

El papel del capital público y el capital humano en el crecimiento de las CC.AA. españolas: un análisis mediante datos de panel*

Ramón María-Dolores y María del Carmen Puigcerver

RESUMEN: En este trabajo se observa el papel del capital público y humano en la renta y el crecimiento a largo plazo de las CC.AA. españolas mediante una versión extendida del modelo de crecimiento de Solow y se contrasta la principal implicación del mismo de que el crecimiento económico a largo plazo viene determinado solamente por el progreso técnico, que es exógeno. Con dicho fin se estima un panel de datos con efectos fijos y se obtienen varios resultados de interés. En primer lugar, se obtienen conclusiones favorables sobre la capacidad predictiva del modelo de Solow para las CC.AA. españolas, dado su alto grado de ajuste y el cumplimiento de la principal restricción del modelo. No obstante, se encuentra evidencia en contra de la otra predicción básica del modelo de Solow de que el crecimiento a largo plazo viene determinado solamente por el progreso técnico, que es exógeno. La principal razón es la fuerte correlación observada entre el crecimiento de la población ocupada y la tasa de crecimiento de la producción por empleado. También se obtiene un papel relevante del capital humano. En segundo lugar, se elabora una medida de la tasa de crecimiento de la Productividad Total de los Factores (PTF) utilizando el índice de Divisia-Tornqvist y se obtiene que es independiente de la inversión en capital privado y de la tasa de crecimiento de la población ocupada. Solamente aparecen ligeramente significativas la inversión en capital humano y la inversión en capital público. Este resultado sí sería más consistente con las predicciones del modelo de Solow.

Clasificación JEL: H54, O41, O47

Palabras clave: crecimiento, capital público, capital humano, índice Divisia Tornqvist, PTF.

* Agradecemos al proyecto 1/BBVA00044.321-15466 de la Fundación BBVA la ayuda recibida para la realización de este trabajo, así como a dos evaluadores anónimos por sus comentarios que contribuyeron a mejorar sustancialmente el mismo.

Dirección para correspondencia: Departamento de Fundamentos del Análisis Económico, Facultad de Economía y Empresa, Universidad de Murcia. E-mail: ramonmar@um.es, mcpuig@um.es

Recibido: 11 de marzo de 2004 / Aceptado: 30 de junio de 2005.

The role of human and public capital in the Spanish regions growth: a panel data analysis

ABSTRACT: In this work we observe the role of public and human capital through an extended version of the Solow model, and we test its main implication that in the long run growth is only driven by technological progress, which is exogenous. We estimate a panel data with fixed effects and we obtain several interesting results. First, we obtain favourable conclusions about the predictive capacity of the Solow model for the Spanish regions and that the main restriction of the model holds. However, we find evidence against the other basic prediction of the Solow model that the long run growth rate is only determined by technological progress that is exogenous. The principal reason is the observed strong correlation between the growth rates of the labour force and production per worker. We also obtain a relevant role of human capital. Second, we elaborate a measure of the rate of growth of the Total Factor Productivity (TFP) using the Divisia-Tornqvist index and we find that it is independent of the investment in private capital and the growth rate of labour force. Its only appear weakly significant the investment in human and public capital variables. This result could be consistent with the prediction of the Solow model.

Key words: Divisia-Tornqvist index, growth, human capital, public capital, TFP.

JEL Codes: H54, O41, O47

1. Introducción

El principal objetivo de este trabajo es observar el papel del capital público y el capital humano en el modelo de crecimiento de Solow y contrastar lo que, a nuestro juicio, es la principal implicación del modelo de Solow: el crecimiento económico a largo plazo viene determinado solamente por el progreso técnico, que es exógeno. Concretamente, se trata de observar si la tasa de crecimiento a largo plazo depende de las variables que determinan el nivel de renta a largo plazo en el modelo de Solow, tales como la tasa de inversión en capital físico y el crecimiento de la población ocupada. Asimismo, se extiende el modelo de Solow para desagregar la inversión total en privada y pública e incluir la inversión en capital humano. La principal motivación para llevar a cabo este análisis no es otra que la necesidad de examinar con mayor detalle cual ha sido el papel desempeñado por el capital público y el capital humano en el proceso de crecimiento de las Comunidades Autónomas (CC.AA.) españolas, ya que estas dos variables han sido, por un lado, las más estudiadas dentro de las contribuciones teóricas a la teoría del crecimiento y, por otro lado, existe suficiente evidencia empírica sobre la relevancia de las mismas en el proceso de crecimiento entre países y regiones ¹.

¹ A nivel teórico, destacar las primeras contribuciones debidas a Lucas (1988) y Barro (1990). En cuanto a estudios sobre la influencia del capital humano en las tasas de crecimiento de distintos países destacan Mankiw, Romer y Weil (1992) y Benhabib y Spiegel (1994), entre otros. Para un ensayo sobre la influencia de la inversión en infraestructuras véase Gramlich (1994).

Hasta fechas muy recientes, el análisis empírico del crecimiento de las CC.AA. españolas se ha centrado en contrastar las principales implicaciones de los modelos neoclásicos de crecimiento (Solow, 1956 y Swan, 1956) mediante la estimación de ecuaciones de convergencia para contrastar si el PIB per capita converge o no hacia un estado estacionario común o diferente para cada Comunidad Autónoma². Sin embargo en este trabajo se pretende analizar la influencia del capital público y del capital humano. Existe un gran número de trabajos que han encontrado evidencia a favor de la importancia de ambas variables. Destacan, entre otras, las aportaciones de Serrano (1997, 1999) donde se muestra que el aumento en el nivel de cualificación de los trabajadores españoles ha contribuido de manera muy significativa a elevar la productividad de las CC.AA. españolas. Por otro lado, de la Fuente (2002) utiliza un modelo de crecimiento en el que aparecen, junto a la acumulación de capital, el catch-up tecnológico y el capital humano. Sus resultados indican que el proceso de convergencia de las CC.AA. españolas se debe fundamentalmente al catch-up tecnológico, la eliminación de disparidades en el nivel de capital humano entre regiones y la redistribución del empleo entre regiones. En materia de capital público destacan, entre otros, los trabajos de Más *et al.* (1994), Gorostiaga (1999) y Bajo y Díaz-Roldán (2003), cuyos resultados encuentran evidencia a favor de un efecto positivo de la inversión en capital público sobre el crecimiento del PIB per capita. Asimismo, existen otras variables explicativas del proceso de crecimiento de las regiones españolas de gran relevancia tales como, flujos migratorios, estructura sectorial, situación geográfica, etc., que se han tenido en cuenta en otra serie de estudios³.

El primer intento riguroso de contrastar empíricamente las implicaciones del modelo de Solow fue llevado a cabo por Mankiw, Romer y Weil (MRW, 1992). En dicho estudio contrastaron los resultados derivados directamente del modelo de Solow básico y encontraron evidencia a favor de su predicción de que a largo plazo, el nivel de producción por empleado de estado estacionario en cada país se relacionaba positivamente con la tasa de ahorro y negativamente con la tasa de crecimiento de la población activa. A pesar de ello, obtuvieron un resultado que otorgaba cierta inconsistencia al modelo: el valor para la participación del capital en la renta que se derivaba implícitamente de sus estimaciones casi duplicaba el valor convencional en la literatura. Sin embargo, consiguen resolver este resultado contra intuitivo ampliando el modelo de Solow para incluir una variable que capturara los efectos del capital humano.

A pesar de la relevancia de los resultados obtenidos por MRW (1992), existe poca evidencia sobre la aplicación del modelo de crecimiento de Solow para las CC.AA. españolas en la literatura empírica. De hecho, la mayoría de los estudios existentes se centran en la contrastación de las principales implicaciones sobre la velocidad de convergencia al estado estacionario del modelo Neoclásico de crecimiento. Debido a

² Véase en de la Fuente (1996) un ensayo sobre algunas de las ideas clave de esta literatura empírica sobre convergencia y algunos resultados para las Comunidades Autónomas españolas.

³ La influencia de los flujos migratorios en el proceso de convergencia y crecimiento se analiza en Dolado *et al.* (1994) y Lamo (2000), entre otros. Las aportaciones de Más *et al.* (1994), Raymond y García (1994), García Milá y Marimón (1999) y de la Fuente y Freire (2000) se centran en la influencia de la estructura sectorial en el crecimiento.

la escasez de estudios empíricos en esta materia, el objetivo principal de este trabajo es aportar mayor evidencia sobre el modelo Neoclásico de crecimiento, mediante el empleo de un panel de datos de las CC.AA. españolas durante el período 1965-98 obtenidos de la Fundación BBVA-IVIE. Como se discutirá posteriormente, no está claramente definida la bondad del ajuste de la especificación de MRW, pudiendo ser atribuida a elementos que son comunes a distintos modelos de crecimiento económico, por ejemplo, el uso de la función de producción Cobb-Douglas y cuanto del ajuste se debe a elementos específicos del modelo de Solow, por ejemplo, la exogeneidad de la tasa de crecimiento a largo plazo. De hecho, Bernanke y Gürkaynak (2001) (en adelante BG) muestran que la formulación de MRW es un marco de referencia útil para analizar todo modelo de crecimiento que admita una senda de crecimiento equilibrado.

Con este propósito se sigue la propuesta original de BG para evaluar el modelo de Solow con datos de CC.AA. españolas. En particular, se contrasta la predicción clave del modelo de Solow de que el crecimiento económico a largo plazo se determina solamente por el progreso técnico exógeno y es independiente, por tanto, de variables tales como la tasa de ahorro, la tasa de escolarización y el crecimiento de la población ocupada. Para dicho fin, se construye un panel de datos cuatrienal para las Comunidades Autónomas españolas que abarca el período 1965-1998.

La contribución de este trabajo resulta de interés por dos razones. En primer lugar, tal y como Sala-i-Martin (2000) señala, los supuestos del modelo de Solow son mucho más creíbles en un contexto regional que a nivel de países, resultando por tanto de gran utilidad el análisis del modelo de Solow a nivel regional, dado que sus resultados pueden diferir considerablemente según el contexto del análisis. En segundo lugar, se considera por separado la contribución del capital público mediante una versión ampliada del modelo de Solow.

A través del planteamiento señalado, se estima un panel de datos con efectos fijos y se obtienen varios resultados de interés. En primer lugar, se encuentra evidencia en contra de la predicción básica del modelo de Solow de que el crecimiento a largo plazo viene determinado solamente por el progreso técnico, que es exógeno. La principal razón es la fuerte correlación observada entre el crecimiento de la población ocupada y la tasa de crecimiento de la producción por empleado. También se obtiene un papel relevante del capital humano de acuerdo con los resultados derivados por de la Fuente (2002). Sin embargo, estos resultados podrían estar inducidos por el hecho de que las CC.AA. no se encuentren en estado estacionario sino en fase de transición. Por ello, elaboramos una medida de la tasa de crecimiento de la Productividad Total de los Factores (PTF) que es independiente de ese supuesto, utilizando el índice de Divisia-Tornqvist y se obtiene que no depende de la inversión en capital privado y de la tasa de crecimiento de la población ocupada. Solamente resultan ligeramente significativas (a un nivel del 10%) la inversión en capital humano y la inversión en capital público. Este resultado, por tanto, está más en consonancia con el supuesto del modelo de Solow de exogeneidad del crecimiento de largo plazo.

El resto del trabajo se estructura de acuerdo con el siguiente esquema. En la sección 2, se muestra que los supuestos subyacentes en el modelo de Mankiw, Romer y

Weil se pueden dividir en dos grupos: (i) los aplicables a cualquier modelo de crecimiento con una senda de crecimiento equilibrada, y (ii) los específicos del modelo de Solow. En la sección 3, se procede a realizar un análisis empírico del modelo de Solow bajo el supuesto de que las CC.AA. están en el estado estacionario y se propone un contraste, que envuelve las ecuaciones que determinan la renta y la tasa de crecimiento de la renta en el largo plazo. Más adelante, ante la duda que plantea el hecho de que las CC.AA. se encuentren o no en estado estacionario, se procede a analizar las tasas de crecimiento a largo plazo de la PTF. Con dicho fin, en la sección 4 se elabora una medida de la participación del factor trabajo en la renta de las CC.AA. españolas y se contrasta si la tasa de crecimiento de la PTF calculada con dicha medida mediante el uso del índice de Divisia-Tornqvist, es independiente o no de las variables explicativas de la renta per capita en el contexto del modelo de Solow. Finalmente, en la sección 5 se presentan las conclusiones de este trabajo.

2. El marco de MRW generalizado

En este apartado se aplica la metodología originalmente propuesta por Bernanke y Gürkaynak (2001) para mostrar que el marco planteado por Mankiw, Romer y Weil (1992) puede dividirse en dos componentes: (i) una estructura general aplicable a cualquier modelo que admita una senda de crecimiento equilibrado, y (ii) un conjunto de restricciones impuestas por el modelo específico bajo estudio.

El marco de MRW se puede replantear mediante cuatro ecuaciones: una función de producción y las ecuaciones de la evolución del capital privado, el capital público y el capital humano. Se supone que el nivel de producción en una región en un período t , Y_t , depende de cinco factores de producción: (i) trabajo, L_t ; (ii) capital privado, K_{prt} ; (iii) capital público, K_{pubt} ; (iv) capital humano, H_t , y (v) un índice tecnológico, Z_t . Los factores K_{prt} , K_{pubt} y H_t se acumulan mediante la renuncia a parte de la producción actual y el factor Z_t se acumula como consecuencia de la actividad económica sin que implique sacrificio alguno del nivel de producción. Estas cinco categorías de factores de producción se combinan para obtener el nivel de producción de la economía a través de una función de producción Cobb-Douglas que viene dada por,

$$Y_t = K_{prt}^\alpha H_t^\beta K_{pubt}^\gamma (Z_t L_t)^{1-\alpha-\beta-\gamma} \quad [1]$$

donde α , β y γ , son números positivos que toman valores entre 0 y 1.

El nivel de producción puede consumirse o transferirse a capital privado, K_{prt} , capital público, K_{pubt} , o capital humano, H_t . Por tanto, la ecuación de vaciado de mercado tiene la siguiente forma,

$$Y_t = C_t + \dot{K}_{prt} + \delta_{Kpr} K_{prt} + \dot{H}_t + \delta_{Ht} H_t + \dot{K}_{pubt} + \delta_{Kpub} K_{pubt} \quad [2]$$

donde C_t es el nivel de consumo, δ_{Kpr} , δ_{Kpub} , y δ_H son las tasas de depreciación de capital privado, público y humano respectivamente. El punto superior en las variables indica el valor de su derivada en el tiempo.

El factor Z se acumula de acuerdo a una relación, de momento no especificada, que liga los cambios en Z al estado actual de la economía,

$$\dot{Z}_t = z(Z_t, \dot{K}_{prt}, K_{prt}, \dot{H}_t, H_t, \dot{K}_{pubt}, K_{pubt}, \dot{L}_t, L_t) \quad [3]$$

Finalmente, la tasa de crecimiento de la población activa se supone constante e igual a n , por lo que,

$$L_t = L_0 e^{nt} \quad [4]$$

En la senda de crecimiento equilibrado de esta economía se supone que se dedican proporciones constantes de producción, que vienen dadas por s_{Kprt} , s_{Kpub} y s_H , a la inversión bruta en los tres bienes de capital, respectivamente. De momento esas proporciones se consideran variables estrictamente exógenas.

En términos del nivel de producción por trabajador y capital por trabajador, la función de producción y las ecuaciones de evolución del capital, se pueden re-escribir como,

$$y_t = k_{prt}^\alpha h_t^\beta h_{pubt}^\gamma (z_t)^{1-\alpha-\beta-\gamma} \quad [5]$$

$$\dot{k}_{prt} = s_{kpr} y_t - (\delta_{Kpr} + n) k_{prt} \quad [6]$$

$$\dot{k}_{pub} = s_{kpub} y_t - (\delta_{Kpub} + n) k_{pubt} \quad [7]$$

$$\dot{h}_t = s_h y_t - (\delta_h + n) h_t \quad [8]$$

Manipulando ligeramente las tres últimas ecuaciones, se obtiene que las tasas de crecimiento del capital privado y público por trabajador y el capital humano por trabajador, vienen dadas por,

$$g_{kpr} = \dot{k}_{prt} / k_{prt} = s_{kpr} k_{prt}^{\alpha-1} h_t^\beta k_{pubt}^\gamma (z_t)^{1-\alpha-\beta-\gamma} - (\delta_{kpr} + n) \quad [9]$$

$$g_{kpub} = \dot{k}_{pubt} / k_{pubt} = s_{kpub} k_{prt}^\alpha h_t^\beta k_{pubt}^{\gamma-1} (z_t)^{1-\alpha-\beta-\gamma} - (\delta_{kpub} + n) \quad [10]$$

$$g_h = \dot{h}_t / h_t = s_h k_{prt}^\alpha h_t^{\beta-1} k_{pubt}^\gamma (z_t)^{1-\alpha-\beta-\gamma} - (\delta_h + n) \quad [11]$$

donde g_x es la tasa de crecimiento de la variable x a lo largo de la senda de crecimiento equilibrado.

De este modo, la tasa de crecimiento de la producción por trabajador se puede obtener como,

$$g_y = \dot{y}_t / y_t = (1 - \alpha - \beta - \gamma) g_z + \alpha g_{kpr} + \beta g_{kpub} + \gamma g_h \quad [12]$$

donde $g_z = \dot{Z}_t / Z_t$, viene dada por,

$$\dot{Z}_t / Z_t = g(s_{kpr}, s_{kpub}, s_h, K_{pr0}, K_{pub0}, n, H_0, L_0, Z_0) \quad [13]$$

Dado que g_{kpr} , g_{kpub} , g_H , δ_{kpr} , δ_{kpub} , δ_H y n son constantes a lo largo de la senda de crecimiento equilibrado, tendremos que Y , K_{pr} , K_{pub} y H tienen idéntica tasa de crecimiento, g . Así, tendremos que: $g = g_y = g_{kpr} = g_{kpub} = g_H$. De la expresión [12], se deduce que g_z debe ser también igual a g . Esto descarta efectos de escala en la determinación de Z .

Suponiendo que $\delta_{kpr} = \delta_{kpub} = \delta_H$, para comparar con MRW y resolviendo el sistema [9], [10] y [11], se obtienen los valores de equilibrio estacionario de K_{pr}^* , K_{pub}^* , K_{pubt}^* y H_t^* ,

$$k_{pr}^* = Z_t \left(\frac{s_{kpr}^{1-\beta-\gamma} s_{kpub}^\gamma s_H^\beta}{n + g + \delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta-\gamma}}$$

$$k_{pubt}^* = Z_t \left(\frac{s_{kpr}^\alpha s_{kpub}^{1-\alpha-\beta} s_H^\beta}{n + g + \delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta-\gamma}}$$

$$h_t^* = Z_t \left(\frac{s_{kpr}^\alpha s_{kpub}^\gamma s_H^{1-\alpha-\gamma}}{n + g + \delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta-\gamma}}$$

Sustituyendo estas expresiones en [5], se obtiene el valor de estado estacionario de y_t^* . En términos logarítmicos, y_t^* , se puede expresar como,

$$\begin{aligned} \ln(y_t^*) = & \ln Z_t + \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln(s_{kpr}) + \frac{\gamma}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln(s_{kpub}) + \\ & + \frac{\beta}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln(s_H) - \frac{\alpha + \beta + \gamma}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln(n + g + \delta) \end{aligned} \quad [14]$$

donde $\ln Z_t = \ln Z_0 + gt$.

De este modo, el valor de la diferencia entre t períodos del nivel de producción por trabajador a lo largo de la senda de crecimiento equilibrado vendrá dado por,

$$\ln(y_t^*) - \ln(y_0^*) = \ln Z_t - \ln Z_0 = tg(s_{kpr}, s_{kpub}, s_h, K_{pr0}, K_{pub0}, n, H_0, L_0, Z_0) \quad [15]$$

Supongamos que tenemos un panel de datos regionales, donde cada región se denota por el subíndice i y $\ln(y_{it}) = \ln(y_{it}^*) + \eta_{it}$, donde η_{it} es una variable estacionaria y representa las desviaciones cíclicas de la producción de la senda de crecimiento equilibrado. Teniendo en cuenta lo anterior, las ecuaciones [14] y [15] pueden expresarse en modo de estimación como,

$$\ln(y_t^*) = \ln Z_{it} + \frac{\alpha_i}{1 - \alpha_i - \beta_i - \gamma_i} \ln(s_{pri}) + \frac{\gamma_i}{1 - \alpha_i - \beta_i - \gamma_i} \ln(s_{kpub}) + \frac{\beta_i}{1 - \alpha_i - \beta_i - \gamma_i} \ln(s_{Hi}) - \frac{\alpha_i + \beta_i + \gamma_i}{1 - \alpha_i - \beta_i - \gamma_i} \ln(n_i + \gamma_i + \delta) + \eta_{it} \quad [16]$$

$$\ln(y_t^*) - \ln(y_{i0}^*) = \ln Z_{it} - \ln Z_{i0} = tg(s_{kpr}, s_{kpr}, s_{hi}, K_{pri0}, K_{pubi0}, n_i, H_{i0}, L_{i0}, Z_{i0}) + \eta_{it} - \eta_{i0} \quad [17]$$

Nótese que este análisis supone que la economía se encuentra dentro de la senda de crecimiento equilibrado y no se descarta la determinación endógena de la PTF. Para aplicar este marco general a un modelo específico de crecimiento se necesitarían una serie de restricciones adicionales. Por ejemplo, MRW suponen que α_i , β_i y γ_i son idénticos para todos los países (ellos no establecen distinción entre capital público y privado) y el nivel de producción está dentro de la senda de crecimiento equilibrado ($\eta_{it} = 0$). Ellos tampoco consideran el capital humano en sus estimaciones iniciales del modelo básico de Solow (este supuesto implica que $\beta = 0$). Cabe señalar que este marco puede expandirse a otros modelos de crecimiento económico en los que existe una senda de crecimiento equilibrado.

3. Un contraste del modelo de Solow aumentado para las CC.AA. españolas

En este apartado se estima el modelo de Solow básico y su ampliación con capital público y humano en las CC.AA. españolas⁴. Para dicho objetivo se emplea un panel de datos de diecisiete CC.AA. españolas para el período 1965-98 dividido en sub-períodos de 4 años lo que supone un total de ciento dos observaciones. Los datos de VAB real por trabajador e inversión en capital físico (privado y público) se toman de la Fundación BBVA. Las tasas de ahorro del capital físico, s_K , s_{Kpri} y s_{Kpub} se miden como el porcentaje medio en cada subperíodo de la inversión neta en el PIB en euros constantes de 1986. La variable análoga para el capital humano, s_H , se elabora como el porcentaje de la población activa que alcanza un nivel de escolarización previo a una licenciatura universitaria⁵. Los datos de la variable de capital humano y la tasa de crecimiento de la población ocupada proceden de la base de datos elaborada por Más, Pérez, Serrano, Solano y Uriel (2002).

Mediante el empleo de estos datos se realizan tres ejercicios. En primer lugar se contrasta el modelo neoclásico básico de crecimiento. Una vez realizado este contraste se procede a añadir la variable de capital humano siguiendo el procedi-

⁴ Se consideran diecisiete CC.AA. españolas. Ceuta y Melilla son excluidas de la muestra.

⁵ También se han llevado a cabo las estimaciones calculando las variables independientes al principio de cada subperíodo. Optamos por no presentar dichos resultados en el texto por ser muy similares a los que aquí aparecen.

miento de MRW. Finalmente, se establece la distinción entre capital público y privado dentro del modelo de Solow ampliado, para captar el efecto de estas variables por separado⁶.

En nuestras estimaciones con el panel de datos el término $\ln(Z_{it}) = \ln(Z_{it}^*) + \eta_{it}$ se recoge mediante la presencia de efectos fijos y dummies temporales.

En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos de las tres versiones de la estimación de la ecuación [16]. Se observa un estadístico \bar{R}^2 de 0,90, 0,93 y 0,93 para los tres casos, respectivamente. Estos valores tan altos sugieren, a priori, que el modelo de Solow explica una parte importante de la variación de la producción por trabajador entre las CC.AA. españolas. La restricción que impone el modelo de Solow de que la suma de los coeficientes asociados a los factores de producción del capital, s_{Kpri} , s_{Kpub} y s_H , y el valor asociado a $n_i + g_i + \delta$ deben ser igual a cero se rechaza claramente en el primero de los modelos que incluye solamente la inversión total en capital físico y la tasa de crecimiento de la población ocupada con un p-valor de 0,01⁷.

En los modelos generalizados incluyendo capital humano y, posteriormente, inversión en capital físico privada y pública, sí se acepta la restricción del modelo de Solow empleando el contraste de Wald, con un p-valor de 0,24 y 0,28, respectivamente. Con referencia a la participación del capital físico se deriva implícitamente un valor de 0,28 para el modelo básico de Solow y 0,10 para el modelo de Solow ampliado con el capital humano. Con referencia al capital humano su participación es mucho más baja que la del capital físico, 0,05. En el modelo más general (con capital público y privado y capital humano) las participaciones estimadas para el capital privado, humano y público son de 0,05, 0,05 y 0,02, respectivamente. Estos valores estimados son menores de lo esperado, de acuerdo con los obtenidos en trabajos previos⁸. Se observa que la variable de capital humano sí que es significativa en la determinación de la renta de largo plazo, al igual que en de la Fuente (2002), a pesar de que su carencia de significatividad o incluso la obtención de un signo opuesto en las estimaciones es un resultado bastante común⁹.

⁶ Si la variable de capital humano que se utiliza se considerase más próxima al nivel de capital humano, h_{it}^* , que a la tasa de acumulación, s_H , se estimaría la ecuación [16] en la siguiente versión:

$$\ln(y_{it}^*) = \ln Z_i + \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta - \gamma} \ln(s_{Kpri}) + \frac{\gamma}{1 - \alpha - \beta - \gamma} \ln(s_{Kpubi}) + \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta - \gamma} \ln(h_{it}^*) - \frac{\alpha + \gamma}{1 - \alpha - \beta - \gamma} \ln(n_i + g + \delta)$$

⁷ En la estimación suponemos un valor para $\delta+g$ igual a 8,28% como en Mas, Pérez y Uriel (1995).

⁸ Gorostiaga (1999) obtiene valores de α entre 0,20 y 0,27 pero encuentra un valor negativo para la participación del capital humano y un valor muy reducido para el capital público, 0,03.

⁹ Benhabib y Spiegel (1994), entre otros, muestran la débil correlación existente entre educación y crecimiento. Recientemente, Temple (2001) señala que la evidencia a modo agregado sobre educación y crecimiento continúa repleta de incertidumbre y es necesaria una mayor depuración de los datos de capital humano. De la Fuente y Domenech (2000, 2001) también analizan este problema.

Cuadro 1. Modelo de Solow
$$\ln (y^*_{it}) = \bar{Z}_{it} + \frac{\alpha_i}{1 - \alpha_i - \beta_i - \gamma_i} \ln (s_{kpri}) + \frac{\gamma_i}{1 - \alpha_i - \beta_i - \gamma_i} \ln (s_{kpub}) + \frac{\beta_i}{1 - \alpha_i - \beta_i - \gamma_i} \ln (s_{Hi}) - \frac{\alpha_i + \beta_i + \gamma_i}{1 - \alpha_i - \beta_i - \gamma_i} \ln (n_i + g_i + \delta) + \eta_{it}$$

Variables	Solow	Solow ampliado	Solow ampliado
	$\beta = 0$	$\beta \neq 0$	$\beta \neq 0, \gamma \neq 0$
$\ln (s_{ktoi})$	0,22 (3,96)	0,12 (2,07)	
$\ln (s_{kpri})$	–	–	0,07 (1,09)
$\ln (s_{kpub})$	–	–	0,03 (0,87)
$\ln (s_{Hi})$	–	0,06 (3,92)	0,06 (4,13)
$\ln (n_i + g_i + \delta)$	–0,06 (0,67)	–0,06 (0,75)	–0,05 (0,63)
\bar{R}^2	0,90	0,93	0,93
α implícito	0,28	0,10	0,05
β implícito	–	0,05	0,05
γ implícito	–	–	0,02
Contraste de Wald	0,01	0,24	0,28

De la restr. Modelo (p-valor)

Número de observaciones: 102. MCO con efectos fijos y dummies temporales.

Nota: Estadístico-t corregido de heteroscedasticidad entre paréntesis.

3.1. Un contraste alternativo del modelo de Solow

En la sección anterior se obtiene evidencia favorable de la capacidad predictiva del modelo de Solow para las CC.AA. españolas, dado su alto grado de ajuste y que además la restricción del modelo de que la suma de los coeficientes asociados a las variables de inversión y la tasa de crecimiento de la población ocupada debe ser cero se cumple. A pesar de ello, el procedimiento utilizado no constituye un contraste lo suficientemente robusto del modelo de Solow. Para obtener un contraste mejor del modelo de Solow sería de interés recoger, además, las restricciones que impone el modelo en la ecuación explicativa del crecimiento a largo plazo.

En particular, sí es cierto por un lado, que el estado estacionario en el modelo de Solow describe correctamente la distribución de la producción por empleado y por

otro lado, que la hipótesis de que el crecimiento a largo plazo es exógeno y viene determinado solamente por el progreso técnico y es igual para todas las regiones, una implicación estadística de dicha hipótesis conjunta del modelo sería que los coeficientes asociados a variables tales como la inversión en capital físico, tasa de escolarización y la tasa de crecimiento de la población ocupada en el lado derecho de la ecuación [17] deberían ser cero. De este modo se procede a estimar la ecuación [17] incluyendo las variables de inversión en capital físico (total, público y privado), en capital humano y la tasa de crecimiento de la población ocupada.

El resultado del contraste de esta estimación se muestra en el Cuadro 2. La hipótesis nula de que todos los coeficientes asociados a las variables adicionales incluidas en la ecuación [17] son idénticas a cero se rechaza claramente con un p-valor de 0,00. En particular, se observa que la tasa de crecimiento de la población ocupada es bastante significativa y, al desagregar la inversión total, la inversión privada aparece ligeramente significativa. Este resultado supone que la principal implicación del modelo de Solow de que el crecimiento en el largo plazo viene determinado solamente por la tasa de crecimiento tecnológico, la cual es exógena, es claramente rechazada por los datos de las CC.AA. españolas.

Debido al claro rechazo obtenido de la hipótesis de que el crecimiento depende solamente del progreso técnico, el siguiente paso consiste en analizar en detalle los fundamentos principales de este rechazo. Existen al menos dos razones básicas por

Cuadro 2. Contraste de la hipótesis de exogeneidad del crecimiento

$$\ln(y_i^*) - \ln(y_0^*) = \ln Z_t - \ln Z_0 = tg + C(1)^* s_{kpr} + C(2)^* s_{kpub} + C(3)^* s_h + C(4)^* n_i + \eta_{it} - \eta_{0t}$$

Variables	Solow	Solow ampliado	Solow ampliado
	$\beta = 0$	$\beta \neq 0$	$\beta \neq 0, \gamma \neq 0$
s_{ktoti}	0,12 (1,11)	0,08 (0,81)	–
s_{kpri}	–	–	0,22 (1,64)
s_{kpub}	–	–	–0,02 (0,11)
s_{Hi}	–	0,0004 (1,35)	0,0004 (1,32)
n_i	–0,60 (2,67)	–0,62 (2,75)	–0,55 (2,68)
\bar{R}^2	0,27	0,29	0,30
Contraste de Wald de la restr. del Modelo (p-valor)	0,00	0,00	0,00
Ho: C(1) = C(2) = C(3) = 0			

Número de observaciones: 102. MCO con efectos fijos y dummies temporales.

Nota: Estadístico-t corregido de heteroscedasticidad entre paréntesis.

las que puede haberse producido este rechazo: (i) puede que el crecimiento de largo plazo no dependa solamente del progreso técnico y (ii) puede que no sea correcto el supuesto de que las CC.AA. se encuentran en el estado estacionario. Éste puede ser solamente una aproximación.

A pesar de los resultados anteriores, una forma directa de analizar los determinantes a largo plazo del crecimiento, con independencia de que las regiones se encuentren en el estado estacionario o en transición al mismo, sería estimar el crecimiento de la PTF de las CC.AA. españolas. La metodología estándar de contabilidad del crecimiento deriva la tasa de crecimiento de la PTF bajo el supuesto de que la función de producción sigue una función Cobb-Douglas y los mercados de los factores de producción son competitivos. Para ello se emplean las participaciones de los distintos factores productivos en la renta para estimar la elasticidad de la producción con respecto a los mismos. Para poder llevar a cabo este ejercicio, en la siguiente sección también se elabora una medida para estimar la participación del factor trabajo en las CC.AA. españolas.

4. Análisis de los determinantes del crecimiento de la PTF en las CC.AA. españolas

Al tratar de estimar la participación del factor trabajo en la renta de las CC.AA. españolas surgen algunos problemas. En primer lugar, las series públicas sobre remuneración de asalariados podrían infravalorar la remuneración total del trabajo porque una gran proporción de renta fluye a trabajadores que están autoempleados o realizan un trabajo fuera del sector asalariado. Para corregir este sesgo, se propone una medida alternativa para calcular la participación del factor trabajo en la renta.

La medida trata de extraer el valor atribuido a las rentas del trabajo que se recoge en el componente de «rentas mixtas»¹⁰. Así, supone que la proporción de la renta del trabajo dentro de dicho componente es igual a la proporción de la compensación del empleo asalariado sobre el PIB,

$$LS = \frac{\text{Rentas Salariales} + \frac{\text{Rentas Salariales}}{\text{PIB}} \times \text{Rentas Mixtas}}{\text{PIB}}$$

La estimación de esta medida se basa en los datos que comprenden el período 1965-1998. En el cuadro 3 se muestra, a modo de resumen, el valor de la participación del factor trabajo en dos sub-períodos: 1965-79 y 1981-98 donde se observa que la medida permanece estable a lo largo de todo el período muestral¹¹.

¹⁰ La variable rentas mixtas se compone del Excedente Neto Empresarial y las rentas de los trabajadores autónomos

¹¹ En una versión anterior de este artículo se proponen tres medidas adicionales a la aquí propuesta. Los resultados en las estimaciones son muy similares, por ello se ha optado por suprimirlas en esta versión para ahorrar espacio. Se pueden consultar en el Documento de Trabajo n.º 144 (2002) de FEDEA.

Cuadro 3. Medida de la participación del factor trabajo

Región	Total (65-98)	Submuestra 1 (65-79)	Submuestra 2 (81-98)
Andalucía	0,65	0,65	0,65
Aragón	0,69	0,69	0,69
Asturias	0,81	0,82	0,81
Baleares	0,59	0,59	0,60
Canarias	0,68	0,69	0,67
Cantabria	0,73	0,74	0,73
Castilla-La Mancha	0,65	0,65	0,65
Castilla y León	0,77	0,79	0,75
Cataluña	0,61	0,59	0,63
Valencia	0,62	0,61	0,62
Extremadura	0,70	0,72	0,67
Galicia	0,85	0,84	0,87
Madrid	0,63	0,66	0,61
Murcia	0,64	0,64	0,64
Navarra	0,64	0,59	0,65
País Vasco	0,63	0,68	0,66
La Rioja	0,66	0,63	0,64
Media	0,68	0,69	0,68
Contraste igualdad de medias	–	–	0,93

El resto de factores necesarios para realizar un ejercicio de contabilidad del crecimiento son las tasas de crecimiento de la producción, del stock de capital y del empleo. Los datos del stock de capital incluyen solo el capital no residencial y proceden de la Fundación Bancaja. La tasa de crecimiento del empleo se toma de Más, Pérez, Serrano, Soler y Uriel (2002). Por otro lado calculamos el valor de la PTF mediante el índice de Divisia-Tornqvist donde el Valor Añadido Bruto es la variable producción y el capital físico y el trabajo son los factores productivos¹².

La variable trabajo se ajusta por el stock de capital humano existente. Para ello se utiliza la práctica común propuesta por Hall y Jones (1999).

También se consideran dos medidas adicionales de capital humano empleadas por Psacharopoulos (1992) y Aller y Arce (2001). En la primera de ellas los coeficientes de Mincer son 0,172 para «1-3.5» años de estudios, 0,086 para «3.6-11» años y 0,128 para más de 12 años. La segunda medida considera un valor distinto entre regiones mediante el empleo de las estimaciones de ecuaciones de Mincer para las CC.AA. es-

¹² El índice de Divisia Tornqvist se calcula del siguiente modo:

$$\text{Índice de output total (IOT): } IOT_t / IOT_{t-1} = \Pi_j (Q_{jt} / Q_{j,t-1})^{(R_{jt} + R_{j,t-1}) / 2}$$

$$\text{Índice de input total (IIT): } IIT_t / IIT_{t-1} = \Pi_i (X_{it} / X_{i,t-1})^{(S_{jt} + S_{j,t-1}) / 2}$$

$$\text{Índice de PTF (IPTF): } IPTF_t = (IOT_t / IIT_t) * 100$$

donde R_{jt} es la proporción del producto Q_{jt} en la renta total. En nuestro caso consideramos un solo producto que es el VAB total. S_{jt} es la proporción del input X_{it} en el coste total de factores y t hace referencia al período temporal. Tomando el valor inicial de IOT e IIT igual a 100, las ecuaciones anteriores nos permiten obtener los valores de los índices IOT, IIT e IPTF para cada período t .

pañolas que consideran una división de la población activa por sexo. Los resultados obtenidos empleando dichas medidas alternativas no difieren apreciablemente de los aportados en este trabajo.

Si suponemos que L_{it} es el número de empleados de la región i en el período t y X_{it} es el número medio de años de educación, la cantidad de trabajo ampliado por la acumulación de capital humano en la región i en el período t vendrá dado por,

$$N_{it} = L_{it} e^{[\phi X_{it}] t}$$

donde ϕ es el valor del coeficiente para la variable educación en una ecuación de Mincer.

Una vez obtenida la serie del índice de PTF para el período 1965-1998, procedemos a calcular tasas de crecimiento cuatrienales para llevar a cabo la estimación del panel¹³.

La pregunta inmediata es si el crecimiento de la PTF es independiente de variables tales como la tasa de inversión en capital físico, en capital humano y el crecimiento de la población ocupada. Tal y como se puede ver en el Cuadro 4, la respuesta es que «sí», a un nivel de significatividad del 5%.

Cuadro 4. Crto. de la PTF, 1965-98. Índice Divisia-Tornqvist

<i>Variables</i>	<i>LS distinto para cada región</i>		
S_{ktoi}	0,16 (1,46)	0,11 (1,05)	–
S_{kpri}	–	–	0,18 (1,24)
S_{kpub}	–	–	0,39 (1,91)
S_{Hi}	–	0,005 (1,87)	0,005 (1,83)
n_i	0,002 (0,00)	–0,02 (0,11)	–0,03 (0,12)
\bar{R}^2	0,27	0,32	0,33

Número de observaciones: 102 MCO con efectos fijos y dummies temporales.

Nota: Estadístico-t consistente a heteroscedasticidad entre paréntesis.

En este cuadro se ofrecen las regresiones correspondientes a la tasa de crecimiento cuatrienal media de la PTF calculada a partir del índice de Divisia-Tornqvist

¹³ Nótese que la estimación de la tasa de crecimiento cuatrienal de la PTF así obtenida difiere de la que se obtiene mediante un ejercicio de contabilidad estándar del crecimiento, ya que estamos utilizando una medida de la participación de los factores distinta para cada período y cada región. Si bien es cierto que sigue adoleciendo del problema de tratar las rentas del capital privado y público del mismo modo, ya que la participación del capital total la calculamos como uno menos la participación del trabajo.

tomando el valor de cada año de la medida LS propuesta anteriormente en cada región.

Se observa que tanto la variable de crecimiento de la población ocupada como las inversiones en capital físico total y privado, cuando desagregamos el total, no son significativas. Solamente son ligeramente significativas las variables de inversión pública y de inversión en capital humano (a un nivel de significatividad del 10%). Los valores del estadístico R^2 son muy bajos, lo cual enfatiza que las variables aquí consideradas no son muy explicativas de la tasa de crecimiento media de la PTF.

Tal y como sugieren los resultados de las distintas regresiones, la relación entre el crecimiento de la PTF con las variables explicativas del modelo de Solow parece ser algo más importante cuanto más desagregamos la inversión en capital físico y al incluir el capital humano. Si el residuo de Solow obtenido no se hubiera filtrado ampliamente de los efectos de la acumulación de los factores productivos en el crecimiento de la productividad, obtendríamos este mismo resultado con mayor probabilidad.

Por tanto, los resultados parecen indicar que las CC.AA. españolas no se encuentran en el estado estacionario sino en transición, dado que la tasa de crecimiento del VAB sí aparece correlacionada con la variable de tasa de crecimiento de la población ocupada y ligeramente con la inversión pública. Sin embargo, la tasa de crecimiento de la PTF se muestra independiente de dichas variables, lo cual iría a favor del supuesto del modelo de Solow de que el crecimiento a largo plazo es exógeno y viene dado por la tasa de crecimiento del progreso tecnológico. No obstante, este resultado hay que tomarlo con cautela, ya que si bien la tasa de crecimiento de la PTF es independiente de las variables aquí consideradas, que son ciertamente relevantes a nivel teórico, no se han considerado otras variables que podrían incidir en la evolución de la PTF. Para poder aceptar la hipótesis de exogeneidad del crecimiento de largo plazo, habría que realizar un estudio mucho más exhaustivo de las variables que podrían determinar la evolución de la PTF de las CC.AA. españolas.

5. Conclusiones

En este trabajo se ha empleado la aproximación empírica originalmente propuesta por MRW para contrastar el modelo de crecimiento de Solow en las CC.AA. españolas. Se ha mostrado que la restricción sobre los parámetros impuesta por el modelo no puede rechazarse en algunos casos aunque el valor implícito para la participación del capital en el modelo más desagregado se sitúa lejano a su valor convencional de $1/3$. No obstante, este resultado debe interpretarse con cautela, puesto que la predicción clave del modelo de que el crecimiento a largo plazo viene determinado solamente por el progreso técnico, que es exógeno, es rechazada por los datos, ya que se observa que la tasa de crecimiento de la población ocupada está correlacionada con la tasa de crecimiento del VAB por empleado.

Sin embargo, se observa que la tasa de crecimiento de la PTF es independiente de las tasas de inversión en capital físico (total y privada) y la tasa de crecimiento de

la población ocupada, encontrándose solo significativas a un nivel del 10% las variables de capital humano y la inversión pública. De modo que, este resultado sí sería consistente con las predicciones del modelo de Solow y además es independiente del supuesto de que las economías se encuentren en estado estacionario o en fase de transición. Sin embargo, no se puede extraer como conclusión que la tasa de crecimiento de largo plazo de las CC.AA. españolas sea exógena, ya que para ello necesitaríamos analizar exhaustivamente otras variables que pudieran determinar el crecimiento de la PTF.

Nuestra investigación futura vendría marcada por las críticas vertidas sobre los modelos de crecimiento basados en funciones de producción específicas. Una de las más importantes se basa en la dirección de causalidad que aparece en la relación entre producción y capital público y privado y el empleo al imponer una forma restrictiva para la función de producción (véase Gramlich, 1994). La metodología para el cálculo de la PTF tampoco se libraría de dicha crítica, puesto que el residuo de Solow se computa mediante una serie de restricciones similares. Estas críticas señaladas han despertado un interés creciente en la aplicación del enfoque de la «eficiencia técnica» para las regiones españolas en los últimos años. De hecho, varios trabajos han estimado la frontera de producción y los niveles de eficiencia mediante metodologías paramétricas y no-paramétricas. Destacan, entre otros, Gumbau (2000), María-Dolores (2004), Maudos *et al.* (1998, 2000), Pedraja *et al.* (2002) y Salinas (2003). Nuestra línea de investigación se centraría en revisar las conclusiones de estos autores empleando técnicas de datos de panel (Im *et al.*, 2001) para observar si la «eficiencia técnica» está positivamente relacionada con el stock de capital público y humano. Tal y como señalan Delorme *et al.* (1999) podríamos diferenciar los efectos directos del capital público y humano (que aumentan la producción) y los efectos indirectos (que mejoran la eficiencia técnica).

Bibliografía

- Aller, R. y Arce, M. (2001): «Discriminación Salarial por Sexo: Un Análisis del Sector Privado y sus Diferencias Regionales en España», *Información Comercial Española*, 789:117-138.
- Andrés, J.R.; Domenech y Molinas, C. (1996): «Macroeconomic Performance and Convergence in OECD Countries». *European Economic Review*, 40:1683-1704.
- Arguimón, I.; González-Páramo, J.M.; Martín, M.J. y Roldán, J.M. (1994): «Productividad e Infraestructuras en la Economía Española», *Moneda y Crédito*, 198:193-96.
- Bajo, O. y Díaz Roldán (2004): «Política Fiscal y Crecimiento: Nuevos Resultados para las Regiones Españolas, 1967-1995». *Investigaciones Regionales*, pp. 99-111.
- Barro, R.(1990): «Government Spending in a Single Model of Endogenous Growth», *Journal of Political Economy*, 98, 5:S103-S125.
- Barro, R. y Sala-i-Martin, X. (1991): «Convergence Across States and Regions», *Brooking Papers on Economic Activity*, 1:107-182.
- Barro, R. y Sala-i-Martin, X. (1992): «Convergence», *Journal of Political Economy*, 100(2):223-251.
- Basu, S. y Fernald, J.G. (2002): «Aggregate Productivity y Aggregate Technology», *European Economic Review*, 46, 6:963-991.
- Benhabib, J. y Spiegel, M.M. (1994): «The Role of Human Capital in Economic Development: Evidence from Aggregate Country Data», *Journal of Monetary Economics*, 34:143-17.

- Bernanke, B. y Gürkaynak, R. (2001): «Is Growth Exogenous?: Taking Mankiw, Romer, y Weil Seriously», NBER Working Papers 8365.
- Cass, D. (1965): «Optimal Growth in An Aggregative Model of Capital Accumulation», *Review of Economic Studies*, pp. 233-40.
- Dolado, J.; González Páramo, J.M. y Roldán, J.M. (1994): «Convergencia Económica entre las Provincias Españolas», *Moneda y Crédito*, 198:81-118.
- De la Fuente, A. (1994): «Capital Público y Productividad», en *Crecimiento y Convergencia real en España y Europa*, vol. II, 479-503. IAE y Fundación de Economía Analítica.
- De la Fuente, A. (1996): «Economía Regional desde una Perspectiva Neoclásica», *Revista de Economía Aplicada*, vol. IV, 10:177-190.
- De la Fuente, A. (2002). «On the Sources of Convergence: A Close Look at Spanish Regions», *European Economic Review*, 46:569-599.
- De la Fuente, A. y Rocha, J.M. Da (1996): «Capital Humano y Crecimiento: Una Panorámica de la Evidencia Empírica y Algunos Resultados para la OCDE», *Moneda y Crédito*, 203:43-84.
- De la Fuente, A. y Domenech, R. (2000): «Human Capital in Growth Regressions: How Much Difference Does Data Quality Make?», OECD Working Papers (262). Economics Department.
- De la Fuente, A. y Domenech, R. (2001): «Schooling Data, Technological Diffusion and the Neoclassical Model», *American Economic Review*, 91(2):323-327.
- De la Fuente, A. y Freire, M.J. (2000): «Estructura sectorial y convergencia regional», *Revista de Economía Aplicada*, Vol. VIII, n.º 23, pp. 189-208.
- De la Fuente, A. y Vives, X. (1995): «Infrastructure and Education as Instruments of Regional Policy: Evidence from Spain», *Economic Policy*, 20:13-51.
- Delorme Charles, D.; Thompson, H.G. y Warren, R. (1999): «Public Infrastructure and Private Productivity: A Stochastic Frontier Approach», *Journal of Macroeconomics*, 21,3:563-576.
- García-Milá, T. y Marimón, R. (1999): «Crecimiento de las Regiones Españolas», *Papeles de Economía Española*, n.º 80, pp. 29-50.
- Gollin, D. (1998): «Getting Income Shares Right: Self Employment, Unincorporated Enterprises and the Cobb-Douglas Hypothesis», mimeo, Williams college.
- Gollin, D. (2002): «Getting Income Shares Right», *Journal of Political Economy*, 110, 2:458-474.
- Gramlich, E.M. (1994): «Infrastructure Investment: A Review Essay», *Journal of Economic Literature*, 32:1176-1196.
- Gorostiaga, A. (1999): «¿Cómo afectan el Capital Público y Humano al crecimiento?: Un Análisis para las Regiones Españolas en el Marco Neoclásico», *Investigaciones Económicas*, 23(1):95-114.
- Gumbau, M. (2000): «Efficiency and Technical Progress: Sources of Convergence in the Spanish Regions». *Applied Economics*, 32:467-478.
- Hall, R. y Jones, C. (1999): «Why Do Some Countries Produce So Much More Output per Worker than Other?», *Quarterly Journal of Economics*, 114:83-116.
- Im, K.S.; Pesaran, M.H. y Shin, Y. (2001): «Testing for Unit Roots in Heterogenous Panels», mimeo, Department of Applied Economics, University of Cambridge.
- Islam, N. (1995): «Growth Empirics: A Panel Data Approach», *Quarterly Journal of Economics* CX(4), pp. 1127-1170.
- Koopmans, T. (1965): «On the Concept of Optimal Economic Growth», Scientific Papers of Tjalling C. Koopmans, NY, Springer.
- Lamo, A. (2000): «On Convergence Empirics: Some Evidence for Spanish Regions», *Investigaciones Económicas*, vol. 24 (3):681-707.
- Mankiw, N.; Romer, R. y Weil, N. (1992): «A Contribution to the Empirics of Economic Growth», *Quarterly Journal of Economics*, 107, May 1992, pp. 407-37.
- María-Dolores, R. (2004): «Public Capital Effects on Spanish Regions Productivity: A Non-Parametric Approach (1965-1998)», *Hacienda Pública Española/Revista Economía Pública*, 171:57-74
- María-Dolores, R. y Puigcerver, M.C. (2002): «An Empirical Study of Growth in Spanish Regions: Is It Exogenous?», Serie de Estudios de Economía Española FEDEA 144.
- Más, M.; Maudos, J., Pérez, F. y Uriel, E. (1994): «Capital Público y Productividad en las Regiones Españolas», *Moneda y Crédito*, 198:163-206.

- Más, M.; Pérez, F. y Uriel, E. (1995): «El Stock de Capital en España y sus Comunidades Autónomas», Fundación BBV.
- Más, M.; Maudos, J.; Pérez, F. y Uriel, E. (1999): «El Stock de Capital en España y sus Comunidades Autónomas», Fundación BBVA.
- Más, M.; Pérez, F.; Serrano, L.; Soler, P. y Uriel, E. (2002): «Capital Humano en España y su Distribución Provincial». *Series Históricas*, pp. 1964-2001.
- Maudos, J.; Pastor, J. y Serrano, L. (1998): «Convergencia en las Regiones Españolas: Cambio Técnico, Eficiencia y Productividad», *Revista Española de Economía*, 15(2):235-264.
- Maudos, J.; Pastor, J. y Serrano, L. (2000): «Efficiency and Productive Specialization: An Application to the Spanish Regions», *Regional Studies*, 34(9):829-842.
- Pedraja, F.; Salinas, M.M. y Salinas, J. (2002): «Efectos del Capital Público y del Capital Humano sobre la Productividad de las Regiones Españolas», *Papeles de Economía Española*, 93:135-147.
- Psacharopoulos, G. (1992): «Returns to Education: A Further International Update y Implications». Blaug; Mark. ed. *The Economic Value of Education*. Edward Elgar.
- Raymond, J.L. y García, B. (1994): «Las disparidades en el PIB per capita entre Comunidades Autónomas, y la hipótesis de convergencia», *Papeles de Economía Española*, n.º 59, pp. 37-58.
- Roca, O. y Pereira, A. (1998): «Impacto de la Inversión en Infraestructuras sobre el Producto, la Ocupación y la Inversión Privada en España», *Revista Española de Economía*, 15, 3:403-432.
- Sala-i-Martin, X. (1994): «La Riqueza de las Regiones: Evidencia y Teorías sobre el Crecimiento Regional y Convergencia». *Moneda y Crédito*, 198:13-80.
- Sala-i-Martin, X. (2000): *Apuntes de Crecimiento Económico*. Ed. Antoni Bosch.
- Salinas, M.M. (2003): «Efficiency and PTF Growth in Spanish Regions: The Role of Human and Public Capital», *Growth and Change*, 34(2):157-174.
- Serrano, L. (1997): «Productividad y Capital Humano en la Economía Española», *Moneda y Crédito*, 205:79-101.
- Serrano, L. (1999): «Capital Humano, Estructura Sectorial y Crecimiento en las Regiones Españolas», *Investigaciones Económicas*, XXIII(2):225-249.
- Solow, R.T. (1956): «A Contribution to the Theory of Economic Growth», *Quarterly Journal of Economics*, 70: 65-94.
- Temple, J. (2001). «Growth Empirics: A Panel Data Approach», *European Economic Review*, 45:905-918.