

Oscar Alfranca Burriel*

POLÍTICA FISCAL, CRECIMIENTO ECONÓMICO Y MEDIO AMBIENTE

La demanda de bienes ambientales está fuertemente condicionada por la renta disponible. En este trabajo se rechaza la hipótesis de que el medio ambiente y la distribución de la renta no son relevantes para explicar el crecimiento económico en un entorno europeo y se analiza, empíricamente, la capacidad de las políticas fiscales para incentivar este proceso. La conclusión principal del trabajo es que una mayor igualdad en la distribución de la renta podría comportar una intensificación del crecimiento económico y que el aumento de las emisiones contaminantes puede favorecer de forma moderada el crecimiento económico de la Europa de los quince.

Palabras clave: política fiscal, política ambiental, distribución de la renta, contaminación, crecimiento económico.

Clasificación JEL: E62.

1. Introducción

El fundamento económico que explica las relaciones entre el crecimiento económico y el medio ambiente puede encontrarse en las investigaciones que llevaron a cabo Thomas Malthus, John Stuart Mill y Stanley Jevons. Sin embargo, no es hasta los trabajos que se desarrollaron durante la década de los setenta, sobre los límites del crecimiento (Meadows *et al.*, 1972), cuando la relación entre el crecimiento económico y el medio ambiente se analiza desde un punto de vista «holístico» (Edward-Jones, Davies y Hussain, 2000).

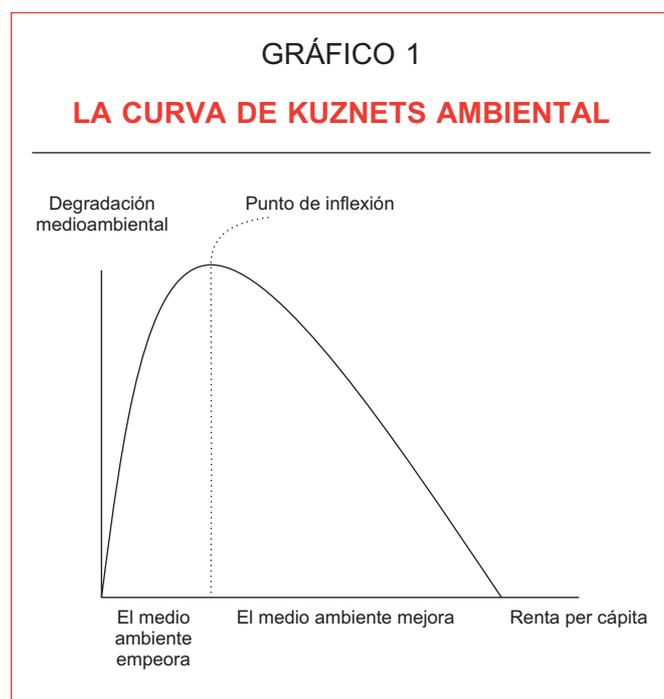
Tras la caída de los mercados de petróleo en 1970, algunas obras destacadas, como las que publicaron Dasgupta y Heal (1974), Solow (1974), Stiglitz (1974) y Hartwick (1977), introducen las limitaciones y restriccio-

nes derivadas del uso excesivo y la sobreexplotación de los recursos naturales en los modelos de crecimiento económico.

La mayor parte de los modelos de crecimiento económico que consideran las limitaciones de los recursos naturales y del medio ambiente consisten en una única ecuación que relaciona un indicador de impacto medioambiental con una medida de la renta per cápita. Estos modelos a menudo cuestionan si verdaderamente existe una relación funcional entre la renta y la degradación medioambiental. Un tema principal en estos trabajos es el alcance y la solidez de un modelo cardinal en la literatura como la curva de Kuznets ambiental.

La aparición de los modelos de crecimiento endógeno proporciona la base teórica para que el crecimiento de la renta se alcance sin necesidad de la degradación medioambiental y del agotamiento de los recursos naturales. Bajo esta construcción teórica, resulta posible alcanzar la sostenibilidad en el crecimiento económico cuando

* Universidad Politécnica de Cataluña.



se tiene la certeza de que los recursos son limitados y de que es necesaria una igualdad generacional.

La hipótesis que contrastaremos en este trabajo es que la renta modifica la demanda de bienes ambientales, y que la intensidad de esta relación puede verse fuertemente determinada por el comportamiento de las políticas fiscales. El artículo comienza por la revisión de alguna literatura básica sobre las relaciones entre crecimiento económico y medio ambiente a partir del concepto de curva de Kuznets ambiental. En este apartado se discute, asimismo, la relevancia de las políticas fiscales para determinar la intensidad de esta relación. Posteriormente, se expone un modelo empírico y se discuten los resultados. Por último, se ofrecen unas conclusiones.

2. La curva de Kuznets ambiental

La discusión sobre las relaciones entre el medio ambiente y el crecimiento económico es la base de una línea de investigación que culmina con la Curva de Kuznets Ambiental (CKA). Los cimientos teóricos de la CKA fueron expuestos por Kuznets (1955, 1965, 1966), quien

halló una relación no lineal entre la desigualdad y la renta per cápita. La supuesta relación en forma de U invertida entre la degradación del medio ambiente y el crecimiento económico se conoció como Curva de Kuznets Ambiental, por analogía con la relación renta-desigualdad propuesta por Kuznets (Gráfico 1).

Otro argumento que explica la relación invertida entre unos determinados contaminantes y la renta per cápita se puede hallar en la hipotética propensión que muestran los agentes, a medida que se enriquecen, a trasladar los productos altamente contaminantes a países en vías de desarrollo con niveles bajos de protección medioambiental. Esta transferencia se realiza bien mediante el comercio o a través de inversiones indirectas (Panayotou, 2000).

Las investigaciones sobre la CKA abordan el estudio empírico del nivel agregado de contaminación en el análisis del crecimiento económico, y desmienten la creencia generalizada de que la calidad del medio ambiente necesariamente disminuye con el crecimiento económico (Stern, Common y Barbier, 1996; Israel y Levinson, 2004). La literatura sobre la CKA también ofrece pruebas empíricas de la gran variedad de instrumentos de política económica disponibles para hacer frente a la contaminación en diferentes países (Stern, 2004).

Un problema principal relacionado con la CKA tiene que ver con la metodología econométrica que se ha utilizado en las estimaciones. La mayoría de los trabajos publicados estiman las relaciones entre la renta per cápita y la contaminación. Sin embargo, tanto la renta como la contaminación son variables endógenas que son funciones de otros determinantes primarios. Puesto que las intensidades de contaminación no son idénticas para todas las actividades económicas, la probabilidad de hallar una relación simple entre todas las posibles combinaciones de crecimiento económico y contaminación es muy escasa. De hecho, la forma de esta relación varía de acuerdo con la variable causante del crecimiento, por lo que diferentes variables pueden resultar en niveles diversos de renta y de contaminación (Bulte y Van Soest, 2001).

La mayoría de los estudios teóricos y empíricos sobre la curva de Kuznets ambiental se muestran más bien escépticos ante la existencia de una relación simple y previsible entre la contaminación y la renta per cápita. Las investigaciones sobre la CKA han proporcionado datos empíricos sobre la existencia de un efecto renta, vinculado con la calidad del medio ambiente. Este efecto renta está asociado con las respuestas políticas endógenas en forma de reglamentaciones medioambientales, que guardan una relación directa con la renta.

La desigualdad de la renta puede afectar la relación renta-medio ambiente a través de una propensión marginal a contaminar que puede ser diferente entre ricos y pobres. Si la propensión marginal a contaminar fuera mayor en los países pobres que en los ricos, entonces una mayor desigualdad entre los países aumentaría los índices de contaminación para cualquier nivel medio de renta del mundo. Al mismo tiempo, cualquier esfuerzo con vistas a mejorar la distribución de la renta se realizaría a expensas de la calidad del medio ambiente (Ravaillon y Jalan, 1997).

El trabajo que realizaron Grossman y Krueger (1993) sobre el Tratado de Libre Comercio de la América del Norte (NAFTA) puede considerarse como el punto de partida de las investigaciones sobre la curva de Kuznets ambiental. La principal hipótesis que se formula en la curva de Kuznets ambiental es que existe una relación en forma de U invertida entre la renta per cápita de un país y su nivel de calidad medioambiental. Esto es, que el crecimiento de la renta puede comportar un aumento de la contaminación de los países pobres, pero en contrapartida un descenso de la contaminación en los países ricos. Si la calidad del medio ambiente es un bien normal, entonces los aumentos en la renta propiciados por el crecimiento incrementarán tanto la demanda de una calidad medioambiental, como la capacidad de los gobiernos para realizar inversiones costosas en la protección del medio ambiente (Copeland y Taylor, 2004).

Grossman y Krueger (1993) estiman, a partir de datos de panel sobre la calidad del aire tomados en

42 países, una relación en forma de U invertida entre algunas medidas de la calidad del aire y la renta per cápita. Si bien algunos trabajos como los de Selden y Song (1994) identifican una función similar a partir de datos sobre emisiones de dióxido de azufre, estos resultados no tienen en ningún caso un alcance general y en la literatura sobre el tema se pueden hallar diferentes relaciones entre el crecimiento y la contaminación. Por ejemplo, Shañik y Banyopasdhay (1992) y Grossman y Krueger (1995) observan que el índice de contaminación en agua potable contaminada desciende de forma monótonica con la renta per cápita, mientras que índices como el de las emisiones de dióxido de carbono tienden a aumentar con la renta per cápita. El informe elaborado por Munashinghe (1999) propone que una medida de renta nacional que respeta el medio ambiente puede modificar de un modo notable la forma de la relación entre el desarrollo y el medio ambiente. A partir de datos extraídos de la Comisión de Estadística de las Naciones Unidas, se concluye que la adopción de unas políticas más sostenibles facilitará el camino para lograr unos mayores índices de desarrollo a un coste medioambiental menor. Por su parte, Roca y otros (2001) presentan resultados, para el caso de España, de que no existe ninguna correlación entre un nivel de renta más alto y una reducción de las emisiones, excepto para las emisiones de SO₂, cuya evolución pueda coincidir con la hipótesis de la CKA. Los autores sostienen que la relación entre el nivel de renta y los diferentes tipos de emisiones depende de gran número de factores, por lo que no puede esperarse que el crecimiento económico resuelva por sí solo los problemas medioambientales. En algunos casos, las emisiones se pueden reducir de forma considerable mediante la adopción de unas medidas determinadas (por ejemplo, con la sustitución de los disolventes orgánicos por otra clase de sustancias). En otros casos, el reto es mayor porque la reducción supone unos cambios importantes en el actual modelo de transporte del suministro de fuentes de energía o en las políticas de gestión de residuos.

La CKA y el efecto renta

A raíz del efecto renta, los cambios en la demanda de calidad de la renta, a medida que aumenta la renta, determinan la forma de la CKA. López (1994) y Copeland y Taylor (2003) demuestran que las consecuencias que tiene el factor acumulación en el medio ambiente dependen de la interacción entre la elasticidad de la sustitución de los factores de producción contaminantes por los no contaminantes, por un lado, y la elasticidad de la renta del daño marginal, por el otro. Gawande y otros (2001) presentan un modelo en el que los agentes son móviles, y los efectos renta provocan un equilibrio en el que los agentes con rentas más altas evitan las zonas contaminantes.

La teoría del efecto renta puede ser válida para las variables de política económica, tales como la corrupción y la calidad institucional, que desplazarán el punto de inflexión de la CKA hacia la derecha. Algunos estudios empíricos como el de Barrett y Grady (2000) incluyen medidas de libertad política como una variable de cambio añadida en las regresiones de la CKA. El resultado más importante es que existe una relación positiva entre la libertad y la calidad del medio ambiente. De esta teoría se deduce que las variables institucionales relacionadas con la libertad política interactúan con las variables de renta, dado que se espera una relación entre la libertad política y las consecuencias técnicas causadas por esta política.

La explicación del efecto renta de la CKA se fundamenta, principalmente, en dos hipótesis: el crecimiento neutro y una mayor elasticidad de la renta del daño marginal. La hipótesis del crecimiento neutro restringe la magnitud de los cambios producidos en la demanda de contaminación mientras se mantenga el crecimiento. Una mayor elasticidad de la renta del daño marginal asegura una mayor repercusión en el ámbito técnico. Por tanto, esta relación entre la contaminación y el crecimiento debería variar según el contaminante, tomando en consideración el daño percibido. En concreto, las emisiones de carbono encajan en este modelo, y la ma-

yor parte de los estudios observan que las emisiones de carbono presentan una tendencia a crecer de forma continuada con la renta per cápita.

Algunas investigaciones en esta línea son las de Shafik (1994), Holz-Eakin y Selden (1995). El trabajo de Schmalensee, Stoker y Judson (1998), por contra, estima un volumen máximo en las emisiones de carbono per cápita. En este artículo, la reglamentación presenta una influencia escasa sobre la rentabilidad asociada con la mejora ambiental (para unos niveles bajos de actividad económica). De hecho, los efectos umbral comportan una relación muy distinta entre la renta y la contaminación, para las diferentes etapas del desarrollo (John y Pecchino, 1994; Jones y Manuelli, 1995).

La CKA y el comercio internacional

En los primeros trabajos que estudian la CKA ya se encuentran pruebas empíricas sobre el papel que desempeña la apertura del comercio en las relaciones entre el medio ambiente y el crecimiento económico. La principal hipótesis que proponen estos modelos es que el comercio puede modificar las consecuencias para el medio ambiente de formas muy diversas. Así, por ejemplo, el comercio puede fomentar el traslado de industrias contaminantes situadas en países con unas políticas medioambientales más estrictas hacia países con unas normativas más flexibles o menos severas.

Las repercusiones que pueden tener estos cambios son inciertas. Así, podrían incluso intensificar la contaminación a escala mundial o dar lugar a unas políticas medioambientales menos estrictas porque ningún país estaría interesado en seguir una normativa medioambiental más restrictiva si esta política determina la ventaja comparativa de sus exportaciones. Otra hipótesis que consideran estos modelos es que una mayor apertura del comercio comportará unas exigencias ambientales más laxas, con el fin de mantener la competitividad en el mercado mundial.

El trabajo de Copeland y Taylor (1994) predice una relación muy distinta entre el crecimiento y la contami-

nación en la autarquía y en el libre comercio. Si la elasticidad renta del daño marginal es igual a la unidad, entonces los efectos relacionados con la escala de producción y con la innovación tecnológica se compensan el uno con el otro en la autarquía, y el crecimiento económico no tendría ninguna influencia sobre la contaminación.

Los efectos causados por las diferencias en las normativas sobre contaminación y en las leyes sobre comercio pueden llevar a estos resultados. Hoy en día la principal dificultad de estos estudios, basados en datos de panel, radica en el hecho de que las explicaciones específicas para cada país sean coherentes con sus características idiosincráticas. Según Dinda (2004), un motivo de crítica es que el conjunto de observaciones utilizadas para estos estudios globales, en diferentes países, se basan en una suposición esencial, cual es que la trayectoria del desarrollo económico debe ser la misma para todos los países.

En la explicación de los efectos renta para la CKA, los países ricos reducen su contaminación mediante la disminución o la utilización de políticas dirigidas a trasladar las industrias más contaminantes a los países pobres. En caso de que se prefiriera la primera opción, todos los países podrían seguir la misma línea. En cambio, si la segunda alternativa es la predominante, los países de reciente industrialización no podrían repetir la experiencia de los que en la actualidad son ricos, aun en el caso de que existiera una CKA para estos países ricos (Arrow *et al.*, 1995).

3. Fundamentos sobre las relaciones entre crecimiento y medio ambiente

Si bien ya podemos encontrar la base teórica de los modelos medioambientales y de crecimiento económico en la obra de Ramsey (1928), tal como refirieron Cass (1965) y Koopmans (1960), fue en la década de los setenta cuando surgió una nueva corriente de modelos de crecimiento óptimo (estrechamente vinculada a las predicciones del Club de Roma), que proponen la

reducción de la contaminación y del uso de recursos no renovables.

Estos modelos introducen la energía, los recursos naturales y la contaminación medioambiental en la teoría neoclásica del crecimiento (Kamien y Schwarz, 1982; Tahvonen y Kuuluvainen, 1991, 1993). Los análisis que siguen este enfoque se centran en el papel que tiene la sustitución del capital artificial por los materiales procedentes de los recursos naturales en la producción, las mejoras en el campo de la tecnología relativas a la eficacia productiva de los materiales y las tecnologías de soporte (Dasgupta y Heal, 1979; Van den Bergh y Nijkamp, 1998). En algunas ampliaciones recientes de los modelos de Ramsey, la desutilidad de un subproducto contaminante puede quedar compensada con la utilidad del consumo (Selden y Song, 1995; Tahvonen y Kuuluvainen, 1994).

Modelos de crecimiento óptimo y medio ambiente

En estos modelos, se considera el problema de un planificador social consistente en aumentar al máximo un flujo infinito de consumo. Esta conclusión se compara con el resultado descentralizado. Los modelos de contaminación y crecimiento óptimo suelen sugerir que es óptimo establecer límites al crecimiento. Por otro lado, de acuerdo con los modelos que defienden el agotamiento de los recursos naturales, la extracción o incluso la extinción de algunos recursos naturales pueden ser óptimas en función del tipo de descuento y de la tecnología de que disponga la sociedad. Algunos modelos relevantes sobre la extracción de los recursos naturales y crecimiento son los que exponen Dasgupta y Heal (1979), Stiglitz (1974), Solow (1974) y Smith (1974).

A fin de considerar la desutilidad de la contaminación en la actividad económica, la mayoría de los modelos generalizan la optimización dinámica de Ramsey (1928), Cass (1965) y Koopmans (1960), y proponen una trayectoria no lineal como la que traza de forma empírica la CKA. Las pruebas empíricas, tales como las que fijan Selden y Song (1995) y Stokey (1998), sugie-

ren que estos modelos son sensibles a los supuestos sobre la forma de la función de utilidad o sobre la inclusión de la contaminación en la función de producción.

En algunos modelos, el medio ambiente se considera como un factor de producción y es estimado como una variable de la función de utilidad. En estos modelos, la calidad del medio ambiente se representa como unas reservas que se van deteriorando a causa de la producción o la contaminación. En otros modelos, las reservas de recursos medioambientales se incluyen como una función de producción, por lo que se exige que el propio medio ambiente genere un *output* (López, 1994; Chichilinsky, 1994).

Las previsiones que hacen estos modelos sobre las repercusiones que tiene el crecimiento en la degradación del medio ambiente dependen de si los factores económicos asimilan los efectos de reacción de estas reservas (Panayotou, 2000). La existencia de las reservas medioambientales en la función producción significa que los índices de contaminación óptimos o las normativas que regulan la contaminación no son suficientes para alcanzar el nivel óptimo de calidad medioambiental en la creación continua.

Crecimiento endógeno y medio ambiente

La hipótesis propuesta de forma generalizada en los modelos de crecimiento endógeno es que el producto marginal del capital humano decrece a medida que aumenta el volumen de capital (Romer, 1986, 1990; Lucas, 1988; Barro, 1990; Rebelo, 1991). La capacidad para aumentar el capital humano, al tiempo que el capital físico es uno de los elementos centrales de la hipótesis según la cual el producto marginal de la inversión se mantiene por encima de un valor umbral positivo.

Los modelos de crecimiento endógeno ofrecen el fundamento teórico necesario para explicar el crecimiento sostenido de la renta, sin incurrir en la degradación total del medio ambiente ni en el agotamiento de los recursos naturales (Toman, 2003). Por esta razón, los modelos sugieren una vía alternativa a los límites del crecimen-

to, puesto que además de consumarse un uso responsable de los recursos naturales y del medio ambiente, también es preciso invertir lo suficiente en capital humano. Algunos autores que tratan de modelar y endogenizar los avances técnicos en los modelos diseñados para abordar cuestiones medioambientales y la sostenibilidad son Gradus y Smulders, 1993; Van den Bergh y Nijkamp, 1994; Bovenberg y Smulders, 1995, y Smulders y De Nooij (2003).

Un eje central de dichos modelos es que una sociedad que se muestre muy favorable a la protección del medio ambiente puede invertir una cantidad de dinero cada vez mayor en la protección del capital natural a medida que aumente la renta, y también que una sociedad con un elevado tipo de descuento podría optar por una utilización extensiva de los recursos naturales.

Es importante señalar que, si bien los modelos de crecimiento endógeno proponen una alternativa para evitar que se estanque el crecimiento, están muy influidos por las hipótesis subyacentes (Löschel, 2002). Así, un supuesto clave en este sentido se refiere a la capacidad que posee el crecimiento del capital para dar lugar a un crecimiento económico sostenido, incluso cuando los flujos de servicios de recursos medioambientales y naturales son limitados. De acuerdo con Toman (2003), si bien este supuesto no es inmediato, parece más verosímil la hipótesis de la simple sustitución de recursos por capital, que defendían los modelos basados en el agotamiento de los recursos naturales de la década de setenta.

Algunos modelos amplían las ideas del crecimiento endógeno para considerar el medio ambiente como un factor de producción, y la calidad medioambiental como una variable de la función de utilidad. Así, por ejemplo, Bovenberg y Smulders (1995, 1996) modifican el modelo de Romer (1986) y consideran el medio ambiente como un factor de producción. Lighthard y van del Ploeg (1986), Gradus y Smulders (1993), Stokey (1998), Smulders (1999) y Brock y Taylor (2003) amplían el modelo que utilizó Barro para añadir algunas consideraciones relativas al medio ambiente.

Hung, Chang y Blackburn (1994) se basan en el modelo de Romer (1990), mientras que Sala y Subramanian (2003) demuestran que algunos recursos naturales (en concreto, petróleo y minerales) ejercen una influencia negativa no lineal en el crecimiento, debido a las consecuencias perversas que inducen sobre la calidad institucional.

Los modelos de crecimiento endógeno se ampliaron a fin de incluir los cambios en el medio ambiente, lo que reafirmó los resultados de los modelos de crecimiento neoclásicos con respecto a la degradación del medio ambiente. Aunque los modelos son sensibles a las condiciones de la función de utilidad, los resultados indican que el control óptimo de la contaminación exige un índice de crecimiento inferior del que se lograría si no hubiera contaminación.

La endogeneidad de las políticas que regulan la contaminación es un supuesto esencial en las investigaciones empíricas y teóricas. En caso de que los gobiernos se muestren preocupados por la contaminación, las normativas serán más inflexibles y rígidas y el crecimiento positivo de la renta debería dar lugar a un aumento de la demanda de calidad medioambiental.

También podría suceder que la redistribución interactúe con el crecimiento y que la relación entre el crecimiento y la calidad del medio ambiente mejore con la redistribución. Si es así, la desigualdad repercutiría en los resultados medioambientales si se afianza el poder que poseen los grupos de renta más elevada para imponer unos costes medioambientales a los pobres (Boyce, 1994), y también si se reduce la capacidad que posee la sociedad para tomar soluciones conjuntas ante los problemas medioambientales (Ostrom, 1990). Vincent (1997a) demuestra que el efecto neto que tiene la densidad demográfica en una concentración total de partículas en suspensión es positivo porque las actividades de las familias son importantes fuentes de concentraciones de partículas. Vincent (1997b) también descubre un término de interacción negativa entre la densidad demográfica y el tiempo, lo que indica una presión descendente en las concentraciones totales de partículas en suspensión mo-

vidas por la población con el simple paso del tiempo; según Vincent, ello se debe a una normativa más eficaz para combatir la contaminación. Se hallan unos resultados muy semejantes al analizar la calidad del agua.

Kauffman y otros (1998), consideran la posibilidad de incluir la densidad de población en una relación multiplicativa con el PNB per cápita, a fin de obtener la intensidad espacial de la actividad económica. Es muy probable que una mayor densidad demográfica apenas influya en las concentraciones de SO₂ cuando el PNB per cápita es bajo, por lo que las emisiones por persona también son bajas. Una densidad demográfica cada vez mayor tiene unas repercusiones mucho más importantes cuando el PNB per cápita y las emisiones son elevadas. Kaufman y otros (1998) formulan una ecuación simplificada para las concentraciones de SO₂, cuadrática tanto en el PNB per cápita como en la actividad económica por unidad de superficie, que comprobó con datos de panel extraídos de 23 países desarrollados, en vías de desarrollo y con economías de transición entre los años 1974 y 1989. Los autores encontraron una relación en forma de U invertida entre las concentraciones atmosféricas de SO₂ y el PNB. Las concentraciones siguen una tendencia decreciente a medida que el PNB per cápita aumenta de 3.000 US\$ a 12.500 US\$, y después, crecen. Estos cambios se atribuyen al uso energético vinculado con el desarrollo económico, con una tendencia al uso de combustibles más limpios, que predomina en rentas inferiores a 12.500 US\$, y al aumento del consumo energético, que prevalece en las rentas más elevadas.

La relación entre la renta y el medio ambiente, que analizan diferentes investigaciones, es una función cuyo objetivo es calcular el efecto neto de la renta sobre el medio ambiente. Se han caracterizado tres fuerzas estructurales principales (Panayotou 1997; Kaufman *et al.*, 1998; Islam, Vincent y Panayotou, 1999; Nguyen, 1999): la escala de la actividad económica, la estructura de la actividad económica y el efecto de la renta en la demanda y la oferta de esfuerzos orientados a reducir la contaminación.

Se espera que el efecto escala en la contaminación sea una función de la renta que aumente de forma sostenida, dado que cuanto mayor sea la escala de la actividad económica por unidad de superficie, mayor será el índice de contaminación, siempre y cuando no intervengan otros factores. El cambio estructural que tiene lugar junto con el crecimiento económico influye en la calidad medioambiental al modificar la composición de la actividad económica y situarla en sectores con una intensidad de contaminación diferente.

Cuando las rentas son bajas, el cambio suele producirse de la agricultura hacia la industria, por lo que se incrementa la intensidad de la contaminación. En el caso de que el cambio que predomine sea el de la industria al sector servicios, disminuirá la intensidad de la contaminación. Así pues, es probable que el efecto composición sea una función no monotónica (U invertida), del PNB. Una vez que se toman en consideración los efectos escala y composición del crecimiento de la renta, la contaminación se convierte en una función no creciente de la renta, que refleja la elasticidad no negativa de la calidad del medio ambiente.

Renta y medio ambiente. Factores de cambio

Los cambios producidos en la relación entre la renta y el medio ambiente en el transcurso del crecimiento económico han sido atribuidos a factores tanto estructurales, como de conducta (Panayatou, 2000). Es en la década de los setenta cuando variables como la energía, los recursos naturales y la contaminación del medio ambiente fueron consideradas en la teoría neoclásica del crecimiento. Las previsiones del Club de Roma son clave para explicar este cambio que se produjo en la base teórica del modelo. Veinte años más tarde, en la década de los noventa, el informe de la Comisión Brundtland (World Commission on Environment and Development, 1987) añadió estas consideraciones a los modelos de la teoría del crecimiento endógeno. La principal diferencia que existe entre los modelos de crecimiento endógeno y los modelos neoclásicos es que el índice de crecimiento

estacionario puede ser positivo incluso si no existe ninguna hipótesis sobre el crecimiento exógeno de alguna variable (por ejemplo, la tecnología o los recursos naturales en los modelos neoclásicos). Para calcular el índice de crecimiento estacionario se utilizan variables endógenas en lugar de exógenas.

Jaffe, Newell y Stavins (2002) subrayan la relevancia del cambio tecnológico en el contexto de la política medioambiental. Es probable que las consecuencias de las políticas medioambientales en el desarrollo y la difusión de las nuevas tecnologías pueden ser, a la larga, uno de los factores más determinantes para el éxito o el fracaso de los esfuerzos orientados a la protección del medio ambiente (Kneese y Schultze, 1975). Asimismo, se sabe desde hace tiempo que el uso de instrumentos de diversa índole en el terreno de la política medioambiental puede influir de varias formas en el ritmo y la trayectoria del cambio tecnológico (Orr, 1976). Tal como sugirieron Kemp y Soete (1990), las políticas medioambientales, en concreto las que tienen un mayor impacto económico, se pueden diseñar para estimular (y no para inhibir) los inventos tecnológicos, así como la innovación y difusión en este campo.

Las políticas que relacionan los instrumentos de política medioambiental con el cambio tecnológico pueden ser de orden y control o bien estar basadas en el mercado (Jaffe, Newell y Stavins, 2002). Las normativas de orden y control se suelen considerar cuando se busca relativamente poca flexibilidad para lograr unos objetivos tecnológicos. Estos instrumentos políticos tienden a obligar a las empresas a aplicar unas normas estándares, básicamente normas relativas a la tecnología y el rendimiento. Las primeras determinan el método y, a veces, el equipo que las empresas deberían usar para cumplir una regulación en particular; por otro lado, las normas que conciernen al rendimiento establecen unos mismos controles para las empresas, si bien permiten cierta libertad para lograr dichos objetivos. El propósito de las políticas, que se basan en el mercado, es potenciar la actividad empresarial mediante señales del mercado y no con el uso de una regulación explícita.

Crecimiento económico y sostenibilidad

Se considera que una economía es sostenible (en un sentido débil) cuando la relación ahorro-renta (la que permite la inversión) es mayor que la suma de coeficientes de depreciación del capital manufacturado y el capital «natural» (Martínez-Alier, 1995). Pearce y Atkinson (1993) han definido la sostenibilidad en un «sentido estricto», lo que implica mantener constante el capital «natural» crítico. La Comisión Brundtland definió el término *sostenible* como «el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades». Esta definición centra la atención en la justicia intergeneracional con respecto al uso de los recursos limitados del planeta y se puede explicar en términos del capital natural. El crecimiento económico será sostenible, de una forma débil, siempre que el cociente entre el ahorro y la renta sea superior a la suma de los índices de depreciación del capital manufacturado y las reservas de capital natural.

Si las reservas de capital natural superan las necesidades de sostenibilidad, las generaciones actuales y futuras podrían aumentar su consumo y el uso de recursos naturales. Como es natural, esta situación no es eficiente. Por el otro lado, si las reservas naturales actuales son menores que las reservas sostenibles deseadas, la generación actual se verá obligada a ahorrar y reducir el uso de recursos naturales si es que pretende llegar a un consumo per cápita sostenible. Esta decisión dependerá de las preferencias de la generación actual.

Dos factores clave que aparecen en la mayoría de las definiciones de crecimiento sostenible son la existencia de unos recursos limitados y la igualdad entre generaciones (Chichilnisky, Heal y Beltritti, 1995). Según Aghion y Howitt (1998), el crecimiento será sostenible en caso de haber contaminación medioambiental cuando la elasticidad de sustitución intertemporal en el consumo sea inferior a uno. Esto implica que la gente es lo suficientemente razonable para evitar un nivel umbral

decisivo de calidad medioambiental por debajo del cual el medio ambiente con toda probabilidad desaparecería.

Según Solow (1993), no tiene sentido interpretar el desarrollo sostenible de forma que se exija a las generaciones que dejen todos y cada uno de los recursos como estaban al principio. Es decir, existen formas de sustituir un tipo de recurso por otro (no obstante, esta sustitución puede implicar una reducción del número de especies disponibles para futuras generaciones). Otros investigadores, como Pearce, Barbier y Markandya (1990) proponen que, aunque es posible realizar algún tipo de sustitución, cada generación debería dejar intactas todas las reservas de capital natural que no pueden ser sustituidas por otros tipos de capital.

Por consiguiente, si bien es verdad que el grado de sostenibilidad entre varios tipos de capital a menudo es reducido y difícil de evaluar con precisión, cualquier valoración realista, acerca de las demandas relativas a la igualdad intergeneracional por parte de los usuarios actuales del medio ambiente, debe definir dichas demandas no en términos de obligaciones morales para conservarlo, sino como la obligación de permitir una capacidad suficiente para el desarrollo material. Esta capacidad debe ser representada por una medida exhaustiva de capital.

Por tanto, como un tipo de capital puede ser sustituido por otro, es posible sacrificar en cierta medida la conservación de las materias primas para obtener a cambio un mayor consumo de productos manufacturados. Así pues, no permitir que se utilicen todos los combustibles fósiles significaría privar a la humanidad de buena parte de los beneficios materiales que el progreso tecnológico hace posible a lo largo de las generaciones. Por otra parte, permitir que sean utilizados sin coste alguno a fin de aumentar al máximo la circulación de bienes actual sería también una decisión equivocada. De lo anterior, es preciso buscar algún tipo de concesión, por lo que el bienestar debe ser definido de tal forma que reconozca una cierta sostenibilidad entre los productos manufacturados y los intereses ecologistas y de protección del medio ambiente. Algunos autores como Ropke (2001) se-

ñalan que la mayor parte de los cambios tecnológicos están motivados por razones que no guardan relación alguna con consideraciones medioambientales y que una forma muy importante de renovar los bienes de consumo se basa en el uso de nuevas tecnologías de base.

Habitualmente se considera que la teoría del crecimiento endógeno es más adecuada para tratar los problemas relacionados con el desarrollo sostenible que la teoría neoclásica, puesto que un elemento central que cuestiona la teoría del crecimiento endógeno es si el crecimiento puede ser o no sostenible (Aghion y Howitt, 1998).

En estos modelos, no sólo se considera el capital (como en los modelos más agregados), sino que se introduce una distinción entre la acumulación de la innovación y la acumulación de capital, con la finalidad de identificar la función esencial que presentan las innovaciones en la consecución de un crecimiento sostenible. En concreto, resulta crucial para la sostenibilidad de los recursos naturales que la tecnología destinada a la producción de conocimiento es generalmente más limpia que la tecnología destinada a la producción de capital físico.

4. Política fiscal, distribución de la renta y crecimiento con restricciones medioambientales

En los últimos años se ha desarrollado una importante literatura empírica que analiza las relaciones entre crecimiento económico y distribución de la renta, considerando no solamente variables cuantitativas sino también variables cualitativas, y alcanzando unas conclusiones que no siempre son homogéneas.

Así, algunos estudios formulan una relación inversa entre crecimiento y desigualdad, utilizando datos *cross-section* (Persson y Tabellini, 1994, Alesina y Rodrik, 1994, entre otros) o mediante estimación de modelos basados en los mínimos cuadrados ordinarios (por ejemplo, Clarke, 1995). Perotti (1996) alcanza las mismas conclusiones atendiendo los aspectos estructurales y Alesina y Perotti (1996) en su investigación sobre la función de la inestabilidad política.

Barro (1999) establece que no existe una relación única y válida *a priori* entre la distribución de la renta, el crecimiento económico y la inversión, y plantea que la desigualdad puede ser un factor que frena el crecimiento económico en los países pobres y lo acelera en los países ricos. Deininger y Squire (1998) proponen que la desigualdad inicial no es un determinante robusto del posible crecimiento económico futuro.

En cuanto a la eficacia de la política fiscal, podemos distinguir básicamente dos grupos principales de análisis. En primer lugar, aquellos autores que consideran que la introducción de medidas redistributivas tendrá efectos negativos sobre la inversión y, finalmente, sobre el crecimiento económico (Bertola, 1993; Perotti, 1993; Alesina y Rodrik, 1994, y Persson y Tabellini, 1994, entre otros). En segundo lugar, los autores que obtienen unos resultados opuestos (Bénabou, 1996a, 1996b y Bourguignon y Verdier, 2000). En concreto, algunas de estas investigaciones concluyen que una política redistributiva tendrá efectos positivos sobre la inversión mediante el incremento de la inversión pública (Saint-Paul y Verdier, 1993; Escot y Galindo, 1999). Otros efectos esperados reducen las imperfecciones en los mercados de créditos o las restricciones a la liquidez que afectan negativamente la inversión y la formación del capital humano (Galor y Zeira, 1993; Perotti, 1993; Banerjee y Newman, 1991; Piketty, 1997, y Aghion y Bolton, 1998).

Existen diferentes mecanismos de relación entre la desigualdad de la renta y la educación. Estudios empíricos han demostrado que una mayor desigualdad en la renta equivale a una infrainversión en educación si los mercados crediticios son imperfectos. En los países en vías de desarrollo, el acceso de las familias en los intervalos más bajos de renta a las instituciones crediticias suele ser complejo. Como consecuencia, se dificulta la formación de los hijos en edad escolar. Esta situación conduce a un círculo vicioso en el que la pobreza inicial comporta una infrainversión en educación entre la población más deprimida, lo que intensifica todavía más la desigualdad.

Por otra parte, la tecnificación de los procesos productivos fortalece la demanda de mano de obra tecnológicamente capacitada, mientras que debilita la demanda de trabajadores no cualificados. Como consecuencia, la brecha entre pobres y ricos se intensifica. Esta distancia solamente disminuye cuando los hijos de la población desfavorecida permanezcan escolarizados y aumente la demanda de nuevos titulados. Finalmente, Sylwester (2000) demuestra que una mayor desigualdad se asocia con un mayor consumo público en educación, que podría tener efectos negativos sobre el crecimiento económico en el corto plazo, y positivos en el largo plazo.

5. Política fiscal, distribución de la renta y crecimiento con restricciones medioambientales. Fuentes de datos, contrastación empírica y discusión

Fuentes de datos

En este trabajo hemos estimado un modelo econométrico con datos de panel, para 15 países de la Unión Europea: Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Alemania, Luxemburgo, Gran Bretaña, Grecia, Irlanda, Holanda, Portugal y Suecia. El período de tiempo considerado transcurre entre 1980 y 2001.

Las variables utilizadas en el modelo empírico son las siguientes:

La variable dependiente es la tasa de crecimiento agregada del PIB real per cápita. Fuente: Penn World Tables 5.6, Summers, R. y Heston, A. University of Toronto.

Las variables explicativas son:

EDUT. Gasto en educación superior, como porcentaje del PIB. Fuente: World Development Indicators, Banco Mundial.

EDUPS. Gasto en educación primaria y secundaria como porcentaje del PIB. Fuente: World Development Indicators, Banco Mundial.

GOV. Gasto Público, como porcentaje del PIB. Fuente: Government Financial Statistics, Fondo Monetario Internacional.

INVEST. Inversión pública y privada, retrasada un año, como porcentaje del PIB. Fuente: Economic Indicators, OECD.

TOT. Relación real de intercambio (bienes y servicios, 1995 = 100). Fuente: Economic Indicators, OECD.

INCD. Índice de Gini para la distribución de la renta. Fuente: Deininger y Squire Data Set, Banco Mundial.

CO2. Emisiones de CO2, per cápita. Fuente: World Development Indicators Banco Mundial.

Modelo econométrico

El modelo econométrico estimado incorpora variables que recogen los efectos de la educación, las políticas públicas, la distribución de la renta y el medio ambiente. El modelo econométrico utilizado para estimar los determinantes de la tasa anual de crecimiento económico es:

$$\begin{aligned} (Growthrate_{it}) = & \\ & \sum_{l=1}^{19} CONSTANT(l) + \beta_2 EDUT_{it} + \beta_3 EDUPS_{it} + \beta_4 GOV_{it_1} + \\ & + \beta_5 INVEST_{it-1} + \beta_6 TOT_{it} + \beta_7 CO2_{it} + \beta_8 CO2_{it}^2 + \beta_9 INCD_{it} + \quad [1] \\ & + \beta_{10} INCD_{it}^2 + \mu_{it}, \end{aligned}$$

$$E\mu_{it} = 0, \quad E\mu_{it}^2 = \sigma_{it}^2, \quad E\mu_{it} \mu_{qt} = \sigma_{it}^2, \quad \nabla l, q, t$$

en que μ_{it} es un término de perturbación aleatoria que representa los efectos de variables omitidas que son propias tanto de un país (l) como de un período de tiempo (t). El término de perturbación tiene una varianza promedio constante de cero a lo largo del tiempo para cualquier país dado, si bien difiere de uno a otro, y tiene una correlación contemporánea no nula en los países.

A continuación recurrimos a una presentación de las variables que permiten explicar la tasa de crecimiento anual. En primer lugar, se argumenta que $\beta_2 > 0$. Es de-

cir, que un aumento en el nivel de los servicios de educación superior incrementará los índices de crecimiento. La hipótesis sobre el signo esperado de β_3 (educación primaria y secundaria), también es positiva. En cuanto al gasto público β_4 , aunque de entrada se espera un impacto positivo, no es posible considerar un signo *a priori*, puesto que los efectos podrían ser positivos o negativos, en función de la presencia de efectos expulsión en la política de gasto público. El impacto derivado de un aumento en la inversión β_5 y una mejora de la relación real de intercambio β_6 son positivos. No se espera que la relación entre los índices de crecimiento de la reducción de las emisiones de CO₂ y una distribución de la renta más igualitaria siga una evolución lineal, sino cuadrática.

Los términos constantes representan factores invariables en el tiempo pero no específicos, que condicionan los índices de crecimiento económico (las condiciones climáticas, por ejemplo).

Resultados y discusión

La ecuación [1] se ha estimado siguiendo el modelo de regresión aparentemente no relacionada propuesto por Zellner. Este modelo se ha escogido puesto que los residuos no están aparentemente correlacionados en el tiempo, sino a través de las unidades de sección cruzada. La regresión se ha estimado a partir de 22 observaciones para los 15 países europeos ya señalados. El Cuadro 1 presenta los coeficientes estimados y los valores *t*.

En general, el modelo utilizado ofrece unos buenos resultados. La mayoría de los coeficientes son significativos al 5 por 100, y la hipótesis de que las variables medioambientales y la distribución de la renta en la ecuación de la tasa de crecimiento carecen de significación se rechaza con un grado de significación del 1 por 100. La hipótesis de que los efectos de las emisiones de CO₂ y los cambios en la distribución de la renta no siguen un modelo cuadrático es rechazada de forma rotunda (Cuadro 1, modelo 1).

CUADRO 1

REGRESIONES PARA LAS TASAS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO REAL, PER CÁPITA. METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN: SUR

	(1)	(2)
edut	0,033	0,03
t	2,407	2,219
edups	0,016	0,017
t	4,369	4,833
gov	-0,403	-0,027
t	-5,518	-2,96
invest	0,06	0,072
t	2,551	2,822
tot	0,003	-0,005
t	0,322	-0,576
co2	0,62	0,252
t	4,668	7,203
co2 ²	-0,017	
t	-2,169	
incd	2,207	-0,05
t	5,236	-0,784
incd ²	-0,036	
t	-5,31	
Wald test (no hay efectos derivados de las emisiones de CO ₂ ; forma cuadrática)		
F	97,15	
X2	194,31	
Wald test (no hay efectos derivados de la distribución de la renta; forma cuadrática)		
F	14,2	
X2	28,4	
Wald test (no hay efectos derivados del CO ₂ ni de la distribución de la renta; forma cuadrática)		
F	50,36	
X2	201,44	
DW	2,53	2,55
Error estándar de la regresión	1,022	1,008
Suma de los residuos al cuadrado	53,3	53,9

Las consecuencias generales que se derivan de un aumento de las emisiones de CO₂ se pueden apreciar con más claridad a partir del valor de la elasticidad en la media, que es de 0,335. Este valor indica que, en la media, un incremento en las emisiones de CO₂ beneficiará de forma moderada los índices de crecimiento euro-

peos. También hemos calculado la elasticidad en la media para la distribución de la renta, y el valor obtenido es de $-0,149$. Esta elasticidad negativa indica que, en la media, los movimientos hacia la desigualdad de la distribución de la renta en la Europa de los 15 (durante este período de tiempo) más bien perjudican el crecimiento.

La inversión y la educación influyen de forma positiva en las tasas de crecimiento, tal como se preveía, en todos los casos. Se han hallado pocos indicios sobre la influencia de la relación real de intercambio en los índices de crecimiento. Por otra parte, el gasto público no presenta aparentemente efectos positivos sobre el crecimiento económico, por lo que los efectos expulsión parecen dominar los efectos inductores de la actividad del gasto público.

Si bien nuestros resultados empíricos para la función cuadrática de las emisiones de CO_2 y la variable cuadrática de la distribución de la renta presentan elevados grados de significación, hemos calculado el test de Wald para las siguientes hipótesis:

- No existen consecuencias para el medio ambiente.
- No existen consecuencias para la distribución de la renta.
- No existe un efecto conjunto de los cambios en el medio ambiente y la distribución de la renta.

Los valores simples de la estadística F y de χ^2 rechazan de forma contundente la hipótesis nula de que las consecuencias para el medio ambiente (tal como reflejan las emisiones de CO_2) y las repercusiones de la distribución de la renta (tal como refleja el índice Gini) no influyen en las tasas de crecimiento económico, en todos los casos.

6. Conclusiones

El principal interés que presenta este trabajo sobre la relación entre el crecimiento económico y el medio ambiente radica en la evaluación de aspectos económicos y sociales de las políticas económicas y en su sostenibilidad. Resulta complejo extraer conclusiones firmes de los modelos de crecimiento económico y medioambien-

tal, básicamente a causa de las dificultades que plantea determinar y asignar unos valores económicos concretos a los bienes medioambientales que componen el capital natural.

La Curva de Kuznets Ambiental es una herramienta muy útil en el terreno económico que permite analizar en profundidad las repercusiones que tienen las políticas económicas y medioambientales.

Los modelos de crecimiento endógeno son eficaces para aclarar algunas de las cuestiones que plantea el concepto de desarrollo sostenible. Ello se debe a que estos modelos permiten la introducción de variables clave (como la contaminación, la energía o las reservas de recursos naturales), y también al hecho de que constituyen una herramienta muy útil para precisar aún más la caracterización del desarrollo sostenible.

Los modelos de crecimiento endógeno son un marco metodológico adecuado para el análisis interdisciplinario, en el que vemos que la causalidad entre el crecimiento económico y el medio ambiente no va en un solo sentido, y que los cambios que tienen lugar en una variable pueden influir en las otras, independientemente del origen de la primera causalidad.

Cabe esperar que aumente la fiabilidad de los análisis gracias a una mejor calidad y a un mayor acopio de datos. Gracias a estos nuevos datos, será posible esclarecer los modelos teóricos utilizados para explicar el crecimiento económico, sobre todo a partir de la consideración explícita de la interrelación que existe entre la economía y las ciencias medioambientales. Desde estos modelos interdisciplinarios, cabe esperar una definición más exacta de sostenibilidad y, por tanto, un cálculo y una valoración más precisos de los modelos de crecimiento económico y sus repercusiones económicas, sociales y medioambientales.

Se ha visto que las variables medioambientales y la distribución de la renta son unos factores clave que influyen en el crecimiento económico. En el estudio actual, a partir de varios países europeos, se ha rechazado la hipótesis de que el medio ambiente y la distribución de la renta no son relevantes y se ha analizado la

importancia del gasto público para incentivar este proceso. Ha quedado demostrado que una distribución de la renta más igualitaria comporta un mayor crecimiento económico, si no intervienen otros factores, y que aumentar las emisiones de CO₂ potencia el crecimiento económico de la Europa de los 15. Por otro lado, no parece evidente que el gasto público presente efectos positivos sobre el crecimiento económico.

Referencias bibliográficas

- [1] AGHION, P. y BOLTON, P. (1992): «Distribution and Growth in Models of Imperfect Capital Markets», *European Economic Review*, 36, 1992, páginas 603-611.
- [2] AGHION, P. y HOWITT, P. (1998): *Endogenous Growth Theory*, The MIT Press, Cambridge.
- [3] ALESINA, A. y RODRICK, D. (1994): «Distributive Politics and Economic Growth», *Quarterly Journal of Economics*, 436, páginas 465-490.
- [4] ALESINA, A. y PEROTTI, R. (1996): «Income Distribution, Political Instability, and Investment», *European Economic Review*, 40, páginas 1203-1228.
- [5] ARROW, K.; BOLIN, B.; CONSTANZA, R.; DASGUPTA, P.; FOLKE, C.; HOLLING, C. S.; JANSON, B. O.; LEVIN, S.; MALER, K. G. y PERRINGS, C. (1995): «Economic Growth, Carrying Capacity and the Environment», *Science*, 268, páginas 520-521.
- [6] BANARJEE, A. V. y NEWMAN, A. F. (1993): «Occupational Choice and the Process of Development», *Journal of Political Economy*, 101, páginas 274-298.
- [7] BARRETT, S. y GRADY, K. (2000): «Freedom, Growth and the Environment», *Environment and Development Economics*, 5, 4, páginas 433-456.
- [8] BARRO, R. J. (1990): «Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth», *Journal of Political Economy*, 98, 5, parte 2, 103-125.
- [9] BARRO, R. J. (1999): «Inequality, Growth, and Investment», *NBER Working Paper*, 7038, marzo.
- [10] BERTOLA, G. (1993): «Market Structure and Income Distribution in Endogenous Growth Models», *American Economic Review*, 83, páginas 1184-1199.
- [11] BOURGUIGNON, F. y VERDIER, T. (2000): «Oligarchy, Democracy, Inequality, and Growth», *Journal of Development Economics*, 62, páginas 285-313.
- [12] BOVENBERG, A. I. y SMULDERS, S. (1995): «Environmental Quality and Pollution-Augmenting Technological Change in a Two-Sector Endogenous Growth Model», *Journal of Public Economics*, 57, páginas 369-391.
- [13] BOVENBERG, A. I. y SMULDERS, S. (1996): «Transitional Impacts of Environmental Policy in an Endogenous Growth Model», *International Economic Review*, 37, páginas 861-893.
- [14] BOYCE, J. K. (1994): «Inequality as a Cause of Environmental Degradation», *Ecological Economics*, 11, páginas 169-178.
- [15] BROCK, W. A. y TAYLOR, M. S. (2003): «The Kindergarten Rule of Sustainable Growth», *NBER Working Paper*, 9597.
- [16] BULTE, E. H. y VAN SOEST, D. P. (2001): «Environmental Degradation in Developing Countries: Households and the (Reverse) Environmental Kuznets Curve», *Journal of Development Economics*, 65, 1, páginas 225-235.
- [17] CASS, D. (1965): «Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation», *Review of Economic Studies*, 32, páginas 233-240.
- [18] CHICHILINSKY, G. (1994): «Global Environment and North-South Trade», *American Economic Review*, 84, 4, páginas 851-874.
- [19] CHICHILINSKY, G.; HEAL, G. y BELTRITTI, A. (1995): «The Green Golden Rule», *Economics Letters*, 49, páginas 175-179.
- [20] CLARKE, G. R. C., «More Evidence on Income Distribution and Growth», *Journal of Development Economics*, 47, 1995, páginas 403-427.
- [21] COPELAND, B. R. y TAYLOR, M. S. (1994): «North-South Trade and the Environment», *Quarterly Journal of Economics*, 109, 3, páginas 755-787.
- [22] COPELAND, B. R. y TAYLOR, M. S. (2003): *Trade and the Environment: Theory and Evidence*, Princeton, Princeton University Press.
- [23] COPELAND, B. R. y TAYLOR, M. S. (2004): «Trade, Growth and the Environment», *Journal of Economic Literature*, volumen 42, páginas 7-71.
- [24] DASGUPTA, P. S. y HEAL, G. M. (1974): «The Optimal Depletion of Exhaustible Resources», *Review of Economic Studies*, *Symposium on the Economics of Exhaustible Resources*.
- [25] DASGUPTA, P. S. y HEAL, G. M. (1979): *Economic Theory and Exhaustible Resources*, Cambridge University Press, Cambridge.
- [26] DEININGER, K. y SQUIRE, L. (1996): «A New Data Set Measuring Income Inequality», *The World Bank Economic Review*, volumen 10, número 3, páginas 565-591.
- [27] DINDA, S. (2004): «Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey», *Ecological Economics*, 49, 4, páginas 431-455.
- [28] EDWARD-JONES, G.; DAVIES, B. y HUSSAIN, S. (2000): *Ecological Economics*, Blackwell Science, Londres.

- [29] ESCOT, L. y GALINDO, M. A. (1999): «The Effects of Public Capital on Convergence and Growth», *International Advances in Economic Research*, febrero, páginas 48-55.
- [30] GALOR, O. y ZEIRA, J. (1993): «Income Distribution and Macroeconomics», *Review of Economic Studies*, 60, 1, páginas 35-52.
- [31] GAWANDE, K.; BERRENS, R. y BOHARA, A. K. (2001): «A Consumption Based Theory of the Environmental Kuznets Curve», *Ecological Economics*, 37, 1, páginas 101-112.
- [32] GRADUS, R. y SMULDERS, S. (1993): «The Trade-Off between Environmental care and Long Term Growth Pollution in Three Prototype Growth Models», *Journal of Economics-Zeitschrift für Nationalökonomie*, 58, páginas 25-51.
- [33] GROSSMAN, G. y KRUEGER, A. (1993): «Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement», en GARBNER, P. M. (ed.): *The US-Mexico Free Trade Agreement*, MIT Press, Cambridge.
- [34] GROSSMAN, G. M. y KRUEGER, A. B. (1995): «Economic Growth and the Environment», *Quarterly Journal of Economics*, 110, 2, páginas 353-377.
- [35] HARTWICK, J. M. (1977): «Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources», *American Economic Review*, 67, 5, páginas 972-974.
- [36] HOLZ-EAKIN, D. y SELDEN, T. (1995): «Stoking the Fires? CO₂ Emissions», *Journal of Public Economics*, 57, 1, páginas 85-101.
- [37] HUNG, V. T. Y.; CHANG, P. y BLACKBURN, K. (1994): «Endogenous Growth, Environment and R&D», en CARRARO, C. (ed.): *Trade, Innovation and Environment*, Trade, Innovation, Environment: The FEEM/KLUWER International Series on Economics, Energy and Environment (Economics, Energy and Environment), CARRARO, C (ed.), Springer, Londres.
- [38] ISLAM, N.; VINCENT, J. R. y PANAYOTOU, T. (1997): «Unveiling the Income-Environment Relationship: An Exploration into the Determinants of Environmental Quality» (con ISLAM, N. y VINCENT, J. R.), *Development Discussion Paper*, número 701, Harvard Institute for International Development.
- [39] ISRAEL, D. y LEVINSON, A. (2004): «Willingness to Pay for Environmental Quality: Testable Empirical Implications of the Growth and Environment Literature», *Contributions to Economic Analysis and Policy*, Berkeley Electronic Press, volumen 3, 1, páginas 1254-1254.
- [40] JAFFE, A. B.; NEWELL, R. G. y STAVINS, R. N. (2002): «Technological Change and the Environment», *NBER Working Paper*, 7970, en MALER, K. G. y VINCENT, J. (eds.): *Handbook Environmental Economics*, vol. I, North Holland/Elsevier, Amsterdam.
- [41] JOHN, A. y PECCHINO, R. (1994): «An Overlapping Generations Model of Growth and the Environment», *Economic Journal*, 104, páginas 1393-1410.
- [42] JONES, L. y MANUELLI, R. (1995): «A Positive Model of Growth and Pollution Controls», *NBER Working Paper*, 5205.
- [43] KAUFFMAN, J. B.; CUMMINGS, D. L. y WARD, D. E. (1998): «Fire in the Brazilian Amazon. 2. Biomass, Nutrient Pools and Losses in Cattle Pastures», *Oecologia*, 113, 415-427.
- [44] KEMP, R. y SOETE, L. (1990): «Inside the «Green Box»: on the Economics of Technological Change and the Environment», en FREEMAN, C. y SOETE, L. (eds.): *New Explorations in the Economics of Technological Change*, Pinter, Londres.
- [45] KNEESE, A. y SCHULTZE, C. (1975): *Pollution, Prices and Public Policy*, Brookings Institution, Washington, D.C.
- [46] KOOPMANS, T. C. (1960): «Stationary Ordinal Utility and Impatience», *Econometrica*, volumen 28, páginas 287-309.
- [47] KUZNETS, S. (1955): «Economic Growth and Income Inequality», *American Economic Review*, 45, 1, páginas 1-28.
- [48] KUZNETS, S. (1965): *Economic Growth and Structural Change*, Norton, Nueva York.
- [49] KUZNETS, S. (1966): *Modern Economic Growth*, Yale University Press, New Haven.
- [50] LÓPEZ, R. (1994): «The Environment as a Factor of Production: The Effects of Economic Growth and Trade Liberalization», *Journal of Environmental Economics and Management*, 40, 2, páginas 137-150.
- [51] LÖSCHEL, A. (2002): «Technological Change in Economic Models of Environmental Policy: A Survey», *FEEM Working Paper*, 4.2002.
- [52] LUCAS, R. (1988): «On the Mechanics of Economic Development», *Journal of Monetary Economics*, 22, 1, páginas 3-42.
- [53] MARTÍNEZ-ALIER, J. (1995): «The Environment as a Luxury Good or Too Poor to Be Green», *Ecological Economics*, 13, páginas 1-10.
- [54] MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J. y BEHRENS, W. (1972): *The Limits to Growth*, Universe Books, Nueva York.
- [55] MUNASHINGHE, M. (1999): «Making Economic Growth More Sustainable», *Ecological Economics*, 15, páginas 121-124.
- [56] NGUYEN, A. T. (1999): «Evidences of the Environmental Kuznets Curve from CO₂ Emissions in Six Country Analysis», *Working Paper*, Département Energie et Politiques de l'Environnement, Université Pierre Mendès France, Grenoble.
- [57] ORR, L. (1976): «Incentive for Innovation as the Basis for Effluent Charge Strategy», *American Economic Review*, 66, páginas 441-447.
- [58] OSTROM, E. (1990): *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge University Press, Cambridge.

- [59] PANAYOTOU, T. (1997): «Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turning a Black Box into a Policy Tool», *Environmental and Development Economics*, 2 (4), 465-484.
- [60] PANAYOTOU, T. (2000): «Economic Growth and the Environment», *CID Working Paper*, número 56, *Environment and Development Paper*, número 4.
- [61] PEARCE, D.; BARBIER, E. y MARKANDYA, A. (1990): *Blueprint for a Green Economy*, Earthscan Publications, Londres.
- [62] PEARCE, D. y ATKINSON, G. D. (1993): «Capital Theory and the Measurement of Sustainable Development: an Indicator of Weak Sustainability», *Ecological Economics*, 8, páginas 103-108.
- [63] PEROTTI, R. (1993): «Political Equilibrium, Income Distribution and Growth», *Review of Economic Studies*, 60, páginas 755-776.
- [64] PEROTTI, R. (1996): «Growth, Income Distribution and Democracy: What the Data Say», *Journal of Economic Growth*, volumen 1, páginas 149-187.
- [65] PERSSON, T. y TABELLINI, G. (1994): «Is Inequality Harmful for Growth?», *American Economic Review*, 84, 1994, páginas 600-621.
- [66] PIKETTY, T. (1997) «The Dynamics of Wealth Distribution and the Interest Rate with Credit Rationing», *Review of Economic Studies*, 64 (2), páginas 173-189.
- [67] RAMSEY, F. (1928): «A Mathematical Theory of Saving», *Economic Journal*, 38, páginas 543-559.
- [68] RAVAILLON, M. H. y JALAN, J. (1997): «A Less Poor World, but a Hotter One?», *Carbon Emissions, Economic Growth and Income Inequality*, World Bank.
- [69] REBELO, S. (1991): «Long Run Policy Analysis and Long Run Growth», *Journal of Political Economy*, 99, 3, páginas 500-521.
- [70] ROCA, J.; PADILLA, E.; FARRE, M. y GALLETO, V. (2001): «Economic Growth and Atmospheric Pollution in Spain: Discussing the Environmental Kuznets Curve Hypothesis», *Ecological Economics*, 39, páginas 85-99.
- [71] ROMER, P. M. (1986): «Increasing Returns and Long Run Growth», *Journal of Political Economy*, 94, 5, páginas 1002-1037.
- [72] ROMER, P. M. (1990): «Endogenous Technical Change», *Journal of Political Economy*, 98, 5, parte 2, páginas 71-102.
- [73] ROPKE, I. (2001): «The Environmental Impact of Changing Consumption Patterns: a Survey», *International Journal of Environment and Pollution*, volumen 15, número 2, páginas 127-145.
- [74] SAINT-PAUL, G. y VERDIER, T. (1993): «Education, Democracy and Growth», *Journal of Development Economics*, 42 (2), páginas 399-407.
- [75] SALA, X. y SUBRAMANIAN, A. (2003): «Addressing the Natural Resource Curse: An Illustration from Nigeria», *IMF Working Paper*, 03/139.
- [76] SCHMALENSEE, R.; STOKER, T. y JUDSON, R. (1998): «World Carbon Emissions», *Review of Economics and Statistics*, 80, 1, páginas 15-27.
- [77] SELDEN, T. y SONG, D. (1994): «Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?», *Journal of Environmental Economics and Management*, 27, 2, páginas 147-162.
- [78] SELDEN, T. M. y SONG, D. (1995): «Neoclassical Growth, the J Curve for Abatement and the Inverted U Curve for Pollution», *Journal of Environmental Economics and Management*, 27, 2, páginas 147-162.
- [79] SHAFIK, N. (1994): «Economic Development and Environmental Quality: An Econometric analysis», *Oxford Economic Papers*, 46, páginas 757-773.
- [80] SHAFIK, N. y BANYOPASDHYAY, S. (1992): «Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross Sectional Evidence», *World Bank Working Paper*, 904.
- [81] SMITH, V. L. (1974): «A Optimistic Theory of Exhaustible Resources», *Journal of Economic Theory*, 9, páginas 384-396.
- [82] SMULDERS, S. (1999): «Endogenous Growth Theory and the Environment», en VAN DEN BERG, J. C. J. M. (ed.): *Handbook of Environmental Resource Economics*, páginas 610-621, Edward Elgar, Cheltenham.
- [83] SMULDERS, S. y DE NOOJ, M. (2003): «The Impact of Energy Conservation on Technology and Economic Growth», *Resources and Energy Economics*, 25, páginas 59-79.
- [84] SOLOW, R. M. (1974): «Intergenerational Equity and Exhaustible Resources», *Review of Economic Studies, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources*.
- [85] SOLOW, R. M. (1993): «Sustainability: An Economist's Perspective», en DORFMAN, R. y DORFMAN, S. (eds.): *Economics of the Environment: Selected Readings*, 3.ª ed., Norton, Nueva York.
- [86] STERN, D. I. (2004): «Comments on: Cole M. A. (2003) Development, Trade and the Environment: How is the Environmental Kuznets Curve?», *Environment and Development Economics*, 8, páginas 557-580.
- [87] STERN, D. I.; COMMON, M. S. y BARBIER, E. B. (1996): «Economic Growth and Environmental Degradation: The Environmental Kuznets Curve and Sustainable Development», *World Development*, 24, páginas 1151-1160.
- [88] STIGLITZ, J. E. (1974): «Growth with Exhaustible Natural Resources», *Review of Economic Studies, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources*.
- [89] STOKEY, N. (1998): «Are There Limits to Growth?», *International Economic Review*, 39, 1, páginas 1-31.
- [90] SYLWESTER, K. (2000): «Income Inequality, Education Expenditures, and Growth», *Journal of Development Economics*, 63, páginas 379-398.

[91] TAHVONEN, O. y KUULUVAINEN, J. (1994): «Economic Growth, Pollution and Renewable Resources», *Journal of Environmental Economics and Management*, 101-118.

[92] TOMAN, M. (2003): «The Roles of the Environment and Natural Resources and Natural Resources in Economic Growth Analysis», Discussion Paper 02-71, *Resources for the Future*.

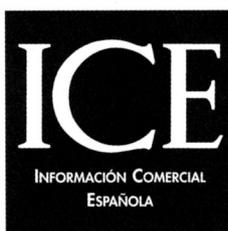
[93] VINCENT, J. (1997a): «Pollution and Economic Development in Natural Resources, Environment and Development», en VINCENT, J. R.; ROZALI, M. A. y Associates (eds.):

Environment and Development in a Resource-Rich Economy: Malaysia under the New Economic Policy, HIID Books, Harvard.

[94] VINCENT, J. (1997b): «Testing for Environmental Kuznets Curves within a Developing Country», *Environment and Development Economics*, 2, parte 4, páginas 417-433.

[95] WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (1987): *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO



CUADERNOS ECONÓMICOS

Número 72 • Diciembre 2006

DECISIONES DE INVERSIÓN Y ADOPCIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

Presentación: Decisiones de inversión y adopción de nuevas tecnologías

Raouf Boucekkine y Luis A. Puch

La medición del progreso técnico

Contabilidad del crecimiento

Jeremy Greenwood y Boyan Jovanovic

Crecimiento económico con progreso técnico incorporado

Jorge Durán, Omar Licandro y Luis Puch

El reemplazo de los bienes de capital

Balladurette y Juppette: un análisis discreto de los subsidios al reemplazo

Jérôme Adda y Russell Cooper

Subsidios al desguace de bienes duraderos, heterogeneidad y ecos de reemplazo

Omar Licandro y Antonio R. Sampayo

Crecimiento económico y generaciones de capital

Raouf Boucekkine, Omar Licandro y Luis A. Puch

Crecimiento endógeno, utilización del capital y depreciación

Juana Aznar-Márquez y J. Ramón Ruiz-Tamarit

Destrucción creativa y las dinámicas de la creación y la destrucción de empleo

Fernando del Río

La adopción y difusión de las nuevas tecnologías

I+D y espionaje: efectos sobre la renta, el crecimiento y la desigualdad

Guido Cozzi y Luca Spinesi

Progreso técnico incorporado, adopción y mantenimiento

Raouf Boucekkine, Blanca Martínez y Cagri Saglam

Difusión tecnológica, productividad y cambio organizativo

Carmen Camacho y Eva Moreno-Galbis

TRIBUNA DE ECONOMÍA

Costes directos e indirectos del cáncer en España

Fernando Antoñanzas, Juan Oliva, María Velasco, Néboa Zozaya,

Reyes Lorente y Julio López-Bastida
