

ESTIMACIÓN DE LA APORTACIÓN AL  
CRECIMIENTO DE LAS TIC EN ESPAÑA Y SU COMPARACIÓN  
CON LA OCDE EN LA DÉCADA DE LOS NOVENTA  
*An Estimation of the Contribution of ICT to Spanish  
Growth in the 90's and its Comparison to the OECD*

*Jorge Sainz González*  
Universidad Rey Juan Carlos  
jorge.sainz@urjc.es

*Luis Miguel Doncel Pedrera*  
Universidad Rey Juan Carlos  
luismiguel.doncel@urjc.es

*Manuel Blanca Arroyo*  
Universidad Rey Juan Carlos  
manuel.blanca@urjc.es

RESUMEN

El comportamiento y la medición del efecto que sobre la productividad ha tenido el desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha llevado al desarrollo de metodologías que, aprovechando la estimación de índices hedónicos, han permitido factorizar el efecto de las mismas sobre el PIB y ver de qué parte del crecimiento son responsables. En este caso se analiza la década de los 90 en España y se señalan dos periodos diferenciados en la utilización de las TIC y se estima el efecto que sobre la productividad han tenido las mismas. Una vez estimados los datos los comparamos con otros países de la OCDE y vemos cómo esa aportación ha sido menor debido, en parte, al menor desarrollo de la economía española de esas tecnologías y al cambio laboral que sucedió en España a mediados de los años 90.

*Palabras clave:* Crecimiento económico, TIC, Nueva Economía, Productividad.

ABSTRACT

Economic reality is clearly being affected by the development of computers and other new technologies. This paper examines the contribution of those technological innovations to growth in Spain in the nineties. This is estimated within a growth accounting framework, looking specifically at changes produced by the use of different price measures. It also compares results obtained for Spain with those obtained for other developed economies by different authors.

The results show a significant and growing contribution of Information and Communication Technologies (ICT) during the period, although smaller than that seen in other countries such as the United States.

*Keywords:* Economic Growth, ICT, New Economy, Productivity.

*Clasificación JEL:* O11, O30, O41, 042.



## 1. INTRODUCCIÓN<sup>1</sup>

El final de la década de los 90 estuvo marcado por una creciente presencia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Sin embargo, la estimación de esa participación en el crecimiento de la economía ha sido siempre problemática. Para autores como Romer (1988) o Gordon (2000, 2001) este sector no tiene un peso relevante en el total del crecimiento de la economía debido a que la presencia de las nuevas tecnologías con respecto al PIB total es escasa; en España, en el 2000, el total de las tecnologías de la información, es decir incluyendo hardware, software, consumibles y consultoría relacionada con el tema, supusieron un 2,25% del PIB de ese año en términos corrientes. Sin embargo los trabajos de Oliner y Sichel (2000), Bosworth y Tripplett (2000), Jorgenson y Stiroh (2000) o Jorgenson (2001) para Estados Unidos encuentran que la aportación de ese tipo de tecnologías al crecimiento económico es más relevante dentro del periodo de estudio.

De todos estos trabajos se pueden obtener dos lecciones. En primer lugar, y pese a la importancia de las nuevas tecnologías en el crecimiento, la llamada Nueva Economía no supone en ningún momento una ruptura del paradigma económico. Por otro lado, la relevancia de los datos que sobre las Nuevas Tecnologías existen para la medición de su aportación para el crecimiento. La rapidez de los avances técnicos hace que los índices de precios tradicionales no sean capaces de recoger el rápido cambio en las características de los nuevos equipos en relación a su precio dando una idea sesgada de la realidad, siendo los errores de medición los responsables de la infrarepresentación del sector<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Los autores quieren expresar su agradecimiento a los participantes en el VII Congreso de Economía Mundial y, en especial, a Fernando Alonso por sus valiosas aportaciones. Por supuesto, la responsabilidad es únicamente de los autores.

<sup>2</sup> Estos problemas de medición se han traducido en dificultades de previsión para los encargados de gestionar la política monetaria. Las estimaciones de datos utilizadas en los procesos de elaboración de las políticas económicas han estado sesgadas en la década de los 90 a la baja (Wadhvani, 2000).

Como señalan Izquierdo y Matea (2001a) “el progreso tecnológico provoca cambios en las características y en la calidad de un conjunto amplio de productos”, y las técnicas tradicionales de medición empleadas en el caso español (en este caso por el INE) han llevado a una sobrevaloración de la evolución de los precios y una infravaloración de las cifras de gasto y producción<sup>5</sup> y de aportación al total del crecimiento económico. Estos errores de estimación suponen un problema a la hora de evaluar el efecto de las nuevas tecnologías, estudiar medidas apropiadas de política económica o simplemente hacer previsiones sobre el futuro de la utilización de los mismos (Oulton, 2001).

En España no es hasta 2001 cuando aparece la primera estimación de una serie de precios hedónica para hardware (Izquierdo y Matea, 2001 b), mientras que todavía no existen series para software u otro tipo de tecnologías. En este trabajo se aprovechan esos datos para estimar el efecto que ha tenido no sólo el hardware, sino también software y telecomunicaciones en el crecimiento de la economía española en la década de los 90.

Para paliar esta falta se ha recurrido a la extrapolación de los datos procedentes de Estados Unidos, donde las series son amplias tanto en extensión como en variedad, y a partir de ellas se han realizado primeras aproximaciones de la importancia de las TIC. Frente a las estimaciones econométricas realizadas por Pulido (2000) o por Hernando y Núñez (2001) en este caso se utilizará el marco de la contabilidad del crecimiento, lo que hace las estimaciones comparables a otras internacionales. En el artículo, los apartados 2 y 3 se dedican a detallar la metodología y los datos utilizados.

Las secciones 4 y 5 muestran los resultados intermedios y finales, con su discusión. La compleja elaboración de los datos hace necesaria la separación del proceso, lo que permite, obtener resultados intermedios que finalmente se utilizarán para calcular la aportación final. El apartado 6 se dedica a comparar la utilización de distintas series de precios donde éstas están disponibles: hardware, así como para contextualizar la aportación de las tecnologías en España con respeto a Estados Unidos y otros países de la OCDE y la UE, lo que facilitará la comparación de los resultados. Finalmente, en el apartado 7 se plasmarán las conclusiones.

## 2. METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

Solow (1957) propone estimar la productividad partiendo de una función de producción neoclásica donde la producción ( $Y$ ) es función de la tecnología ( $A$ ), el capital ( $K$ ) y el trabajo ( $L$ ):

$$Y = F(A, K, L) \quad (1)$$

<sup>5</sup> Esto es consistente con el planteamiento que de las nuevas tecnologías hacen Brynjolfsson y Hitt (1999). Las mejoras tecnológicas pueden no ser medibles en forma de nuevos bienes, sino que ha aumentado la funcionalidad y las posibilidades de los ya existentes. Es por esto que los cambios en los precios no reflejan cambios proporcionales en la utilidad que proporcionan esos bienes.

Tal como muestran Jorgenson y Griliches (1967), el capital y el trabajo pueden ser descompuestos en sus variedades o calidades, pudiéndose entonces desagregar en la siguiente ecuación:

$$G(F_1(t), K, F_{m+n}(t)) = A(t) f[K_1(t), K, K_n(t); L_1(t), K, L_l(t)] \quad (2)$$

donde  $F_1, \dots, F_{m+n}$  representa a la función de producción de los  $m$  bienes de consumo y los  $n$  bienes de inversión. Todos los bienes de la economía están elaborados a partir de  $n$  factores intermedios,  $K_n(t)$  y con  $l$  tipos de trabajo distintos,  $L_l(t)$ .  $A(t)$ , la Productividad Total de los Factores (a partir de ahora PTF o también Residuo de Solow), representa un índice del nivel de tecnología, que se supone autónomo, creciendo con el tiempo y neutral en el sentido de Hicks. Partiendo de (1) tomamos logaritmos y derivamos con respecto al tiempo para obtener la tasa de crecimiento de la función de producción agregada:

$$\sum_{i=1}^{m+n} \frac{\partial \ln G}{\partial \ln F_i} \dot{F}_i(t) = \dot{A}(t) + \sum_{k=1}^n \frac{\partial \ln f}{\partial \ln K_k} \dot{K}_k(t) + \sum_{j=1}^l \frac{\partial \ln f}{\partial \ln L_j} \dot{L}_j(t) \quad (3)$$

Donde el punto sobre la variable representa una tasa de crecimiento con respecto al tiempo, por ejemplo:

$$\dot{A}(t) = \frac{d \ln A}{dt} \quad (4)$$

Cada uno de los distintos agregados se comporta como índices divisia, pudiéndose desagregar la producción y cada uno de los factores con respecto a cada uno de sus componentes y con respecto a la evolución que han tenido los mismos en cada momento del tiempo:

$$\dot{Y}(t) = \sum_{i=1}^{m+n} v_i(t) \dot{F}_i(t) \quad (5)$$

$$\dot{L}(t) = \sum_{j=1}^l w_j^l(t) \dot{L}_j(t) \quad (6)$$

$$\dot{K}(t) = \sum_{k=1}^n w_k^k(t) \dot{K}_k(t) \quad (7)$$

donde  $v_i$  es la participación del bien  $i$  en la producción total en términos nominales,  $w_j$  y  $w_k$  representa la proporción que del tipo de trabajo  $j$ ésimo o del resultado del capital  $k$ ésimo respectivamente hay que contabilizar en la función de producción para cada momento determinado del tiempo. Obviamente la suma de los factores de un mismo tipo es igual a la unidad, ya que, por la misma, se asocia toda la producción a alguno de los bienes.

$$\sum_{i=1}^{n+m} v_i = \sum_{j=1}^l w_j^l = \sum_{k=1}^n w_k^k = 1 \quad (8)$$

Bajo los supuestos de competencia perfecta y rendimientos constantes a escala, los precios de mercado miden el coste marginal de cada bien, mientras que los salarios lo hacen del producto marginal de los mismos. Por lo tanto las elasticidades de (3) son iguales a las participaciones en el valor de la producción (es decir  $v_i$  y  $w_j$ ). Así pues, se puede reescribir (3) como:

$$\dot{Y}(t) = s_K(t)\dot{K}(t) + (1-s_K(t))\dot{L}(t) + \dot{A}(t) \quad (9)$$

donde  $s_K$  representa la participación del capital en el producto nacional o la elasticidad de la producción con respecto al capital<sup>4</sup>. Como se puede ver, representa un índice divisia donde el producto total en términos nominales que representa una ventaja frente a una función estándar como las Cobb-Douglas, viene representado como la suma del gasto de los distintos productos<sup>5</sup>.

A partir de (9) podemos estudiar cuál será la parte de crecimiento tecnológico no explicado por las mejoras tecnológicas, como un residuo:

$$\dot{A}(t) = \dot{Y}(t) - s_K(t)\dot{K}(t) + (1-s_K(t))\dot{L}(t) \quad (10)$$

Es decir, el desarrollo tecnológico viene dado por la parte de crecimiento económico que no puede ser explicado por las tasa de crecimiento de los factores, capital y trabajo. No obstante, la ecuación anterior aparece en tiempo continuo, por lo que debemos pasar a tiempo discreto, analizando el cambio de las distintas participaciones variables. Si la función de producción está especificada translogarítmicamente, el índice divisia que muestra (10) se puede pasar a un índice encadenado, como por ejemplo un índice de Thörnqvist (Diewert, 1976 y Balk y Diewert, 2001), aunque la utilización de otros índices similares superlativos, como el de Fisher, tiene efectos parecidos (Oulton, 2001).

El índice de Thörnqvist mide la tasa de crecimiento entre dos puntos del tiempo ( $t$  y  $t+1$ ) mediante diferencias logarítmicas, utilizando ponderaciones de las medias aritméticas de las participaciones de los factores en cada periodo:

<sup>4</sup> La utilización de este tipo de función para obtener el residuo de Solow econométricamente se enfrenta no sólo a este problema sino a otros problemas de estimación de los distintos componentes y de las relaciones entre los mismos, siendo los estimadores no paramétricos los más utilizados. Para una discusión más extensa sobre las desventajas de esta estimación ver Barro (1998), y para aplicaciones en Estados Unidos, Basu et al. (2000), y para España Pulido (2000) y Hernando y Núñez (2001).

<sup>5</sup> La alternativa a esta presentación lo mostraría como la suma de las distintas aportaciones de valor añadido, lo que permite realizar la suma desde el lado de la producción frente al gasto. La utilización de la primera opción, como señala Oulton (2001) es más relevante al análisis ya que ofrece la contribución de la productividad de las distintas industrias a estudiar (industrias no relacionadas con la Nueva Economía, software, hardware y telecomunicaciones) a través de su aportación a la productividad total.

$$\bar{s}_k(t+1) = \frac{[s_k(t) + s_k(t+1)]}{2} \quad (11)$$

Para tiempo discreto por lo tanto (9) pasaría a ser:

$$\Delta \ln Y(t) = \bar{s}_k(t) \Delta \ln K(t) + (1 - \bar{s}_k(t)) \Delta \ln L(t) + \Delta \ln A(t) \quad (12)$$

y las distintas tasas de crecimiento de los factores:

$$\Delta \ln Y(t) = \sum_{i=1}^{n+m} \bar{v}_i(t) \Delta \ln F_i(t) \quad (13)$$

$$\Delta \ln L(t) = \sum_{j=1}^l \bar{w}_j^L(t) \Delta \ln L_j(t) \quad (14) \quad \Delta \ln K(t) = \sum_{k=1}^n \bar{w}_k^K(t) \Delta \ln K_k(t)$$

$$\Delta \ln K(t) = \sum_{k=1}^n \bar{w}_k^K(t) \Delta \ln K_k(t) \quad (15)$$

estando definidas las distintas  $v$  y  $w$  de acuerdo con (11), por lo que el residuo de Solow ahora nos quedaría definido como:

$$\Delta \ln A(t) = \Delta \ln Y(t) - \bar{s}_k(t) \Delta \ln K(t) - (1 - \bar{s}_k(t)) \Delta \ln L(t) \quad (16)$$

A partir de esta fórmula se calculan las distintas aportaciones que tienen cada una de las distintas variedades del capital y del trabajo.

La medida teórica correcta de la participación del capital es el flujo de servicios físicos, la cantidad de horas máquina, para cada tipo de bien de capital. Asociado con este tipo de servicios existe un stock, que por motivos prácticos se supone que es proporcional al flujo utilizado. Por lo tanto, para cada periodo  $t$  el capital existente ( $Stock_t$ ) depende del capital ya disponible del periodo anterior ( $Stock_{t-1}$ ), del flujo de inversión ( $I_t$ ) de ese periodo y del deterioro del capital ( $\delta_{K_t}$ ), que se supone geométrico<sup>6</sup>:

$$K_{K_t}(t) = I_{K_t}(t) + (1 - \delta_{K_t}) K_{K_t}(t-1) \quad (17)$$

En este caso la inversión está medida en unidades de la misma calidad. Para obtener la comparación de distintas calidades es necesario deflactar los precios con un índice que recoja ese tipo de ajuste, como son los índices hedónicos o los de comportamiento<sup>7</sup>. La importancia del cálculo del stock reside en que para el análisis se va a suponer que dada la imposibilidad de

<sup>6</sup> La utilización de una tasa geométrica permite relacionar e igualar una variable cantidad, como es el deterioro, con una variable precio como es la depreciación, aunque los dos conceptos no son similares (Jorgenson, 1996). Mientras que la depreciación está asociada con el coste de reposición y el precio de un activo usado, el deterioro se refiere a un concepto físico de desgaste, aunque la utilización de este sistema de similitud es estándar (Fraumeni, 1997).

<sup>7</sup> Cfr. Jorgenson (2001), Gordon (2001) y Schreyer (2000).

medir el capital utilizado en la producción de bienes y servicios, ésta será proporcional al stock que existe al principio de cada periodo. Si normalizamos esa proporción a uno obtenemos:

$$K_k(t) = K_k(t-1) \quad (18)$$

Al estar analizando distintos tipos de capital y poder capturar la mayor parte del residuo de Solow debemos utilizar distintos tipos de capital que representen en cada circunstancia distintas aportaciones (Jorgenson y Griliches, 1967). En este caso, para construir el agregado deberemos encontrar las ponderaciones que tomarán cada uno de sus componentes. Adicionalmente, cada tipo de capital tendrá una remuneración, que en un mercado eficiente debería ser igual a su producto marginal y que en este caso debería ser igual al precio de alquiler asociado a cada bien. El agregado de todos esos pagos sería:

$$\Pi = \sum_{k=1}^k p_k^K K_k \quad (19)$$

donde la ponderación para cada tipo de capital será:

$$w_k^K = \frac{p_k^K K_k}{\Pi} \quad (20)$$

Para calcular la contribución de cada uno de los cuatro tipos de activos hay que obtener la aportación que tiene en el crecimiento del producto total (actualizado por el deflactor del PIB,  $p$ ) su respectivo crecimiento:

$$p_k^K K_k / pY = \frac{p_k^K K_k}{\Pi} \frac{\Pi}{pY} = w_k^K s_K \quad (21)$$

Al igual que en el caso de uso de capital, tenemos una variable no observable, el precio de alquiler del bien, y una variable observable, el precio de dicho bien en el mercado. La asociación de los mismos se realiza partiendo de la base de que todos los tipos de capital obtienen el mismo rendimiento. En un entorno con previsión perfecta el resultado será (ignorando el efecto de los impuestos):

$$p_k^K(t) = \{[1+r(t)]p_k^l(t-1)\} - \{(1-\delta_k)p_k^l(t)\} \quad (22)$$

donde  $r(t)$  es el tipo de interés real vigente para la economía y para un activo  $k$ ,  $p^k$  es el precio de alquiler, mientras que el precio de adquisición es  $p^l$  y  $\delta_k$  representa la tasa de depreciación.

Por lo tanto, para calcular estos valores se necesitan tanto la evolución de los precios como la tasa de depreciación. El problema que presenta la inclusión de formas de capital no homogéneas, como en el caso de los ordenadores, es que las mejoras de calidad pueden llevar a la infrarrepresentación de la contribución (es decir, de la ponderación de los activos) en la producción total (Barro y Sala i Martín, 1995). Para resolver ese problema hay que utilizar series



de datos que ya incluyen ese efecto “calidad”, como las hedónicas. El otro factor que se utiliza es el trabajo, realizándose la contabilización a través de las horas de trabajo efectivamente trabajadas en un periodo dado. Obviamente, de forma paralela al capital podemos considerar la aportación total del trabajo como función de la aportación que se realiza por cada tipo de ocupación (Jorgenson y Stiroh, 2000). Por lo tanto, la metodología para calcular el peso del trabajo es similar a la utilizada para el capital<sup>8</sup>. A la hora de calcular la aportación de la mano de obra es necesario medir la contribución efectiva del trabajo al total de la economía y su retribución. Para ello se necesita conocer el número de horas semanales efectivamente trabajadas, salario y total de empleados, reflejando así los cambios tanto en el empleo como la intensidad en el mismo.

### 3. LOS DATOS

Para la estimación de la participación del capital nos hace falta estimar la ecuación (20). Oliner y Siechel (2000) proponen la aproximación de dicha ecuación mediante:

$$w_k^K = (r - \delta_k - p_k) \frac{p_k^K K_k}{pY} \quad (23)$$

donde  $r$  es el tipo de interés nominal,  $(\delta_k)$  la tasa de depreciación para un capital  $k$  y  $p_k$  con punto representa la tasa de cambio del precio del bien de inversión. Adicionalmente, la suma de las distintas rentabilidades para cada uno de los sectores es igual a la tasa de rendimiento neto de la economía. Si se analiza, la expresión entre paréntesis representa la tasa de retorno bruto que se exige a un bien de inversión dado en un mercado eficiente y muestra la posible sustitución entre los diversos tipos de capital (Schreyer, 2000), y completa la imagen de la demanda continua de tecnologías de la información frente a otros tipos de capital.

Obviamente, las tasas de retorno que se esperan tienen que ser mucho mayores que aquellas de otros bienes de capital. La rapidez de la innovación y el ritmo de cambio tecnológico que genera la rápida obsolescencia técnica de los mismos obliga a que éstos generen un mayor rendimiento, mientras que se produce el rápido descenso en los precios. Si multiplicamos este término por  $p_k$  para cada tipo de capital  $K$ , es decir, por el precio de adquisición de una unidad nueva de capital, obtenemos el coste de utilización del mismo, o sea, el precio que costaría alquilar dicha unidad de capital para utilizarlo en ese único periodo. Este coste debe ser lo suficientemente elevado como para compensar por la utilización del mismo y, en principio, debería justificar la inversión en este tipo de bienes frente a inversiones alternativas.

Como señala Schreyer (2000) la rentabilidad neta de este tipo de bienes debería ser la misma que en otros bienes, ya que no le correspondería obtener

<sup>8</sup> Oliner y Siechel (2000), en el apéndice de su artículo, estudian con detalle la similitud entre ambos.

lo que el autor denomina tasas de retorno “supra-normales”. Una asignación eficiente de los recursos impediría que existiese ese tipo de ganancia, o de existir ésta se recogería en el concepto Residuo de Solow<sup>9</sup>.

La segunda parte de la expresión (23) representa el coste del capital invertido (o renta del capital) en nuevas tecnologías frente al total del capital de la economía. Este término se puede desglosar, rescribiendo (21) como:

**Participación del capital TIC =**

$$\frac{\text{Totalidad de la renta del capital}}{\text{Renta total (todos los factores)}} \cdot \frac{\text{Renta Capital TIC}}{\text{Totalidad de la renta del capital}} \quad (24)$$

El primer término representa la participación del capital en el total de la renta, mientras que el segundo es la participación de la renta del capital de las tecnologías de la información y la comunicación (en nuestro caso *hardware*, *software* y telecomunicaciones) en esa renta del capital. Mientras que el primer término es relativamente estable, el segundo, que será el que se analizará, ha variado sensiblemente a lo largo del tiempo (Colecchia y Schreyer, 2001). Este movimiento vendrá dado por la variación entre el precio del capital tradicional frente al de las nuevas tecnologías y con respecto al stock de capital inicial existente en los dos casos. La relación será inversa.

Para estimar (23) se emplea el tipo de interés de largo plazo que muestra la OCDE en su *Economic Outlook*. Para la depreciación, siguiendo a Fraumeni (1997), se utilizan unas tasas de depreciación del 44%, 32% y 15%<sup>10</sup>, constantes a lo largo de todo el periodo para *hardware*, *software* y equipamiento de telecomunicaciones. Como ya se señaló, estas tasas de depreciación son geométricas y están en relación con el periodo que se da de vida útil a cada uno de estos capitales, que es de 4, 7 y 11 años respectivamente.

El ritmo de cambio de los precios se va a medir utilizando distintas escalas de la evolución de precios para el *hardware*, único factor del que podemos disponer de varias fuentes. El primer análisis que se va a hacer, siguiendo la metodología de Schreyer (1998), es utilizar los datos que se disponen de cada una de las series de evolución de precios para Estados Unidos y que se pueden obtener del *Bureau of Economic Analysis* y establecer la relación entre ellos y los posibles datos para España.

Este procedimiento, consiste en realizar una calibración entre la diferencia existente de los datos de precios para cada uno de las variedades y la evolución del resto de capital. Para evitar fluctuaciones a la serie resultante se le aplica un proceso estándar de alisado exponencial. Dicho vector de precios muestra la variación representativa de cada tipo de tecnología con respecto a el cambio de precios de inversión, datos obtenidos de nuevo del OCDE *Economic Outlook*.

<sup>9</sup> Brynjolfsson y Hitt (1999) contradicen, a nivel de empresa, esta idea. Con una muestra de 600 empresas estiman econométricamente que el retorno que se obtiene por la inversión de capital está en torno a tres veces el obtenido en otro tipo de capital.

<sup>10</sup> Para el resto del capital, siguiendo la idea propuesta por Daveri (2001), se utiliza la media del total de tipos de capital que analiza en su estudio de depreciación Fraumeni (1997). Como se puede ver las diferencias son especialmente significativas en el caso del *software*.

Finalmente, se utiliza una media móvil de los tres años anteriores del cambio de cada uno de los deflatores para incluir el cálculo del nivel de precios.

Aunque desgraciadamente no se dispone de otros datos para las series de precios del *software* y equipos de telecomunicación, en cambio sí que disponemos de distintas estimaciones para *hardware*. Izquierdo y Matea (2001b) ofrecen series de precios hedónicos para estos equipos. La utilización de una medida de este tipo permite tener datos de primera mano y está en la tendencia que se ve en los países de la OCDE, poder ofrecer datos más ajustados destinados a las estimaciones de la productividad (entre otros Scarpetta et al. 2000 o Jorgenson y Stiroh 1995), ya que los problemas de medición representan una de las principales dificultades de cara a la obtención de medidas fiables.

Finalmente, utilizaremos una medida pura de mejora en la eficiencia productiva, como la que propugna Nordhaus (2001) para el *hardware*, mientras que para el resto de mediciones seguiremos utilizando los datos obtenidos a través de la primera de las técnicas. La novedad en la utilización de tres técnicas distintas de estimación reside en la inclusión de un análisis de sensibilidad sobre la composición de los datos.

Los datos del segundo término de (23) se obtuvieron de diversas fuentes. Para los datos en *software* y *hardware* se utilizan los datos nominales que desde 1986 proporciona SEDI (1986-2001). Por lo tanto, podemos considerar dichos datos como los "oficiales" frente a los utilizados por Daveri (2000, 2001) que emplea los proporcionados por IDC.

Los datos de comunicaciones provienen de EUROSTAT, de la partida de servicios de telecomunicaciones (NACE Rev. 1 64.20), extendiéndose la serie desde 1980, y completado con los informes de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (Informe Anual 1998-2000), lo que nos permite no tener que ampliar la serie de cara a calcular todo el stock de capital.

Las series que muestran el crecimiento del resto de la renta provienen de la diferencia entre el stock total de capital empresarial el *Economic Outlook* de la OCDE<sup>11</sup> y los correspondientes a los datos obtenidos para el capital de las nuevas tecnologías. La misma fuente proporciona los deflatores de precios sobre el capital del sector empresarial y los datos de empleo necesarios para calcular la participación del capital. Las horas trabajadas se obtienen en base a las series de Scarpetta et al. (2000) completadas con los datos del Instituto Nacional de Estadística. La ecuación (16), la ecuación a estimar, pasa a ser:

$$\begin{aligned} \Delta \ln A(t) = & \Delta \ln Y(t) - \bar{\sigma}_{K_{Hard}}(t) \Delta \ln K_{Hard}(t) - \bar{\sigma}_{K_{Soft}}(t) \Delta \ln K_{Soft}(t) \\ & - \bar{\sigma}_{K_{Telecom}}(t) \Delta \ln K_{Telecom}(t) - \bar{\sigma}_{K_{NoTIC}}(t) \Delta \ln K_{NoTIC}(t) \\ & - (1 - \bar{\sigma}_K(t)) \Delta \ln L(t) \end{aligned} \quad (25)$$

<sup>11</sup> La inclusión del *software* como capital no está incluida en los datos de la OCDE, por lo que para obtener dicha diferencia se obvia su stock (Schreyer, 1998, Daveri, 2000)

Una vez conocidos los datos, obtenidos de la forma descrita anteriormente ya sólo queda analizar los resultados, lo que se llevará a cabo en los próximos apartados.

#### 4. RESULTADOS

Las Tablas 1 y 2 muestran los principales datos obtenidos en el estudio. Mientras que la contribución de las telecomunicaciones se mantiene relativamente estable en todo el periodo, el mayor crecimiento en la contribución lo experimentan tanto el *hardware* como el *software*. Tomando el conjunto de las TIC, podemos ver que aumenta su aportación media en un 40% desde 1996-2000 respecto al primer quinquenio. Este crecimiento se corresponde con el incremento que experimenta el stock de capital y la reducción de los precios.

De forma simultánea disminuye la aportación del capital no vinculado a las nuevas tecnologías, con una caída del 25%. Se produce la sustitución del “nuevo” capital frente al antiguo, tal como esperábamos. En el caso de España sin embargo más interesante es el efecto de la participación del trabajo.

La contribución negativa del trabajo en los primeros cinco años corresponde a la caída en la creación de empleo que se experimenta en el periodo (Blanchard y Jimeno 1999), especialmente en el intervalo 1991-1992. Sin embargo, la aportación se torna positiva en la segunda mitad, y en términos porcentuales corresponde con el mayor crecimiento dentro de la economía española.

TABLA 1: APORTACIÓN ABSOLUTA AL CRECIMIENTO. HARDWARE, SOFTWARE Y TELECOMUNICACIONES (1991-2000)

	1991-1995	1996-2000	1991-2000
<b>Capital TIC</b>	0,032%	0,038%	0,035%
<i>Telecom.</i>	0,016%	0,020%	0,018%
<i>Hardware</i>	0,009%	0,011%	0,010%
<i>Software</i>	0,007%	0,007%	0,007%
<b>Capital no TIC</b>	0,228%	0,175%	0,20%

TABLA 2: DESCOMPOSICIÓN DEL CRECIMIENTO DEL PIB EN TRABAJO, CAPITAL (TIC Y NO TIC) Y LA PTF (1991-2000)

	Absoluta		Porcentual	
	1991-1995	1996-2000	1991-1995	1996-2000
<b>Capital TIC</b>	0.27%	0.38%	17%	9%
<i>Telecom.</i>	0.21%	0.17%	13%	4%
<i>Hardware</i>	0.05%	0.13%	3%	3%
<i>Software</i>	0.01%	0.09%	1%	2%
<b>Capital no TIC</b>	0.88%	0.65%	54%	16%
<b>Trabajo</b>	-0.72%	2.01%	-44%	48%
<b>PTF</b>	0.92%	0.71%	57%	17%
<b>Cto PIB</b>	1,4%	3,8%	100,00%	100,00%

Este movimiento está relacionado con el cambio que se produce en la regulación laboral española, que permite un aumento importante de la fuerza laboral, muy superior a la experimentada en otros países de la Unión. El aumento en el empleo y la mejora de la cualificación en el mismo (Scarpetta *et al.*, 2000), apoyan este resultado<sup>12</sup>.

Por último, se pasa a analizar el crecimiento de la productividad total de los factores. El término representa la participación que no puede ser explicada dentro del marco de contribución del crecimiento y por lo tanto representa los efectos derivados sobre la economía del cambio tecnológico (citado, por ejemplo, en Gordon, 1998). Como se puede ver en la Tabla 2, aunque se produce una caída relevante en su presencia de la primera a la segunda parte del estudio, continua siendo relevante en todo el periodo. A pesar de que la PTF es una medida residual, y por lo tanto, que conlleva la posibilidad de errores asociados a la medición (Schreyer, 2000), la importancia de la misma refleja la fuerza de su presencia en la economía.

## 5. LA SENSIBILIDAD ANTE LOS DATOS DE PRECIOS

Una parte importante del interés de este estudio es utilizar medidas alternativas de evolución de los precios para considerar su efecto sobre la aportación de las TIC al crecimiento de la economía, que se puede ver en la Tabla 3. Aparte del sistema utilizado en el modelo base (modelo que utiliza los

<sup>12</sup> Iammarino, Jona-Lasinio y Mantegazza (2001) señalan un efecto similar sobre el crecimiento de la economía aplicable a cambios estructurales para Holanda y Canadá. En estos países los cambios asociados a la reforma laboral han permitido un mayor crecimiento de la economía que no se puede explicar por la mejora tecnológica exclusivamente, mientras que en países como Estados Unidos, Suecia o Finlandia (todos ellos prototipos de la Nueva Economía) este tipo de mejora es la mayor responsable del crecimiento de la economía en el mismo periodo.

datos del BCE), se amplía el análisis aplicando los datos suministrados sobre la economía española para *hardware* por el Banco de España (Izquierdo y Matea, 2001b) y los datos ya comentados de Nordhaus (2001).

TABLA 3: EFECTOS DE UTILIZACIÓN DE DISTINTOS PRECIOS PARA HARDWARE EN LA DESCOMPOSICIÓN DEL CRECIMIENTO DEL PIB EN TRABAJO, CAPITAL (TIC Y NO TIC) Y LA PTF (1991-2000)

	1991-1995			1996-2000		
	<i>M. Base</i>	<i>BdE</i>	<i>Nordhaus</i>	<i>M. Base</i>	<i>BdE</i>	<i>Nordhaus</i>
<b>Capital TIC</b>	0.27%	0.28%	0.25%	0.38%	0.38%	0.40%
<i>Telecom.</i>	0.21%	0.21%	0.21%	0.17%	0.17%	0.17%
<i>Hardware</i>	0.05%	0.05%	0.02%	0.13%	0.12%	0.14%
<i>Software</i>	0.01%	0.01%	0.01%	0.09%	0.09%	0.09%
<b>Capital no TIC</b>	0.88%	0.88%	0.88%	0.65%	0.65%	0.65%
<b>Trabajo</b>	-0.72%	-0.72%	-0.73%	2.01%	2.01%	2.00%
<b>PTF</b>	0.92%	0.92%	0.96%	0.71%	0.72%	0.70%

La utilización de las diversas series ofrece una visión del efecto en la calidad de los datos. La incorporación de las series del Banco de España demuestra que el modelo base subestima la participación de las TIC dentro del crecimiento de la economía española en la década de los 90. Desgraciadamente, la opción metodológica aportada por Schreyer (1998, 2000) es la forma más cercana de aportar una valoración para los otros dos sectores generadores de la Nueva Economía; *software* y telecomunicaciones. La aparición de series para estos sectores debería favorecer la mejor comprensión de la realidad económica, especialmente si consideramos que los datos de telecomunicaciones son los que tienen una mayor aportación al crecimiento.

Los datos de Nordhaus representan la variación más importante respecto al modelo base. Varios problemas se derivan de la utilización de los mismos. En primer lugar, el hecho de que suponen la difusión inmediata en las nuevas tecnologías. Aunque este supuesto no parece muy alejado de la realidad, España siempre ha sido un país seguidor en la adopción de nuevos equipos, por lo que se añadió un retraso de un año para comprobar la estabilidad del modelo.

Por otro lado, las series son más volátiles que las empleadas en los casos anteriores, por lo que se utilizó una media móvil de tres años (similar a la utilizada por Schreyer, 2000) para evitar su comportamiento errático. Finalmente, se asume que la traslación de capacidad y precio es similar para

todos los países, sin tener en cuenta la variación de precios interna<sup>13</sup>. A medida que en la literatura aparecen estudios con nuevos datos de precios, el resultado de los ejercicios de contabilidad de crecimiento representa de una forma más fiel el cambio en las TIC. Así se puede explicar cada vez una mayor parte del crecimiento experimentado en la economía española en la década de los 90 por la aportación de las nuevas tecnologías.

A pesar de ello, y sin desdeñar el efecto beneficioso de las TIC, el trabajo sigue siendo la razón más importante del crecimiento de la economía española. El cambio de la regulación laboral ha sido una de las principales fuerzas que han empujado al crecimiento en los últimos cinco años del Siglo XX. Sin embargo, la disponibilidad de datos cada vez más completos sobre la evolución de la Nueva Economía permite ver la mejora progresiva que ha supuesto para el crecimiento la aportación de las nuevas tecnologías, tanto de forma directa como de forma indirecta (a través del residuo de Solow). Ahora, tomando la serie que utiliza los precios del Banco de España como referencia para comparaciones, se pasa a realizar las oportunas comparaciones con otros estudios y con otros países.

## 6. COMPARACIONES

La Nueva Economía es un concepto global, no afecta a un único país, sino a un grupo y como tal el análisis realizado no se puede desligar de otras estimaciones efectuadas para otros países de nuestro entorno. Existe una amplia literatura sobre la contribución de la Nueva Economía al crecimiento para los países más desarrollados, especialmente Estados Unidos. En este apartado vamos a repasar los datos que aportan estos estudio, diferenciando en primer lugar aquellos estudios que corresponden a Estados Unidos elaborados por Jorgenson y Stiroh (2000), Gordon (2000), Oliner y Siechel (2000), frente a los elaborados para la Unión Europea y la OCDE, por Colecchia y Schreyer (2001), Daveri (2001) y Vajselaar y Albers (2002).

### *Estados Unidos*

Los resultados de la Tabla 4 muestran que el crecimiento en Estados Unidos ha sido superior en todos los periodos, mientras que los beneficios derivados del aumento de eficiencia en el proceso productivo (la PTF) también presentan un mayor crecimiento. Además, se puede observar que esta diferencia se amplía de la primera a la segunda mitad de la década aumentando el diferencial existente entre las dos economías.

<sup>13</sup> Daveri (2000) considera relevante este punto para utilizar estas series armonizadas con los precios a la hora de aproximar un modelo base sobre el que vigilar los precios. Sin embargo, como Nordhaus (2001) señala, estas series de precios representan una medida técnica, y por lo tanto irrelevante a la localización geográfica. Apoyando esta hipótesis Keller (2000) muestra que se ha producido una reducción en la difusión de la tecnología entre distintas zonas geográficas en los últimos años, siendo las aportaciones internacionales cada vez más relevantes en relación a las de los países propios.

TABLA 4: COMPARACIÓN CON ESTUDIOS DE ESTADOS UNIDOS

	Oliner y Siechel		Jorgenson y Stiroh		Colecchia y Schreyer	
	1991-1995	1996-1999	1992-1995	1996-1998	1990-1995	1995-1998
<b>Capital TIC</b>	0.57	1.10	0.40	0.75	0.43	0.87
<i>Telecom.</i>	0.07	0.15	0.19	0.46	0.29	0.62
<i>Hardware</i>	0.25	0.63	0.15	0.19		
<i>Software</i>	0.25	0.32	0.06	0.10	0.14	0.25
<b>PTF</b>	0.92	1.47	0.73	1.24	-	-

Fuente: Oliner y Siechel (2000), Jorgenson y Stiroh (2000) y Colecchia y Schreyer (2001).

Este diferencial está asociado a la diferencia de gasto en nuevas tecnologías por parte de Estados Unidos frente a España y es una tendencia similar a la que sucede en otros países<sup>14</sup>, es decir, un acercamiento al nivel de gasto hará que ese distanciamiento se reduzca, y a la existencia de datos incompletos, especialmente en el caso de los descensos de precios en el sector, lo que hace que se produzca una infrarepresentación del mismo en los patrones de crecimiento, por lo que el ajuste al precio real es clave para una correcta medida (Jorgenson y Stiroh, 2000 y Gordon 2000).

Como se ha mostrado, la utilización de series de precios ajustados al caso español aporta un mayor ritmo de crecimiento del *hardware*. Datos de similar calidad para el resto de los sectores deberían tener un efecto beneficioso sobre la calidad de la estimación de su contribución. Además, existen factores específicos que explican, entre otros rasgos, el alto diferencial en la distribución del gasto. El mayor desarrollo del sector de las telecomunicaciones hace que represente la parte más importante del gasto en TIC.

La liberalización a partir de 1996 de la regulación en las telecomunicaciones siguiendo los pasos de Estados Unidos hace que se amplíe el gasto y que se produzca una acumulación del capital muy superior a todos los países de nuestro entorno. Este resultado es consistente con los obtenidos en el mercado de trabajo y es una muestra del efecto positivo que sobre el crecimiento económico tiene la liberalización de los sectores más dinámicos.

<sup>14</sup> Saito (2001) señala que no sólo el aumento del gasto, sino que también la existencia de un sector tecnológico de elevado peso es clave para conseguir una mayor aportación de las nuevas tecnologías. El caso de países como Suecia o Finlandia, países europeos donde existe un dinámico sector de telecomunicaciones, serían representativos de este ejemplo. Este dato viene apoyado por los resultados de Jalava y Pohjola (2001) que señalan un incremento importante tanto de la aportación de las TIC (en torno al 0,7%, similar a los datos obtenidos por Jorgenson y Stiroh para Estados Unidos) y un espectacular 4,2% de contribución de la PTF.



En segundo lugar, es relevante el escaso peso que tiene la industria de *software* con respecto a la aportación del crecimiento de la misma en Estados Unidos. Sin duda, este resultado está conectado con el hecho de que España tiene uno de los índices de “piratería” electrónica más alto de los países occidentales, sólo por detrás de Grecia. Mientras que en Estados Unidos en 1995 este delito sólo representaba el 25% del total del mercado y en el 2000 el 24%, los datos para nuestro país en el mismo periodo son del 74% y el 51% respectivamente (Business Software Alliance, 2000). Aunque el diferencial se está acortando, este hecho se reflejará en estudios posteriores que permitirán un análisis más detallado de la aportación real del *software* a la economía.

A pesar de los ajustes, el diferencial que existe con la economía española sigue siendo importante. Junto a causas estructurales como la existencia de barreras a la innovación y la creación de empresas, la falta de flexibilidad de los mercados y, de nuevo, la existencia de un sector de las TIC pequeño y oligopolizado, también existen causas técnicas y organizativas. El ajuste de las estructuras del capital a las nuevas tecnologías agrava el proceso de adopción de las mismas (Brynjolfsson y Hitt, 2000, o Hall, 2001) y justifican el retraso que deben experimentar algunas economías para sacar partido de las mismas.

#### *Europa y la OCDE*

Ahora se pasa a analizar algunos estudios alternativos sobre países europeos. Para ello se incluye el estudio elaborado en el Banco Central Europeo por Vijselaar y Albers (2002). Aunque el estudio se refiere al área euro, los datos que toman son de 4 países, Alemania, Francia, Italia y Holanda, amparados en que representan cerca del 80% del valor añadido bruto de la zona euro (Tabla 5). El marco de análisis que utilizan es similar al empleado en este trabajo, basándose también en datos oficiales y utilizando, cuando ha sido posible, agregados a través de su paridad de poder de compra.

TABLA 5: COMPARACIÓN DEL APORTE DE LA NUEVA ECONOMÍA ENTRE ESPAÑA Y LA UNIÓN EUROPEA

	Este estudio		UE (Vijselaar y Albers)	
	1991-1995	1996-2000	1991-1995	1996-1999
<b>Capital TIC</b>	0.28%	0.38%	0.20%	0.40%
<i>Telecom.</i>	0.21%	0.17%	0.06%	0.07%
<i>Hardware</i>	0.05%	0.12%	0.09%	0.15%
<i>Software</i>	0.01%	0.09%	0.05%	0.18%
<b>PTF</b>	0.92%	0.72%	1.41%	0.63%

Fuente: Elaboración propia y Vijselaar y Albers (2002).

Como se puede ver en la Tabla 6 los datos muestran un patrón similar al visto con anterioridad en Estados Unidos, con un mayor gasto en el sector de las telecomunicaciones en España con respecto a otros países europeos y de la OCDE. Es interesante reseñar que los índices de precios empleados en los cálculos no reflejan los ajustes por calidad, por lo que, como hemos señalado con anterioridad, la aportación puede estar infravalorada, conclusión que toma más cuerpo si la comparamos con los datos de Colecchia y Schreyer (2001). Se puede ver que países como Australia, Canadá o Finlandia están reduciendo el diferencial de aportación de las nuevas tecnologías con respecto a Estados Unidos. El Reino Unido también mantiene un elevado ritmo de crecimiento, mientras que países como Alemania o Italia están en una situación similar a la de España o ligeramente por detrás. En todos los casos se ve una tendencia hacia la reducción del diferencial con los países más avanzados similar al caso español.

TABLA 6: COMPARACIÓN CON OTROS PAÍSES DEL ENTORNO

	Australia		Canadá		Finlandia		Francia	
	1991-1995	1996-2000	1991-1995	1996-2000	1991-1995	1996-1999	1991-1995	1996-2000
<b>Capital TIC</b>	0.49	0.68	0.30	0.56	0.24	0.62	0.18	0.35
<i>Telecom.</i>	0.37	0.53	0.21	0.43	0.17	0.46	0.16	0.25
<i>Hardware</i>								
<i>Software</i>	0.12	0.15	0.09	0.13	0.07	0.16	0.02	0.10

	Alemania		Italia		Japón		Reino Unido	
	1991-1995	1996-2000	1991-1995	1996-1999	1991-1995	1996-1999	1991-1995	1996-2000
<b>Capital TIC</b>	0.30	0.37	0.20	0.36	0.31	0.38	0.27	0.47
<i>Telecom.</i>	0.24	0.30	0.18	0.29	0.25	0.36	0.23	0.43
<i>Hardware</i>								
<i>Software</i>	0.06	0.07	0.02	0.07	0.06	0.02	0.04	0.04

Fuente: Colecchia y Schreyer (2001)

## 7. CONCLUSIÓN

Es cierto que las nuevas tecnologías han tenido importancia en el crecimiento de la economía española de finales de la década pasada. Como se ha mostrado, y a pesar de ser España un país con intensidad baja dentro del marco de la OCDE, la aportación de las nuevas tecnologías al crecimiento de la economía española fue de un 0,28% y de un 0,38% anual de 1991-95 y 1996-2000 respectivamente. Aunque esta aportación es inferior a la

que han tenido en Estados Unidos, está en línea con la del resto de países europeos y muestra la creciente relevancia que tienen las TIC en las economías desarrolladas.

Como resultado adicional del ejercicio se ha visto como el empleo, y más concretamente la liberalización del mercado de trabajo, ha podido tener una importancia más relevante que de las TIC a la hora de explicar el crecimiento de la economía española en esa década. Adicionalmente se puede comprobar que dentro de las tecnologías de la información y la comunicación, el desarrollo de las tecnologías asociadas a las telecomunicaciones ha sido superior al de *software* o *hardware*, lo que se explica por el mayor crecimiento de este sector en la década, tratando de igualar un déficit tecnológico con respecto a otros países así como el desarrollo de las tecnologías de telefonía inalámbrica.

A partir de los resultados obtenidos se abren distintas líneas de investigación.

En primer lugar aparece la posibilidad de refinar los datos obtenidos con nuevas mediciones de las series de precios a medida que éstas se creen. En segundo lugar, existe la necesidad de saber cuáles son las vías de difusión de la tecnología en la economía española, especialmente a través de la empresa. A partir de esos datos se podrá fijar el alcance más exacto de la llamada Nueva Economía en España.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baily, M. y Gordon, R. (1988): "The Productivity Slowdown, Measurement Issues and the Explosion of Computer Power", *Brookings Papers on Economic Activity*, 19, 2, 347-420.
- Balk, B. y Diewert, E. (2001): "A Characterization of the Törnqvist Price Index", *Economic Letters*, 72, 279-81.
- Barro, R. (1998): "Notes on Growth Accounting", Harvard University, mimeo.
- Barro, R. y Sala-i-Martin, X. (1995): *Economic Growth*, McGraw-Hill.
- Basu, S., Fernald, J. y Shapito M. (2000): "Productivity Growth in the 1990s: Utilization or Adjustment?", Working Paper, Federal Reserve Bank of Chicago.
- Blanchard, O. y Jimeno, J.F. (1999): "Reducing Spanish Unemployment Under the EMU", en Fundación BBVA (coord.): *El Euro y sus repercusiones sobre la economía española*, Fundación BBVA.
- Bosworth, B. y Triplett, J. (2000): "What's New About the New Economy? IT, Economic Growth and Productivity", *Working Paper*, Brookings Institution.
- Brynjolfsson, E. y Hitt, L. (1999): "Computing Productivity: Firm Level Evidence", Working Paper, MIT Sloan School of Business.
- Business Software Alliance (2001): *Informe Global Sobre Piratería De Software*, BSA.

- Colecchia, A. y Schreyer, P. (2001): "ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States a Unique Case? A Comparative Study of Nine OECD Countries", Working Paper 7, OCDE/DSTI.
- Daveri, F. (2000): "Is Growth an Information Technology Story in Europe Too?", Working Paper Series, Università Degli Studi Di Parma.
- Daveri, F. (2001): "Information Technology and Growth in Europe", Working Paper Series, Università Degli Studi Di Parma.
- Diewert, E. (1976): "Exact and Superlative Index Numbers", *Journal of Econometrics*, 4, 115-45.
- Fraumeni, B. (1997): "The Measurement of Depreciation in the US National Income and Product Accounts", *Survey of Current Business*, 7-23.
- Gordon, R. (2000): "Does the 'New Economy' Measure Up to the Great Inventions of the Past?", *Journal of Economic Perspectives*, 14, 4, 49-74.
- Gordon, R. (2001): *Technology and Economic Performance in the American Economy*, Council on Foreign Relations.
- Hall, R. (2001): "The Stock Market and Capital Accumulation", Working Paper, NBER.
- Hernando, I. y Nuñez, S. (2001): "The Contribution of ICT to Economic Growth: A Growth Accounting Exercise with Spanish Firm-Level Data", Documento de Trabajo 203, Banco de España.
- Iammarino, S., Jona-Lasinio, y Mantegazza, S. (2001): "New Economy and ITCs: Measurement Problems and the Italian Case", University of Rome "La Sapienza", mimeo.
- Izquierdo, M. y Matea, M<sup>a</sup> de los L. (2001a): "Una aproximación a los sesgos de medición de las variables macroeconómicas españolas derivados en los cambios en la calidad de los productos", Serie Azul, Banco de España.
- Izquierdo, M. y Matea, M<sup>a</sup> de los L. (2001b): "Precios hedónicos para ordenadores personales en España durante la década de los años noventa", Serie Azul, Banco de España.
- Jalava, J. y Pohjola, M. (2001): "Economic Growth in the New Economy", Discussion Paper 2001/5, United Nations University (WIDER).
- Jorgenson, D. (1996): "Empirical Studies of Depreciation", *Economic Inquiry*, 34, 1, 24-42.
- Jorgenson, D. (2001): "Information Technology and the US Economy", *American Economic Review*, 91, 1, 1-42.
- Jorgenson, D. y Griliches, Z. (1967): "The Explanation of Productivity Change", *Review of Economic Studies*, 34, 99, 249-80.
- Jorgenson, D. y Stiroh, K. (1995): "Computers and Growth", *Economics of Innovation and New Technology*, 3, 3-4, 295-316.

- Jorgenson, D. y Stiroh, K. (2000): "Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age", *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 125-212.
- Keller, W. (2000): "Geographical Localization of International Technology Diffusion", Working Paper 7509, NBER.
- Nordhaus, W. (2001): "The Progress of Computing", Discussion Paper 1324, Cowles Foundation.
- Oliner, S. y Siechel, D. (2000): "The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story?", *Journal of Economic Perspectives*, 14, 4, 3-22.
- Oulton, N. (2001): "ICT and Productivity Growth in the United Kingdom", Working Papers, Bank of England.
- Pulido, A. (2000): "Crecimiento y nueva economía: realidades, esperanzas y exageraciones", *Anales de Economía Aplicada*, XIV Reunión de Asepelt.
- Romer, D. (1988): "Comments on Baily and Gordon 'Productivity Slowdown, Measurement Issues and the Explosion of Computer Power'", *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, 425-8.
- Saito, Y. (2001): "The Contribution of Information Technology to Productivity Growth", Working Series 01-E-6, Bank of Japan International Department.
- Scarpetta, S., Bassani, A., Pilat, D. y Schreyer, P. (2000): "Economic Growth in the OECD Area: Recent Trends at the Aggregate and Sectoral Level", Working Paper 21, OCDE/ECO.
- Schreyer, P. (1998): "Information and Communications Technology and the Measurement of Real Output, Final Demand and Productivity", Working Paper, OCDE/DSTI.
- Schreyer, P. (2000): "The Contribution of Information and Communication Technology to Output Growth: A Study of the G7 Countries", Working Paper, OCDE/DSTI.
- SEDISI (2002): *Las Tecnologías de la Información en España 1986-2001*, Madrid.
- Solow, R. (1957): "Technical Change and the Aggregate Production Function", *Review of Economic and Statistics*, 39, 3, 312-320.
- Vijsealar, F. y Albers, A. (2002): "New Technologies and Productivity Growth in the Euro Area", Working Paper 122, European Central Bank.