82% | -0,09% |
| Navarra | 3,40% | 3,08% | 0,19% | 0,13% | 4,17% | 3,91% | -0,17% | 0,44% |
| P. Vasco | 2,93% | 3,13% | -0,13% | -0,07% | 4,27% | 4,27% | 0,00% | 0,00% |
| La Rioja | 2,28% | 2,14% | 0,00% | 0,13% | 0,44% | 1,40% | 0,00% | -0,96% |
| C. Valenciana | 0,77% | 0,77% | -0,01% | 0,01% | 0,23% | -0,29% | 0,54% | -0,02% |
| Media | 2,25% | 1,94% | 0,27% | 0,03% | 2,38% | 2,06% | 0,29% | 0,03% |

CUADRO 3. Descomposición del crecimiento de la PTF: Tasas de crecimiento (cont.).

| | 1973-1985 | | | | 1985-1991 | | | |
|---------------|-------------------------------------|--------|----------------|--------|-------------------------|--------|----------------------|--------|
| | Productividad Total de los Factores | | Cambio técnico | | Eficiencia técnica pura | | Eficiencia de Escala | |
| | PTF | CT | EP | EE | PTF | CT | EP | EE |
| Andalucía | 1,63% | 1,45% | -0,52% | 0,70% | 0,96% | -0,12% | 0,92% | 0,15% |
| Aragón | 3,67% | 3,25% | 0,60% | -0,18% | 1,93% | 1,50% | 0,49% | -0,07% |
| Asturias | 2,28% | 3,20% | -0,71% | -0,21% | 2,40% | 1,50% | 1,10% | -0,20% |
| Baleares | 2,09% | 3,22% | -0,95% | -0,18% | 1,79% | 1,27% | 0,59% | -0,06% |
| Canarias | 1,34% | 1,23% | 0,30% | -0,19% | 0,06% | -1,40% | 1,05% | 0,41% |
| Cantabria | 2,71% | 3,09% | -0,57% | 0,18% | 3,43% | 1,50% | 2,41% | -0,48% |
| Cataluña | 3,04% | 3,29% | 0,00% | -0,25% | 1,68% | 1,50% | 0,00% | 0,18% |
| C-León | 3,96% | 3,32% | 0,71% | -0,07% | 2,58% | 1,50% | 1,13% | -0,06% |
| C-Mancha | 2,89% | 2,91% | -0,08% | 0,06% | 3,27% | 1,50% | 1,82% | -0,05% |
| Extremadura | 2,52% | 2,07% | 0,14% | 0,31% | 3,62% | 1,50% | 2,30% | -0,18% |
| Galicia | -0,48% | -0,45% | 0,00% | -0,03% | 1,12% | -1,21% | 2,33% | 0,00% |
| Madrid | 1,47% | 1,47% | 0,00% | 0,00% | -0,26% | -0,26% | 0,00% | 0,00% |
| Murcia | 2,76% | 2,37% | 0,39% | 0,00% | 0,36% | -0,41% | 0,99% | -0,23% |
| Navarra | 3,15% | 3,25% | -0,11% | 0,01% | 2,74% | 1,50% | 1,35% | -0,11% |
| P. Vasco | 2,38% | 3,09% | -0,58% | -0,14% | 2,01% | 1,50% | 0,55% | -0,05% |
| La Rioja | 4,13% | 3,02% | 0,00% | 1,11% | 1,34% | 1,50% | 0,00% | -0,17% |
| C. Valenciana | 0,88% | 1,43% | -0,59% | 0,04% | 1,36% | 1,04% | 0,33% | -0,01% |
| Media | 2,38% | 2,42% | -0,12% | 0,07% | 1,79% | 0,82% | 1,02% | -0,05% |

Esta descomposición hace posible analizar en detalle el proceso de convergencia en productividad del trabajo experimentado por las CC.AA. durante el periodo 1964-1991. En trabajos anteriores se ha destacado la contribución sistemática de la PTF a la convergencia atribuyéndola al efecto del progreso técnico (Dowrick y Nguyen, 1989; Dollar y Wolff, 1994; Abramovitz, 1994, y Bernard y Jones, 1996 a y b, entre otros para los países de la OCDE, y De la Fuente, 1996 y Mas et al, 1996, para las regiones españolas)¹³.

El análisis de la influencia que cada una de las fuentes del crecimiento (progreso técnico, ganancias de eficiencia y crecimiento en los inputs por trabajador) puede haber tenido sobre la convergencia regional en España es el objeto de este apartado. En el caso de la β -convergencia absoluta nos interesa conocer si el crecimiento de la productividad del trabajo debido a cada uno de esos factores ha sido mayor en las comunidades con menor productividad inicial del trabajo, en cuyo caso ese factor habrá contribuido a la convergencia; menor en las comunidades con menor productividad inicial, en cuyo caso habrá generado divergencia; o no tiene relación alguna con la situación inicial, en cuyo caso no tendrá ningún efecto sobre la convergencia.

En cada periodo podemos estimar mediante MCO la relación existente entre el crecimiento medio durante el periodo de la productividad del trabajo y de cada uno de sus componentes respecto al logaritmo de la productividad inicial del trabajo. El efecto sobre la convergencia dependerá del signo del parámetro que acompaña al logaritmo de la productividad inicial. Un signo negativo indica convergencia y uno positivo divergencia. Por otra parte, es fácil ver que el parámetro de convergencia total es igual a la suma de los parámetros correspondientes a las fuentes de crecimiento, por lo que podemos descomponer la convergencia en productividad del trabajo entre la contribución debida al progreso técnico, al cambio en la eficiencia y a la utilización de más inputs por trabajador.

En concreto, podemos estimar la contribución relativa de cada factor a la convergencia entre los años 0 y T tomando diferencias logarítmicas entre ambos y mediante las siguientes regresiones:

$$\left(\frac{dy_i}{T}\right) = c + b \cdot \log y_{i0} + u_i \quad [11]$$

$$\left(\frac{dy_{EP_i}}{T}\right) = c_{EP} + b_{EP} \cdot \log y_{i0} + u_{EP_i} \quad [12]$$

¹³ Sin embargo, hay que recordar que estos trabajos no consideran la existencia de ineficiencia como uno de los componentes de la PTF.

$$\left(\frac{dy_{EE_i}}{T}\right) = c_{EE} + b_{EE} \cdot \log y_{i0} + u_{EE_i} \quad [13]$$

$$\left(\frac{dy_{CT_i}}{T}\right) = c_{CT} + b_{CT} \cdot \log y_{i0} + u_{CT_i} \quad [14]$$

$$\left(\frac{dy_{PTF_i}}{T}\right) = c_{PTF} + b_{PTF} \cdot \log y_{i0} + u_{PTF_i} \quad [15]$$

$$\left(\frac{dy_{I_i}}{T}\right) = c_I + b_I \cdot \log y_{i0} + u_{I_i} \quad [16]$$

donde $\log y_{i0}$, el logaritmo del nivel inicial de la productividad del trabajo, es siempre el único regresor. La variable dependiente es la tasa anual de crecimiento de la productividad del trabajo en la ecuación [11], la contribución media de las ganancias de eficiencia pura (*EP*) a ese crecimiento en la ecuación [12], la contribución media del efecto escala (*EE*) en la ecuación [13], la contribución media del progreso técnico (*CT*) en la ecuación [14], la contribución media del crecimiento de la PTF en la ecuación [15] y la contribución media de la acumulación de inputs por trabajador (*I*) en la ecuación [16]. Además, puede comprobarse que entre los estimadores de esos parámetros se establecen relaciones como:

$$\hat{b} = \hat{b}_{EP} + \hat{b}_{EE} + \hat{b}_{CT} + \hat{b}_I = \hat{b}_{PTF} + \hat{b}_I \quad [17]$$

En el cuadro 4 se ofrecen los resultados para el periodo 1964-91 y para los subperiodos 1964-73, 1973-85 y 1985-91. En la columna 1 se observa la existencia de convergencia en los niveles de productividad del trabajo a lo largo del periodo. Su magnitud acumulada (-2,03%) y su pauta temporal, se corresponden con los resultados habitualmente ofrecidos por la literatura. Así, ha existido convergencia tanto en el periodo 1964-73 (-2,26%) como durante la crisis de 1973-85 (-2,74%), intensificándose en el subperiodo final (-4,23%). Mayor interés reviste el análisis de la descomposición de ese proceso de convergencia en función de las diferentes fuentes de crecimiento.

En la columna 2 se ofrece el efecto inducido sobre la convergencia por el cambio en la eficiencia pura. Como puede observarse, el efecto acumulado en el conjunto del periodo (-0,51%) es prácticamente nulo y no resulta estadísticamente significativo. En el subperiodo 1964-73 su efecto, aunque divergente, resulta inapreciable (+0,57%) y no significativo. Por el contrario, en el periodo 1973-85 el cambio en la eficiencia ha supuesto una fuente de convergencia (-0,87%), aunque continúe sin ser estadísticamente significativa. Durante el periodo de crisis económica, que afectó especialmente a determinados sectores industriales,

las comunidades con mayores niveles de productividad del trabajo, más industrializadas, habrían experimentado pérdidas de eficiencia en términos relativos. Finalmente, durante el periodo 1985-91 la eficiencia representa una fuente significativa de convergencia (-4,33%) debido a que son las comunidades con menos productividad del trabajo las que mejoran en términos relativos su eficiencia. En definitiva, la contribución de la eficiencia pura a la convergencia en productividad del trabajo se caracteriza por su variabilidad, ya que en algunos periodos genera divergencia y en otros convergencia, y por su magnitud cada vez mayor.

En la columna 3 aparecen los resultados relativos al efecto escala. Su contribución a la convergencia es siempre pequeña, no resultando significativa en periodo alguno. Esto se debe su escasa influencia en el propio crecimiento regional. En todo caso, las estimaciones relativas al periodo 1973-85 podrían ser indicativas de un mayor impacto de la crisis en las comunidades más desarrolladas debido al efecto escala, con el consiguiente impulso a la convergencia (-0,58%).

El efecto del progreso técnico se ofrece en la columna 4. Los resultados indican que el progreso técnico ha sido una fuente sistemática y significativa de divergencia. Tanto en el conjunto del periodo como en cada uno de los subperiodos considerados, las comunidades con mayor productividad inicial han experimentado un mayor progreso técnico relativo. Así, el efecto en el conjunto del periodo ha sido +2,92%, siendo algo mayor en el subperiodo inicial de expansión 1964-73 (+5,57%) y algo menor durante la crisis 1973-85 (+2,48%) y el subperiodo 1985-91 (+1,55%). Este resultado resulta razonable si se considera que son las comunidades más desarrolladas las que introducen las innovaciones. Esto hace que sean las primeras en adoptarlas y, además, el progreso técnico tiende a adaptarse a las características de este tipo de economías, más parecidas a las de los países líderes. Por todo ello, el progreso técnico beneficia de modo especial a las comunidades más desarrolladas.

La columna 5 muestra los resultados correspondientes a la PTF. Dado que el crecimiento de la PTF es la agregación del cambio en eficiencia (pura y efecto escala) y del progreso técnico, su contribución a la convergencia se corresponde con su efecto neto. En consecuencia el efecto acumulado en el periodo ha sido divergente (+2,33%) debido al progreso técnico, contradiciendo la evidencia aportada por trabajos anteriores (De la Fuente, 1996 y Mas et al., 1996). Esto sucede con especial intensidad en el subperiodo 1964-73 (+6,29%) por idénticas razones. Durante el subperiodo 1973-85 sigue generando divergencia (+1,02%), aunque a un ritmo inferior y sin ser estadísticamente significativo en este caso, puesto que el efecto del cambio de la eficiencia y del progreso técnico se contrarrestan

mutuamente. Sin embargo, durante el último subperiodo la PTF parece generar una ligera convergencia (-2,56%) aunque, de nuevo, se trata de un resultado no significativo. En este caso, la fuerte convergencia inducida por el comportamiento de la eficiencia es compensada parcialmente por la divergencia debida al progreso técnico.

CUADRO 4. Fuentes de convergencia regional en España

| | [1] Y/L | [2] EP | [3] EE | [4] CT | [5] PTF | [6] Inputs |
|----------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1964-91 | -0,0203 (-13.902) [0.93] | -0,0051 (-1.528) [0.13] | -0,00088 (-0.692) [0.03] | 0,0292 (3.122) [0.40] | 0,0233 (2.227) [0.25] | -0,0436 (-3.984) [0.51] |
| 1964-73 | -0,0226 (-2.212) [0.23] | 0,0057 (0.586) [0.02] | 0,0015 (0.389) [0.01] | 0,0557 (3.854) [0.50] | 0,0629 (2.792) [0.34] | -0,0855 (-4.187) [0.54] |
| 1973-85 | -0,0274 (-4.743) [0.60] | -0,0087 (-1.634) [0.15] | -0,0058 (-1.447) [0.12] | 0,0248 (2.176) [0.24] | 0,0102 (0.724) [0.03] | -0,0376 (-2.863) [0.35] |
| 1985-91 | -0,0423 (-6.082) [0.71] | -0,0433 (-5.600) [0.67] | 0,0021 (0.667) [0.09] | 0,0155 (0.898) [0.05] | -0,0256 (-1.405) [0.12] | -0,0166 (-0.893) [0.05] |

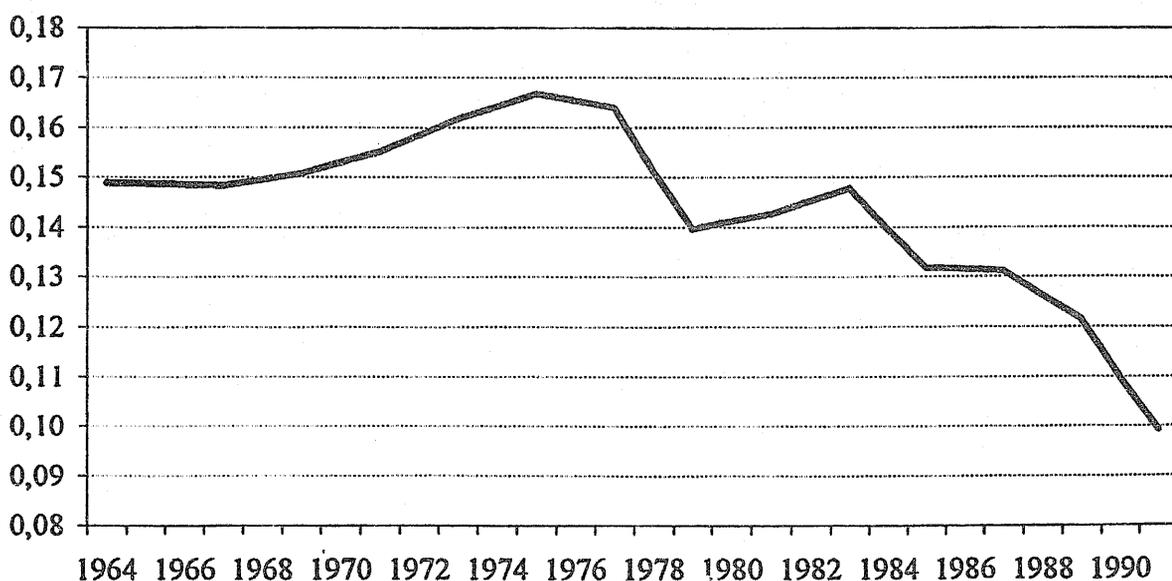
Finalmente, el efecto de la acumulación de inputs por trabajador, que podría asociarse al típico mecanismo neoclásico de convergencia, puede apreciarse en la columna 6. Se trata de una fuente sistemática, y generalmente significativa, de convergencia tanto en el conjunto del periodo (-4,36%) como en cada uno de los subperiodos: 1964-73 (-8,55%); 1973-85 (-3,76%) y 1985-91 (-1,66%). Así pues, la acumulación de factores productivos ha sido mayor en las comunidades con menores niveles iniciales de productividad del trabajo y, como resultado, ésta ha tendido a converger a nivel regional. Sin embargo, los resultados ponen de manifiesto que su contribución resulta cada vez menor, careciendo incluso de significatividad estadística en el último subperiodo.

Llegados a este punto, resulta posible profundizar en la evolución seguida por la productividad regional del trabajo en España. Así, la magnitud de la convergencia en el subperiodo 1964-73 es similar a la del subperiodo 1973-85. Sin embargo, existe una apreciable diferencia de grado. En el primer caso se debe al intenso efecto convergencia de la acumulación de factores que contrarresta la fuerte divergencia inducida por el progreso técnico. En el segundo, el moderado efecto convergente conjunto de la acumulación de

factores y de las ganancias de eficiencia contrarresta el efecto divergente asimismo moderado del progreso técnico. Finalmente, la convergencia en el subperiodo 1985-91 se debe fundamentalmente al efecto del cambio en la eficiencia, con una mayor aproximación relativa de las comunidades menos desarrolladas a la frontera tecnológica, antes que a la cada vez más débil influencia de la acumulación factorial. Por otra parte, hay que destacar el efecto divergente provocado por el progreso técnico. Este fenómeno puede explicar en buena medida lo lenta que resulta la convergencia. Puesto que el crecimiento es consustancial al progresivo desplazamiento de la frontera tecnológica puede considerarse, hasta cierto punto, que la divergencia está ligada al crecimiento debido a la propia naturaleza de este último.

Los resultados obtenidos nos han permitido descomponer la contribución a la convergencia en productividad del trabajo de las diferentes fuentes de crecimiento, entre ellas, el cambio en la eficiencia. A continuación vamos a analizar la evolución de las desigualdades de la eficiencia entre las comunidades autónomas españolas. Con este objetivo, el gráfico 3 muestra la evolución de la desviación típica del logaritmo de la ineficiencia a lo largo del periodo¹⁴. Se aprecia cómo las desigualdades se han reducido a lo largo del tiempo. Sin embargo, dicho proceso de convergencia no ha sido uniforme. Así, se aprecia una fase de ausencia de convergencia e incluso de divergencia hasta finales de los 70's seguida de una fase de convergencia hasta principios de los 90's que sólo se ve interrumpida durante la crisis de principios de los 80's.

**Gráfico 3.- Sigma convergencia en eficiencia
(Desv. típica del Ln)**



¹⁴ El análisis de la evolución en el tiempo de las desigualdades entre regiones utilizando algún estadístico de dispersión corresponde a la idea de σ -convergencia.

5. CONCLUSIONES

Los estudios que han analizado el proceso de convergencia en los países de la OCDE han puesto de manifiesto la importancia de la asimilación y difusión tecnológica como mecanismo de convergencia en la productividad del trabajo. Así, trabajos como el de Dowrick y Nguyen (1989) muestran que el proceso de *catch-up* tecnológico ha contribuido a la convergencia en la productividad del trabajo en los países de la OCDE, siendo su contribución incluso superior a la acumulación de capital en el periodo 1960-73.

Los trabajos que han analizado la importancia de la convergencia tecnológica se basan generalmente en el estudio de la PTF, estimada ésta mediante la utilización de aproximaciones no frontera (contabilidad del crecimiento o números índices). Sin embargo, el problema que presenta tal aproximación a la medición de la PTF es que se obtienen estimaciones sesgadas del progreso técnico en presencia de ineficiencia. En consecuencia, no cabe identificar progreso técnico con ganancias de PTF en presencia de ineficiencia.

En este contexto el objetivo de este trabajo ha sido analizar la importancia de la eficiencia y del progreso técnico en el proceso de convergencia en productividad del trabajo observado en las regiones españolas en el periodo 1964-91, utilizando para ello una aproximación frontera a la medición de la productividad que permite descomponer las ganancias de PTF en progreso técnico y ganancias de eficiencia.

Los resultados obtenidos muestran la existencia de importantes niveles de ineficiencia en las regiones españolas, si bien se ha producido una reducción de dichos niveles en el periodo analizado. La comparación de los niveles de eficiencia entre regiones muestra la existencia de importantes desigualdades, siendo Extremadura y Galicia las regiones menos eficientes, con niveles de ineficiencia muy por encima de Cataluña, País Vasco y Madrid.

Los resultados son contrarios a los obtenidos en trabajos anteriores que no consideran la existencia de ineficiencia en su análisis. Así, lejos de existir un proceso de catching-up tecnológico, el progreso técnico ha jugado en contra de la convergencia en productividad del trabajo en todos los subperiodos considerados, dado que el cambio técnico ha sido siempre mayor en las regiones más ricas.

No obstante, la descomposición de las ganancias de productividad en ganancias de eficiencia y progreso técnico muestra que, en el subperiodo 1985-91, las ganancias de eficiencia

han sido un importante mecanismo de convergencia en productividad del trabajo, siendo su contribución más importante que la de la acumulación de capital.

Así, los resultados obtenidos contradicen los de otros trabajos que muestran como las mayores ganancias de PTF de las regiones más pobres han favorecido la convergencia en productividad del trabajo. Por el contrario, los resultados obtenidos en este trabajo muestran como son las regiones ricas (con mayor productividad del trabajo) las que han experimentado mayores crecimiento de la PTF (sobre todo a través de un mayor progreso técnico), actuando en consecuencia como mecanismo de divergencia. En conclusión, lejos de haberse producido un mecanismo de “contagio” a través de la transferencia tecnológica, el principal mecanismo de convergencia ha sido el mayor ritmo de acumulación de capital de las regiones pobres.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abramovitz, M. (1986). "Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind", *Journal of Economic History*, 46, pp. 385-406.
- Abramovitz, M. (1990). "The Catch-up Factor in Postwar Economic Growth", *Economic Enquiry* 28(1), pp.1-18.
- 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.
- Banker, R. D., A. Charnes y W. W. Cooper (1984) "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science* 30 (9), pp.1078-92.
- Barro, R.J., N. y X. Sala-i-Martin (1995). *Economic Growth*, McGraw-Hill. New York.
- Bernard, A. B. y Jones, C. I. (1996a). "Technology and Convergence", *The Economic Journal* 106, pp.1037-1044.
- Bernard, A. B. y Jones, C. I. (1996b). "Productivity Across Industries and Countries: Time Series Theory and Evidence", *The Review of Economics and Statistics*, pp.135-146.
- Caves, D.W., L.R. Christensen y W.E. Diewert (1982). "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and Productivity". *Econometrica* 50, pp.1393-1414.
- De la Fuente, A. (1996): "Economía regional desde una perspectiva neoclásica. De convergencia y otras historias", *Revista de Economía Aplicada*, Vol. 4(10), pp. 5-63.
- Denison, E.F.(1972). "Classification of Sources of Growth", *Review of Income and Wealth* 18, pp.1-25.
- Dolado, J.; González-Páramo, J.M.; y Roldán, J.M. (1994). "Convergencia entre las provincias españolas", *Moneda y Crédito*, Núm. 198, pp. 91-119.
- Dollar, D. y Wolff, E.N. (1994). "Capital Intensity and TFP Convergence by Industry in Manufacturing, 1963-1985", en *Convergence of Productivity, Cross-National Studies and Historical Evidence*, pp. 197-224, Baumol, William J., Nelson, Richard, R. y Wolff, Edward N (Eds.), Oxford University Press.
- Dowrick, S. y Nguyen, D. (1989). "OECD Comparative Economic Growth 1950-85: Catch-up and Convergence", *American Economic Review*, December, 79(5), pp. 1010-30.
- Färe, R.; Grosskopf, S., Morris, M. y Zhang, Z. (1994). "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency in Industrialized Countries", *American Economic Review* 84(1), pp.66-82.
- Färe, R. y C.A.K. Lovell (1978). "Measuring the Technical Efficiency of Production", *Journal of Economic Theory* 19, pp.150-162.
- Farrell, M. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistics Society, Series A, General*, 120(3), pp.253-282
- Fecher, F. y Perelman S. (1992). "Productivity Growth and Technical Efficiency in OECD Industrial Activities", en *Industrial Efficiency in Six Nations*, Richard Caves (Ed.), pp.459-488. MIT Press, Cambridge Massachusetts.

- Fundación BBV/IVIE (1996): *El Stock de Capital en la Economía Española*, Mas, M.; Pérez, F. y E. Uriel (directores), 2ª edición revisada, 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, M. y Maudos, J. (1996). "Eficiencia productiva sectorial en la regiones españolas: una aproximación frontera", *Revista Española de Economía* 13(2), pp.239-260 .
- Malmquist, S. (1953). "Index Numbers and Indifference Surfaces". *Trabajos de Estadística* 4. pp.209-242
- Mas, M.; Maudos, J.; Pérez, F. y Uriel, E. (1994): "Disparidades regionales y convergencia en las CC.AA.", *Revista de Economía Aplicada*, Vol. II (4), pp. 129-148.
- Mas, M.; Maudos, J.; Pérez, F. y Uriel, E. (1995a): "Growth and convergence in the Spanish provinces", en *Convergence and Divergence among European regions*, Armstrong y Vickerman (eds.), Pin Ed. cap. 13, pp. 67-88.
- Mas, M.; Maudos, J.; Pérez, F. y Uriel, E. (1995b): "Public capital and convergence in the Spanish regions", *Entrepreneurship and Regional Development*, Vol. 7, Núm. 4, pp. 309-327.
- Mas, M.; Maudos, J.; Pérez, F. y Uriel, E. (1996): "Public capital, productive efficiency and convergence in the Spanish regions. 1964-91", ponencia presentada en *36th European Congress of the Regional Science Association*, Zurich (Suiza), 26-30 de agosto.
- Meeusen, W. y J. Van den Broeck (1977). "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Function with Composed Error", *International Economic Review* 18, pp. 435-444.
- Moorsteen, R.H. (1961). "On the Measuring Productive Potencial and Relative Efficiency". *Quarterly Journal of Economics* 75, pp.451-467.
- Perelman, S. (1995). "R&D, Technological Progress and Efficiency Change in Industrial Activities" *The Review of Income and Wealth* 41(3), pp.349-366.
- Pérez, F.; Goerlich, F.J. y Mas, M. (1996): *Capitalización y crecimiento en España y sus regiones 1955-95*, Fundación BBV, Bilbao.
- Raymond, J.L. y García, B. (1994): "Las disparidades en el PIBpc entre las CC.AA. y la hipótesis de convergencia", *Papeles de Economía Española*, Núm. 59, pp. 37-58.
- Raymond, J.L. y García, B. (1996): "Distribución regional de la renta y movimientos migratorios", *Papeles de Economía Española*, Núm. 67, pp. 185-201.
- Shephard, R.W. (1970). *Theory of Cost and Production Function*, Princenton University Press. Princenton, NJ.
- Solow, Robert W. (1957). "Technical Change and the Aggregate Production Function", *Review of Economics and Statistics*, August 39(3). pp.312-320.