

Innovación, ayuda y crecimiento: ¿un "trío" de conveniencia?

Aid & innovation: a boost to the effectiveness of aid?

*Ainoa Quiñones Montellano
Sergio Tezanos Vázquez*

Resumen. Uno de los resultados más unánimes de la investigación económica es que la *innovación* es uno de los principales determinantes del crecimiento económico sostenido. No obstante, ningún estudio ha contrastado el impacto que las ayudas para ciencia y tecnología ejercen sobre el ritmo de crecimiento de los países que las reciben. Este artículo analiza el impacto de la Ayuda Oficial al Desarrollo Científico-Tecnológica (AOD-CT) en el periodo 1993-2008, a través de un modelo de crecimiento endógeno. La estimación econométrica arroja cinco conclusiones principales: *i)* la AOD-CT estimula eficazmente el crecimiento; *ii)* el impacto de estas ayudas puede ser mayor en los países con menores capacidades de innovación; *iii)* la innovación es el principal determinante del crecimiento, *iv)* las desigualdades de rentas constituyen una importante rémora; y *v)* los dispares ritmos de progreso de los países en desarrollo se traducen en un lento proceso de divergencia en niveles de renta *per capita*.

Palabras clave. Eficacia de la ayuda, Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD), ayuda científico-tecnológica, innovación.

Abstract. One of the most unanimous results of the economic research is that *innovation* is one of the main determinants of sustained economic growth. However, no study has contrasted the impact that aid for science and technology has on the growth rate of developing countries. This paper analyzes the impact of Official Development Assistance for Science and Technology (ODA-CT) in the period 1993-2008, through an endogenous growth model. The econometric estimation offers five main conclusions: *i)* ODA-CT effectively stimulates economic growth, *ii)* aid impact may be higher in countries with low innovation capacity, *iii)* innovation is the main determinant of growth, *iv)* income inequalities are an important obstacle for growth, and *v)* the differences in developing countries' paces of growth leads to a slow process of divergence in *per capita* income levels.

Key words. Aid effectiveness, Official Development Assistance (ODA), aid for science and technology, innovation.

Innovación, ayuda y crecimiento: un “trío” de conveniencia

Documentos de trabajo sobre cooperación y desarrollo 2012/3

Ainoa Quiñones Montellano

Departamento de Administración de Empresas, Universidad de Cantabria

quinonesa@unican.es

Sergio Tezanos Vázquez

Cátedra de Cooperación Internacional y con Iberoamérica, Universidad de Cantabria

tezanoss@unican.es

Los autores son responsables de los juicios y posibles errores.

Cátedra de Cooperación Internacional y con Iberoamérica - Universidad de Cantabria

E.T.S. Caminos, Canales y Puertos

Centro de Desarrollo Tecnológico

Avenida de los Castros s/n

39005 Santander, SPAIN

Editores de la colección *Documentos de trabajo sobre cooperación y desarrollo*: Sergio Tezanos Vázquez y Rafael Domínguez Martín

© Ainoa Quiñones Montellano y Sergio Tezanos Vázquez

ISBN 978-84-695-3085-6

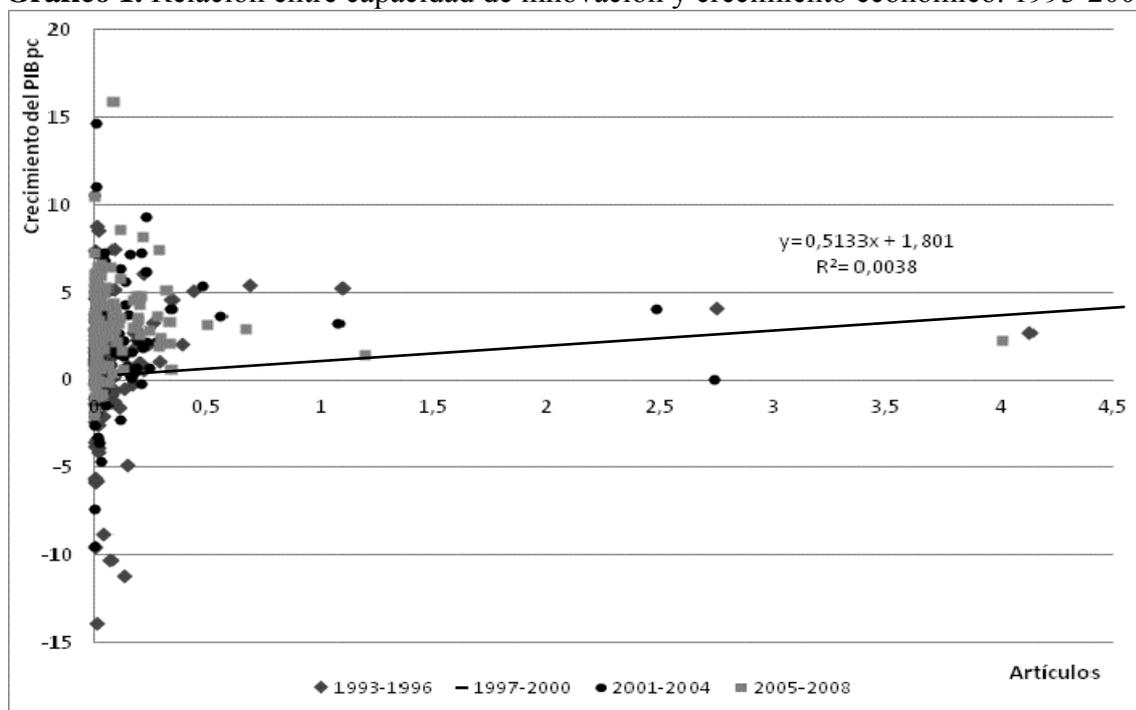
La Cátedra de Cooperación Internacional y con Iberoamérica no comparte necesariamente las opiniones expresadas en este trabajo, que son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

1. Introducción

La importancia de la innovación para el progreso de las naciones es fundamental, como revela el hecho de que las sociedades —y las personas— más innovadoras hayan progresado más rápido en la senda del desarrollo. No es de extrañar, por tanto, que la Economía, como Ciencia, se haya preocupado desde sus orígenes por entender cuáles son los mecanismos de impacto de la innovación sobre el crecimiento económico. Así, uno de los resultados más robustos y unánimes de la investigación económica aplicada es precisamente que la innovación es el principal determinante del progreso económico de las naciones¹. Por eso, sorprende constatar que los estudios sobre la eficacia macroeconómica de la ayuda internacional nunca han considerado el impacto que tienen las ayudas destinadas a desarrollar las capacidades de innovación de los países en desarrollo (PED), a pesar de que su impacto potencial es especialmente elevado.

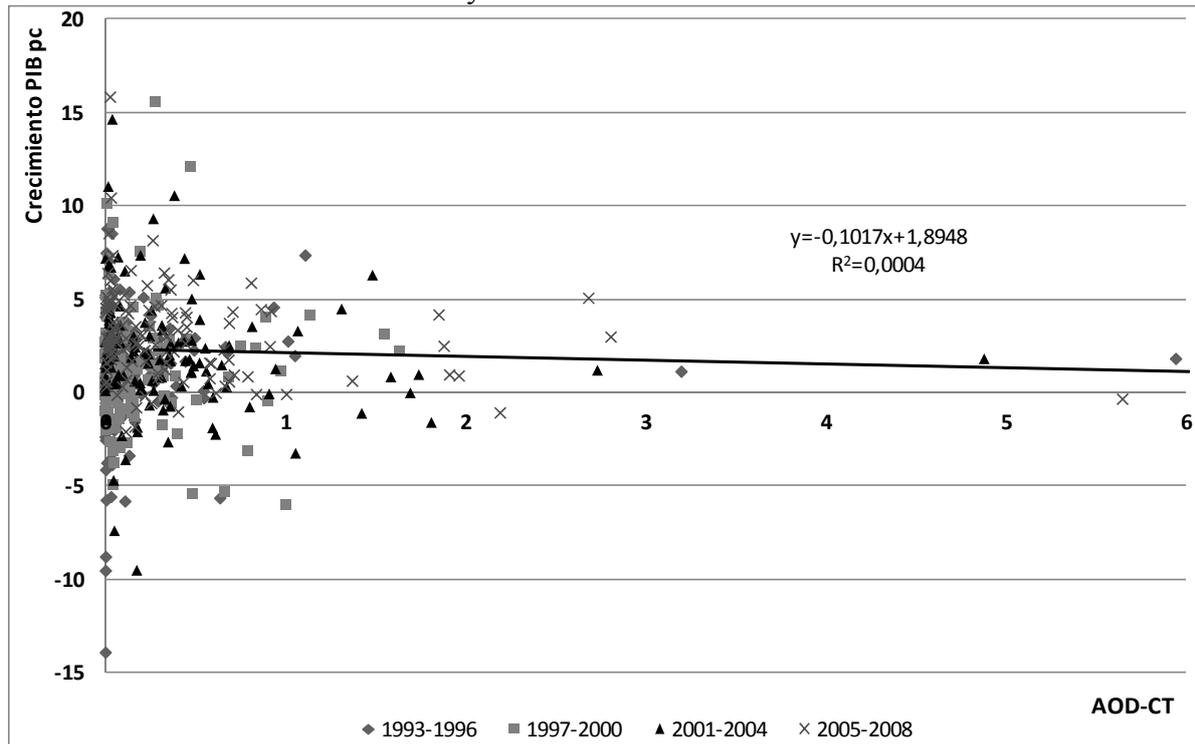
Lo cierto es que entre 1993 y 2008 la relación existente entre la capacidad de innovación de los países (aproximada mediante el número de artículos científicos publicados por cada 1.000 habitantes) y su ritmo de crecimiento económico parece haber sido positiva, si bien existe una elevada dispersión entre las observaciones (**Gráfico 1**). En cambio, la Ayuda Oficial al Desarrollo para Ciencia y Tecnología (AOD-CT) muestra una relación lineal negativa con el crecimiento, lo que revelaría un aparente escenario de “ineficacia” de este tipo de ayudas (**Gráfico 2**). Sin embargo, estos resultados preliminares de regresión se ven sesgados por el hecho de que los PED con menores ritmos de crecimiento han recibido mayores cuotas de AOD-CT, precisamente porque la ayuda internacional pretende contribuir especialmente al desarrollo de los países con mayores dificultades. La ayuda científico-tecnológica es, por tanto, una variable “endógena” que presenta un doble sentido de relación con el crecimiento.

Gráfico 1. Relación entre capacidad de innovación y crecimiento económico. 1993-2008



Fuente: CAD (2011) y Banco Mundial (2011). Elaboración propia.

¹ Véase Quiñones (2012) para una revisión de la prolífica literatura económica sobre la relación entre innovación y crecimiento económico.

Gráfico 2. Relación entre AODCT y crecimiento económico. 1993-2008

Fuente: CAD (2011). Elaboración propia.

El artículo analiza el impacto ejercido por la AOD-CT sobre la tasa de crecimiento de la renta *per capita* de los PED en el periodo 1993-2008. Tras este epígrafe introductorio, la segunda sección revisa brevemente la literatura reciente sobre eficacia de ayuda. En el tercer epígrafe se propone un modelo analítico del impacto de la AOD-CT sobre el crecimiento económico, —adaptado a las particularidades de este tipo de ayudas y basado en la nueva teoría de crecimiento— y se explica el procedimiento econométrico para la estimación. El modelo compara los impactos potencialmente distintos de dos modalidades de ayuda: la AOD-CT y el resto de las ayudas no destinadas a ciencia y tecnología. En el cuarto epígrafe se explican los resultados de la estimación del modelo de eficacia de la AOD-CT. Finalmente, se resumen las principales conclusiones del estudio y se ofrecen propuestas de política económica para aumentar la eficacia de las políticas públicas de cooperación internacional para el desarrollo.

2. Estudios recientes de eficacia de la ayuda

La cuestión de si la ayuda oficial al desarrollo impulsa el crecimiento económico de los PED ha sido ampliamente analizada desde 1960, generando, en 2011, una prolífica literatura de más de 100 estudios macroeconómicos². Los ejercicios empíricos han tratado de responder a la pregunta de si la ayuda fomenta el crecimiento. Desde esta lógica, el análisis de la eficacia de la ayuda se inscriben dentro del debate más amplio sobre las fuerzas que impulsan el crecimiento, entendiéndose que la ayuda internacional puede contribuir —junto a otros factores— al progreso económico del mundo en desarrollo. Dado que ninguno de los modelos teóricos propuestos hasta la fecha explica de manera plenamente satisfactoria el proceso de

² Véanse, entre otras, las revisiones de Hansen y Tarp (2000), McGillivray *et al.* (2006), Dalgaard y Hansen (2010), Tarp (2010) y Tezanos (2010), y el meta-análisis realizado por Doucouliagos y Paldam (2008)

crecimiento, la fundamentación teórica de la relación ayuda-crecimiento sigue aún en “disputa”.

Atendiendo al devenir de la generación más reciente de estudios, se han producido avances relevantes tanto en la delimitación del marco teórico, como en la estimación econométrica. Por un lado, buena parte de los estudios incorpora los avances recientes de la teoría del crecimiento. Como alternativa a los modelos utilizados en los primeros estudios de eficacia (modelo Harrod-Domar, modelo de dos brechas de Chenery-Strout y modelo neoclásico Solow-Swan) se emplean ecuaciones de crecimiento endógeno que enfatizan una multiplicidad de variables más allá del capital fijo, como son la innovación, el capital humano, el capital empresarial, el capital social y las instituciones. Al tiempo, algunos estudios consideran que el impacto de la ayuda depende de las circunstancias específicas de cada país socio, identificando relaciones no lineales (de condicionalidad) entre ayuda y crecimiento.

Por otro lado, en el terreno de la estimación econométrica se han incorporado —de manera generalizada— cuatro avances destacados: *i)* acceso a información estadística más completa; *ii)* uso de paneles de datos; *iii)* consideración de la endogeneidad de la ayuda (y de otras variables explicativas); y *iv)* modelización de una relación no-lineal entre ayuda y crecimiento, ya sea por la existencia de rendimientos marginales decrecientes o de relaciones de condicionalidad entre la ayuda y otras variables explicativas.

El procedimiento para especificar la ecuación de estimación emula el desarrollado por Barro en sus estudios de los factores del crecimiento, en los que la teoría “sugiere” las variables explicativas, pero la selección se ve —en buena medida— condicionada por la disponibilidad de información estadística³. Los modelos estimados tienen como expresión general:

$$G_{i,t} = \alpha_1 + \alpha_2 \log y_{i,t_0} + \beta_1 A_{i,t} + \beta_2 A_{i,t}^2 + \sum_{l=1}^L \gamma_l R_{i,t} + \prod_{\substack{k=1 \\ l=1}}^{K,L} \varphi_{k,l} R_{i,t} A_{i,t} + \sum_{k=1}^K \lambda_k X_{i,t} + u_{i,t} \quad [1]$$

Siendo $G_{i,t}$ la tasa de crecimiento de la renta *per capita* del país i entre los años t_0 y T ; y_{i,t_0} la renta *per capita* en el año inicial; $A_{i,t}$ la ayuda (como porcentaje de la renta nacional) en el año t ; $R_{i,t}$ un vector de variables *condicionantes* de la ayuda; y, por último, $X_{i,t}$ un vector de otras variables explicativas del crecimiento.

Estos estudios se vieron impulsados por las investigaciones realizadas por Burnside y Dollar (2000 y 2004), que fueron pioneras al valorar la existencia de una serie de circunstancias específicas de cada país socio que condiciona el impacto de la ayuda. En este sentido constataron que el crecimiento de los PED depende positivamente de la calidad de sus políticas económicas, y no de la ayuda recibida. Al tiempo, la interrelación entre ambas variables (el parámetro interactivo φ de la ecuación [1]) reveló que la ayuda resulta eficaz en presencia de buenas políticas, lo que se interpretó como una condición *sine qua non* de eficacia. No obstante, las tesis de Burnside y Dollar han sido ampliamente rebatidas, habiéndose cuestionado que la ayuda estimule el crecimiento únicamente en presencia de buenas políticas⁴.

³ Véase, por ejemplo, Barro (1991). En el caso de los estudios de eficacia de la ayuda, es frecuente encontrar artículos que estiman ecuaciones de regresión sin discutir primero la fundamentación teórica del modelo.

⁴ Por ejemplo, el meta-análisis realizado por Doucouliagos y Paldam (2008) concluye que el término interactivo entre ayuda y políticas resulta muy próximo a cero.

Los estudios más recientes sobre eficacia de la ayuda continúan contrastando la existencia de diferentes condicionantes del impacto de la ayuda (el parámetro interactivo ϕ), no todos relativos a las características de la economía receptora, sino también a las prácticas de gestión de los propios donantes. De una parte, los trabajos sugieren —aun de manera tentativa— que la ayuda ha resultado especialmente eficaz en cuatro escenarios concretos relativos a las economías receptoras:

1. Cuando los países socios disponen de *instituciones de calidad*, entendidas en un sentido "amplio": por ejemplo, el imperio de la ley y el respeto de las libertades políticas y civiles (Burnside y Dollar, 2004); la estabilidad del sistema político (Chauvet y Guillaumont, 2004); las prácticas democráticas (Svensson, 1999; Kosack, 2002); la estabilidad macroeconómica (Durberry *et al.*, 1998); y la eficacia gubernamental y el control de la corrupción (Tezanos, *et al.*, 2009).
2. En presencia de *efectos desfavorables para el crecimiento*, como son los efectos climáticos adversos (Guillaumont y Chauvet, 2001) o la existencia de *shocks* comerciales negativos (Collier y Dehn, 2001; Guillaumont y Chauvet, 2001; Chauvet y Guillaumont, 2004; Collier y Goderis, 2008)⁵.
3. Cuando los países socios sufren *desventajas estructurales*: por ejemplo, como consecuencia de su ubicación geográfica en los trópicos (Dalgaard *et al.*, 2004).
4. En los *periodos posteriores a un conflicto armado* (Collier y Hoeffler, 2004).

De otra parte, otros estudios indican que las prácticas de gestión de los propios donantes condicionan el positivo impacto de la ayuda sobre el crecimiento. Tres prácticas especialmente perjudiciales son —*ceteris paribus*:

1. La *volatilidad de la ayuda* (Lensink y Morrissey, 2000; Bulir y Hamman, 2008; Hudson y Mosley, 2008; Tezanos *et al.*, 2009).
2. La *descoordinación entre los donantes*, que genera problemas de "fragmentación" de la ayuda (Djankov *et al.*, 2009; Tezanos *et al.*, 2009).
3. La *preponderancia de los intereses de política exterior* —ajenos al carácter solidario de la ayuda— en la determinación de los patrones de asignación geográfica de los donantes (Minoiu y Reddy, 2010).

Finalmente, cabe añadir una línea "incipiente" de investigación, que cabría considerar como una cuarta generación de estudios de eficacia de la ayuda. Estos estudios consideran la posibilidad de que, dada la heterogeneidad de los flujos de ayuda, disímiles "modalidades" de ayuda ejerzan efectos diferentes sobre el crecimiento. De esta manera, el estudio pionero de Clemens *et al.* (2004) examinó la eficacia de la "ayuda a corto plazo" (es decir, los recursos de ayuda que posiblemente podrían estimular el crecimiento en el corto plazo, incluyendo el apoyo presupuestario, las inversiones en infraestructura y las ayuda a los sectores productivos, como agricultura e industria). Sus estimaciones revelan un impacto económico y estadísticamente significativo de la ayuda a corto plazo (de hecho, el coeficiente estimado es entre dos y tres veces mayor que el estimado en los estudios que analizan la ayuda agregada). Además, los estudios de Ouattara y Strobl (2008) y Annen y Kosempel (2009) evaluaron la eficacia de la "ayuda técnica", bajo el supuesto de que este tipo de ayudas estimula la acumulación de capital humano y facilita la transferencia de conocimiento; sin embargo, estos dos estudios obtuvieron resultados opuestos: el primero afirma la ineficacia de estas ayudas, y el segundo afirma su eficacia. Por último, Tezanos *et al.* (2012) estudiaron la eficacia de las

⁵ Aunque estos *shocks* afectan negativamente al crecimiento económico, en estos escenarios la ayuda "suaviza" sus efectos adversos sobre el crecimiento.

donaciones y los préstamos de ayuda en América Latina y el Caribe, y constataron que si bien ambas modalidades son económica y estadísticamente significativas, el impacto de los préstamos concesionales parece haber sido mayor que el impacto de las donaciones.

3. Especificación del modelo de impacto de la ayuda científico-tecnológica

En este apartado se especifica un modelo para analizar los mecanismos potenciales de impacto de la ayuda sobre el crecimiento, distinguiendo dos modalidades de ayuda: los recursos destinados al desarrollo de capacidades de innovación (ayuda científico-tecnológica⁶) y el resto de la ayuda. En concreto, nuestro objetivo es evaluar el impacto macroeconómico de la ayuda científico-tecnológica, y no tanto estimar un modelo de crecimiento económico o un modelo del impacto de la ayuda agregada (sin distinción de modalidades). No obstante, para captar cabalmente la relación ayuda-crecimiento es preciso integrarla en el marco más amplio de la dinámica de crecimiento e incorporar las principales fuerzas (y limitantes) de la dinámica de progreso (especialmente la innovación que es, en última instancia, la capacidad a cuya expansión pretende contribuir la ayuda científico-tecnológica). De modo contrario, las estimaciones se verían sesgadas por la omisión de variables relevantes y por la insuficiente capacidad explicativa del modelo.

3.1. Modelo analítico

Para analizar los mecanismos potenciales de impacto de la ayuda científico-tecnológica sobre el desarrollo económico de los PED proponemos a continuación un modelo de crecimiento que es heredero de los estudios pioneros de Robert Barro (Barro, 1991) sobre los “determinantes últimos” de la tasa de crecimiento a largo plazo. Desde este enfoque se asume que la tasa de variación del ingreso *per capita*, $G_{i,t}$, del país i entre los años t_0 y T depende de su nivel inicial de ingreso *per capita* (y_{i,t_0}) y de un vector de k variables que determinan el estado estacionario ($X_{i,t}^k$), según la ecuación:

$$G_{i,t} = \alpha_i + \beta y_{i,t_0} + \delta_k X_{i,t}^k \quad [2]$$

donde α_i es el efecto fijo asociado al país i . De acuerdo con esta especificación, el parámetro β indica la existencia de convergencia condicional entre los PED (esto es, la denominada β -convergencia, siempre y cuando se satisfaga la condición $\beta < 0$)⁷. Los parámetros δ_k indican los efectos de k -factores determinantes del crecimiento a largo plazo. Obviamente, la clave para dotar de capacidad explicativa al modelo reside en la composición del vector de crecimiento,

⁶ De acuerdo con Quiñones y Tezanos (2011, pág. 162) las ayudas *científico-tecnológicas* consisten en “[...] un conjunto de actividades que pretenden promover el progreso tecnológico, científico e innovador de los PED. Nueve son los objetivos principales que se persiguen: i) crear SNI [*sistemas nacionales de investigación*] sólidos en los PED; ii) transferir el conocimiento y la tecnología, y ponerlos al servicio de las necesidades del desarrollo humano de cada país; iii) formar y capacitar recursos humanos en materia científico-tecnológica; iv) facilitar la movilidad internacional de los investigadores; v) facilitar el aprendizaje tecnológico; vi) crear infraestructuras y capacidades institucionales de I+D+i; vii) sensibilizar al conjunto de la sociedad sobre la relevancia de la ciencia, la tecnología y la innovación; viii) satisfacer las demandas nacionales de innovación de cada PED, para contribuir a eliminar los principales cuellos de botella del desarrollo, aportando soluciones específicas a los problemas que afectan directamente a las necesidades socio-económicas (por ejemplo, en materia de salud, vivienda, educación, servicios públicos y medio ambiente); y ix) recuperar conocimientos tecnológicos locales

⁷ Véase Garcimartín (2007) para un análisis crítico de las regresiones de convergencia.

$X_{i,t}^k$, que, al objeto de captar cabalmente la relación entre ayuda científico-tecnológica, innovación y crecimiento, definimos, para cada i y t , como:

$$X_{i,t}^k = \delta_1 I_{i,t} + \delta_2 A_{i,t}^{CT} + \delta_3 A_{i,t}^{CT} \cdot I_{i,t} + \delta_4 A_{i,t}^{CT} \cdot R_{i,t} + \delta_5 A_{i,t}^{noCT} + \delta_6 Z_{i,t} \quad [3]$$

Siendo:

$I_{i,t}$	Capacidad de innovación del país i .
$A_{i,t}^{CT}$	Ayuda científico-tecnológica.
$A_{i,t}^{CT} \cdot I_{i,t}$	Interacción entre la ayuda científico-tecnológica y la capacidad de innovación.
$A_{i,t}^{CT} \cdot R_{i,t}$	Interacción entre la ayuda científico-tecnológica y las variables relativas a las características de las economías receptoras que condicionan el impacto de la ayuda.
$A_{i,t}^{noCT}$	Ayuda no destinada a innovación.
$Z_{i,t}$	Vector de otras variables explicativas del crecimiento.

De este modo, el modelo descrito en la ecuación [3] permite explicar la relación que la innovación y la ayuda científico-tecnológica tienen con el crecimiento:

- δ_1 mide la elasticidad relativa de la innovación respecto del crecimiento.
- δ_2 y δ_3 miden las elasticidades relativas respecto del crecimiento de dos modalidades distintas de ayuda: la ayuda científico-tecnológica y el resto de la ayuda (no científico-tecnológica). Así, el modelo permite la existencia de coeficientes diferentes de impacto para ser coherente con los dispares objetivos de estos tipos de ayudas. La estimación de los parámetros δ_2 y δ_3 permite comparar los impactos potenciales de los dos tipos de ayudas y, así, guiar la elección del reparto óptimo de los recursos.
- δ_3 mide la interacción entre la capacidad de innovación de un país y la ayuda científico-tecnológica que recibe. Si $\delta_3 < 0$, la ayuda científico-tecnológica tiene mayor impacto en los países menos innovadores, lo que respalda el uso de estas ayudas para contribuir a cerrar la brecha mundial de las disímiles capacidades de innovación. En cambio, si $\delta_3 > 0$, entonces la ayuda científico-tecnológica es más eficaz en los PED innovadores.
- δ_4 mide la interacción entre la eficacia de la ayuda científico-tecnológica y las variables que condicionan el impacto de la ayuda en los países receptores (por ejemplo, gobernabilidad, *shocks* económicos y desventajas estructurales). Si $\delta_4 > 0$, la ayuda científico-tecnológica resulta más eficaz cuanto mayor es el valor de la variable condicionante; si $\delta_4 < 0$, entonces la interacción entre ambas variables es negativa.
- δ_6 mide el impacto directo de otros factores relevantes para el crecimiento de las economías en desarrollo, tales como el buen gobierno, el capital humano, la igualdad y la dotación de recursos naturales.

3.2. Estimación econométrica

La estimación del modelo de eficacia de la ayuda científico-tecnológica definido en las expresiones [2] y [3] se realiza mediante el siguiente modelo de regresión con datos en panel:

$$\begin{aligned}
 G_{i,t} &= \alpha_i + \beta y_{i,t0} + \delta X_{i,t}^k + \mu_{i,t} \\
 \varepsilon_{i,t} &= \alpha_i + \mu_{i,t} \\
 E[\alpha_i] &= E[\mu_{i,t}] = E[\alpha_i, \mu_{i,t}] = 0
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Donde el término de error ($\varepsilon_{i,t}$) es suma de dos componentes ortogonales: los efectos fijos asociados a cada país (α_i) y el efecto ideosincrático ($\mu_{i,t}$).

Algunas variables del modelo pueden no ser estrictamente exógenas (es decir, que están correlacionadas con realizaciones pasadas, y/o actuales, del término de error), lo que incumpliría los supuestos del modelo clásico de regresión lineal y sesgaría las estimaciones. Este puede ser el caso de dos variables explicativas (la renta *per capita* inicial y la gobernabilidad) pueden no ser estrictamente exógenas, ya sea porque presentan un doble sentido de causación con la variable dependiente (por ejemplo, la relación crecimiento-gobernabilidad), o porque están relacionadas con otras variables explicativas (por ejemplo, la renta *per capita* inicial y la ayuda, en la medida en que los países con menores ingresos “deberían” recibir mayores cantidades de ayuda).

Para resolver este problema deben aplicarse métodos de estimación consistentes ante la presencia de efectos fijos por país y variables independientes endógenas. Generalmente se recurre a modelos de regresión con variables instrumentales con el fin de sustituir las variables no exógenas por otras que, estando correlacionadas con éstas, resulten ortogonales al término de error. Los modelos de regresión dinámicos con datos en panel se estiman mediante el método generalizado de momentos (GMM) propuesto inicialmente por Arellano y Bond (1991), que constituye un caso particular de los modelos con variables instrumentales. Su ventaja reside en el uso de instrumentos “internos”, basados en los retardos de las variables instrumentadas, lo que ha dado mejores resultados de estimación que los métodos usuales de instrumentalización⁸.

El GMM es especialmente apropiado para la estimación de modelos con paneles de datos en los que existe: i) un número reducido de observaciones temporales, T, y un número elevado de observaciones transversales, N; ii) variables independientes que no son estrictamente exógenas; iii) efectos fijos individuales; y, iv) heteroscedasticidad y autocorrelación entre las observaciones de un mismo país (pero no entre observaciones de distintos países). En opinión de Roodman (2009, pág. 15), los estimadores resultantes de la aplicación del GMM forman parte de una “[...] tendencia en la práctica econométrica hacia el desarrollo de estimadores que requieren menos supuestos sobre el proceso de generación de datos y que usan técnicas más complejas para discernir la información relevante”.

En este artículo empleamos el sistema GMM propuesto por Arellano y Bover (1995) y Blundell y Bond (1998), en vez del GMM en diferencias formulado inicialmente por Arellano

⁸ Generalmente, los estudios de eficacia han instrumentalizado la ayuda mediante variables que caracterizan los patrones de asignación geográfica de los donantes, utilizando modelos que combinan variables relativas a las “necesidades de los receptores” y a los “interés de los donantes”. Este procedimiento resulta problemático, puesto que los instrumentos utilizados no se han revelado ni especialmente correlacionados con la variable instrumentada (y, por tanto, no constituyen instrumentos “ideales”), ni son perfectamente ortogonales a la variable dependiente (por ejemplo, las variables de necesidad de ayuda no son estrictamente exógenas respecto de la tasa de crecimiento). Además, los intereses de política exterior de los países donantes no explican convenientemente la asignación geográfica de la ayuda multilateral (ayuda que sí computamos en la AOD-CT aquí analizada).

y Bond (1991)⁹. Este último transforma el modelo en primeras diferencias para eliminar los efectos fijos no observados, e instrumenta las variables explicativas que no son estrictamente exógenas a través de una matriz de condiciones de momentos. En cambio, el sistema GMM emplea la ecuación original (en niveles) y la ecuación en diferencias para construir un sistema de dos ecuaciones que elimina la correlación con los efectos fijos, lo que permite emplear un mayor número de instrumentos, y, por tanto, mejora considerablemente la eficiencia de la estimación¹⁰.

El modelo se estima mediante el software econométrico STATA, implementándose tres comandos que optimizan la estimación: i) errores estándar de White, que son robustos ante heteroscedasticidad arbitraria para un mismo país¹¹; ii) restricción de la matriz de instrumentos, creándose un instrumento para cada variable y distancia de retardo, en vez de un instrumento para cada periodo, variable y distancia de retardo, lo que, en muestras pequeñas reduce el sesgo que surge cuando el número de instrumentos se aproxima (o supera) el número de observaciones; y, iii) estimaciones en dos pasos, aplicándose la corrección para muestras finitas de Windmeijer (2005), que evita el sesgo por defecto de los errores estándar. Finalmente, para comprobar si la estimación del sistema GMM es apropiada, realizamos los contrastes de hipótesis de Sargan y Hansen de restricciones sobre-identificadas, y el test de Arellano-Bond de autocorrelación del término de error ideosincrático (autocorrelación que, de existir, anularía la validez de utilizar los retardos como instrumentos).

3.3. Muestra de países y estructura temporal

La población objetivo incluye a los 162 PED que recibieron AOD en alguno de los 16 años incluidos en nuestro periodo de análisis (1993-2008), de acuerdo con la base CRS del CAD. No obstante, 99 países son finalmente excluidos del análisis por no disponer de la información necesaria¹². Los 63 países y 183 observaciones finalmente analizados se detallan en el **Anexo 1**.

La literatura de eficacia de la ayuda ha recurrido frecuentemente a la composición de paneles de datos consistentes en cuatrienios o quinquenios consecutivos, con la mayor parte de las variables promediadas en esos periodos. Se trata de un procedimiento alternativo a las

⁹ Otros estudios de eficacia de la ayuda han estimado paneles dinámicos: unos mediante el GMM en diferencias (Hansen y Tarp, 2001; Dalgaard *et al.*, 2004; Clemens *et al.*, 2004; Chauvet y Guillaumont, 2004; Rajan y Subramanian, 2007; Roodman, 2007; Heady, 2008; y Djankov *et al.*, 2009), y otros mediante el sistema GMM (Tezanos *et al.*, 2009 y 2012).

¹⁰ Los ejercicios de simulación de Kiviet (1995), Blundell y Bond (1998) y Hsiao *et al.* (1999) demuestran que los estimadores obtenidos mediante el GMM en diferencias son sesgados en muestras finitas por dos razones: primero, por la presencia de autocorrelación en los términos de error en muestras finitas y con muchas condiciones de momentos; y segundo, porque cuando el coeficiente de la variable autorregresiva está muy cercano a 1 (es decir, cuando la serie es altamente persistente o cercana a un proceso de raíz unitaria), el parámetro no se puede identificar usando las condiciones de momentos para las ecuaciones de primeras diferencias. En estos casos, las simulaciones muestran que el GMM en diferencias ofrece estimaciones sesgadas por defecto, especialmente cuando T es pequeño (Blundell y Bond, 1998).

¹¹ Es decir, se asume que las observaciones son independientes entre países, si bien los errores de un mismo país no son necesariamente independientes a lo largo del tiempo.

¹² Se trata de países con menos de un millón de habitantes, en su mayoría islas (Antigua y Barbuda, Bahréin, Bermudas, Brunei, Cabo Verde, Comoras, Dominica, Tuvalu, Kiribati, Macao, Nueva Caledonia, Islas Marshall, Aruba, Barbados, Bahamas, Guyana, Malta, Micronesia, Polinesia Francesa, Palao, Santo Tomé y Príncipe, Seychelles, Islas Salomón, San Cristóbal y Nieves, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Tonga, Trinidad y Tobago, y Vanuatu), países de los que apenas se dispone de información estadística (por ejemplo, Afganistán, Cuba, Fiyi, Haití, Papúa Nueva Guinea, Madagascar, Mauricio, Corea del Norte, Guinea Ecuatorial, Irak y Timor Oriental), países cuya independencia no ha sido reconocido oficialmente (Palestina) y regiones autónomas vinculadas a otro Estado (Puerto Rico y Hong Kong).

regresiones de crecimiento “tipo Barro” con promedios temporales más largos, en las que se afronta un problema de atribución del efecto de la ayuda. En última instancia, la elección entre lapsos de cuatro o cinco años no ha sido empíricamente justificada y resulta, por lo tanto, arbitraria. Se opta por utilizar cuatrienios, por ser la opción más frecuentemente utilizada, y porque maximiza la dimensión temporal de la muestra.

Respecto a la elección del periodo de estudio, 1993-2008, se utiliza el periodo más largo posible con información completa de los flujos de AOD-CT que reporta la base de datos del CAD.

3.4. Variables

Se han utilizado *proxies* para estimar el modelo enunciado en las ecuaciones [3] y [4] y así trata de maximizar la disponibilidad de los datos (reduciéndose el sesgo de selección debido a la omisión no aleatoria de información¹³), y de evitar la redundancia informativa (que ocasionaría problemas de multicolinealidad). Los **anexos 2 y 3** ofrecen los estadísticos descriptivos e información detallada de las fuentes y los procedimientos de elaboración de las variables.

- Variable dependiente

Se emplea la variable dependiente habitual en los estudios sobre eficacia de la ayuda y sobre crecimiento económico: la tasa media de variación del PIB *per capita* en cada cuatrienio analizado (G).

- Variables independientes

La β -convergencia se calcula mediante el logaritmo neperiano del PIB *per capita* del año inicial, para cada cuatrienio analizado ($\ln PIB_{pc0}$).

La capacidad de innovación ($I_{i,t}$) se aproxima mediante el número de artículos científicos publicados por cada 100 habitantes (*artículos*), esperándose una relación positiva con el ritmo de crecimiento. Este indicador es uno de los recomendados por el *Manual de Frascati* de la OCDE (2002) para la medición de la capacidad de innovación de los países¹⁴.

Los flujos de ayuda se analizan mediante la AOD canalizada a los PED por los organismos multilaterales de desarrollo y por los donantes bilaterales (del CAD y otros países donantes que no son miembros de este Comité pero que sí reportan información). Los datos se extraen de la base CRS (*Creditor Reporting System*) del CAD (2011) y se utilizan los “compromisos” de AOD por tratarse de la información disponible más completa y rigurosa¹⁵.

¹³ Los países más pobres carecen frecuentemente de información estadística, por lo que su exclusión del análisis sesgaría sistemáticamente las estimaciones. Por esta razón es importante utilizar un conjunto de variables explicativas ampliamente disponibles en estos países.

¹⁴ El *Manual de Frascati* define e identifica las categorías de las actividades de *Investigación y Desarrollo* (I+D), y constituye la referencia básica para determinar las actividades de I+D.

¹⁵ La cuantía de la ayuda se puede expresar en función de los *compromisos* asumidos por el donante o de los *desembolsos* (netos o brutos) finalmente realizados; los compromisos se definen como una “obligación firme, expresada por escrito y respaldada por los fondos necesarios” (CAD, 2011a), mientras que los desembolsos son los “registros reales de la transferencia internacional de recursos financieros”. En todo caso, el CAD no recomienda utilizar la información que facilita la base de datos CRS sobre los desembolsos de ayuda anteriores al año 2002, debido a su escasa cobertura, inferior al 60% de las actividades de AOD. A partir de este año la

Para computar los recursos de AOD-CT se utiliza la definición propuesta por UNCTAD (2007), que identifica 28 sectores (de acuerdo con la clasificación sectorial del CAD) que se integran en dos modalidades principales de ayudas: "ayudas para la investigación y el desarrollo tecnológico" (agrícola, forestal, pesquera, educativa, sanitaria, energética y medioambiental) y "ayudas para la adquisición de competencias avanzadas y específicas" (formación profesional, enseñanza superior, fomento de capacidades estadísticas, extensión agraria y varios tipos de formación referida a sectores sociales, productivos y comerciales).

Las dos variables de ayuda (AOD^{CT} y AOD^{noCT}) se transforman mediante el logaritmo neperiano por dos razones: para reducir la heterocedasticidad y la dispersión entre las observaciones, y para linealizar la relación entre ayuda y crecimiento¹⁶.

En relación con el vector de variables condicionantes del impacto de la ayuda en los países receptores ($R_{i,t}$), se utilizan tres *proxies* para analizar su efecto interactivo con la ayuda:

La calidad institucional de los países receptores, asumiéndose que la ayuda resulta más eficaz en aquellos países con contextos políticos e institucionales "saludables". En este estudio se emplean indicadores de gobernabilidad desarrollados por Kaufmann, Kraay y Mastruzzi (2011), que ofrecen información completa en torno a seis dimensiones de la gobernabilidad: *i*) voz y rendición de cuentas, *ii*) estabilidad política y ausencia de violencia, *iii*) efectividad gubernamental, *iv*) calidad regulatoria, *v*) estado de derecho, y *vi*) control de la corrupción. Los indicadores de gobernabilidad se construyen mediante la metodología de los componentes no observados y su distribución está centrada en cero y tiene una dispersión aproximada de $\pm 2,5$, lo que permite agregar varias dimensiones en un solo indicador. Concretamente, se agregan las seis dimensiones de buen gobierno a través de la media aritmética (*Gobernabilidad*).

- i. Los shocks económicos, se asume que la ayuda puede resultar especialmente eficaz "suavizando" los efectos adversos sobre el proceso de crecimiento. En este estudio se evalúa los *shocks* comerciales (como hicieron Collier y Dehn, 2001; Guillaumont y Chauvet, 2001; Chauvet y Guillaumont, 2004; y Collier y Goderis, 2008), utilizando como *proxy* la evolución de los términos de intercambio (porcentaje que representa el índice de precios de exportación sobre el índice de precios de importación) (*Volcom*).
- ii. La existencia de desventajas estructurales que limitan las oportunidades de progreso, se asume que el impacto de la ayuda puede resultar especialmente alto en países con este tipo de desventajas. En este artículo se emplea la *proxy* utilizada por Dalgaard *et al.* (2004): proporción de la superficie territorial de un país ubicada dentro de los trópicos (*Tropical*).

En relación con el vector de otras variables explicativas del crecimiento ($Z_{i,t}$), se utilizan cuatro *proxies* adicionales:

- La calidad institucional y de gobierno, que influye positivamente en el crecimiento económico (Kaufmann y Kraay, 2002; Kaufmann, Kraay y Mastruzzi,

cobertura asciende al 90% y alcanza el 100% de 2007 en adelante. En cambio, la cobertura de la información sobre compromisos es muy superior: del 70% en 1995, del 90% en 2000 y del 100% a partir de 2003.

¹⁶ La relación entre ayuda y crecimiento no es lineal debido a la existencia de rendimientos marginales decrecientes en la ayuda. Distintos estudios empíricos han verificado la concavidad de la relación ayuda-crecimiento, desde el estudio temprano de Dudley y Montmarquette, (1976), hasta los estudios más recientes de Hansen y Tarp (2001), Lensink y White (2001), Collier y Dollar (2002) y Clemens *et al.* (2004).

2009; Alonso y Garcimartín, 2010). De nuevo se utiliza como *proxy* la variable de *Gobernabilidad* antes descrita¹⁷.

- El capital humano de los países receptores, se asume una contribución positiva al ritmo de crecimiento (De la Fuente y Doménech, 2006 y Lucas, 1988). Esta variable se aproxima mediante el promedio de años de educación alcanzado por las personas mayores de 25 años (*Kh*).
- Las desigualdades, que afectan negativamente al crecimiento económico (Easterly, 2002)¹⁸, y que se evalúan a través del índice Gini de desigualdad de rentas (*Gini*).
- La dotación de recursos naturales, que se asume que afecta negativamente a la tasa de crecimiento, tal y como predice la denominada hipótesis de la “maldición de los recursos naturales” (Sachs y Warner, 1999; Bravo-Ortega y De Gregorio, 2005; Leite y Weideman, 2002; e Isham *et al.*, 2005). En este trabajo se aproxima esta variable mediante la tasa de exportaciones de petróleo respecto del total de exportaciones de mercancías (*Expetrol*).
- La inestabilidad macroeconómica, que incide negativamente en el crecimiento (Fischer, 1993). Como *proxy* se utiliza la tasa de inflación (*Inflación*).

En suma, la ecuación de regresión tiene la siguiente expresión:

$$G_{i,t} = \beta \ln PIBpc_{0,i,t} + \delta_1 Artículos_{i,t} + \delta_2 \ln AOD_{i,t}^{CT} + \delta_3 AOD_{i,t}^{CT} \cdot Artículos_{i,t} + \delta_4 AOD_{i,t}^{CT} \cdot Gobernabilidad_{i,t} + \delta_5 AOD_{i,t}^{CT} \cdot Volcom_{i,t} + \delta_6 AOD_{i,t}^{CT} \cdot Tropical_{i,t} + \delta_7 \ln AOD_{i,t}^{noCT} + \delta_8 Gobernabilidad + \delta_9 Kh - \delta_{10} Gini_{i,t} - \delta_{11} Expetrol - \delta_{12} Inflación + \varepsilon_{i,t} \quad [5]$$

En este modelo de regresión hay tres variables que pueden no ser estrictamente exógenas: la renta *per capita* inicial, la gobernabilidad y la variable interactiva entre gobernabilidad y la AOD-CT. Por eso, la estimación del modelo requiere verificar la exogeneidad de estas variables y, para aquellas que no se revelen estrictamente exógenas, instrumentalizarlas adecuadamente. En todo caso, puesto que expandir el número de instrumentos resulta en estimaciones ineficientes, se aplica la regla práctica propuesta por Roodman (2008 y 2009) de limitar el número de instrumentos al número de países incluidos en el análisis¹⁹.

Finalmente, la estimación incluye *dummies* temporales para reducir el grado de autocorrelación entre los países y el término de error ideosincrático, lo que facilita la robustez de los estimadores (Roodman, 2009).

4. Resultados del modelo de impacto de la ayuda científico-tecnológica

En términos agregados, la ayuda para la ciencia y la tecnología ha ejercido un impacto positivo y estadísticamente significativo sobre la tasa de crecimiento del PIB *per capita* de los

¹⁷ Nótese que esta variable actúa simultáneamente como condicionante del impacto de la ayuda (véase parámetro δ_4 de la ecuación [5]) y como factor endógeno de crecimiento (parámetro δ_8).

¹⁸ Véanse revisiones de la literatura sobre la relación entre crecimiento e igualdad en Alonso (2005) y Domínguez (2009).

¹⁹ En este caso, se dispone de 63 países y se emplea un número muy inferior de instrumentos, 22.

PED en el periodo 1993-2008, como revela el coeficiente estimado para la AOD-CT (**Cuadro 3**). Más concretamente, de acuerdo con las estimaciones, un incremento de un 1% en las donaciones de AOD-CT puede elevar la tasa de crecimiento en torno a 0,007 puntos porcentuales²⁰. Aunque pueda parecer un impacto limitado, en realidad, se trata de un efecto relevante, teniendo en cuenta que la aportación de la AOD-CT al PIB de los países de la muestra es muy limitada, suponiendo aproximadamente el 0,18% (véase **anexo 3**). Además, este resultado no tiene en cuenta otros factores determinantes de la eficacia de la ayuda (como la buena gobernanza, las crisis económicas y las desventajas estructurales). En cambio, el modelo estima un coeficiente positivo, pero estadísticamente no significativo, para el resto de la ayuda.

Cuadro 3. Estimación del modelo de eficacia de la ayuda científico-tecnológica

	[1]	[2]	[3]	[4]
lnPIBpc0	1,520177 (0,032)	1,510161 (0,032)	1,586129 (0,039)	1,528689 (0,031)
<i>Artículos</i>	0,2772586 (0,053)	0,2697485 (0,075)	0,2678725 (0,048)	0,240892 (0,084)
ln AOD^{CT}	0,6612229 (0,061)	0,6396501 (0,052)	0,6655648 (0,069)	0,7064022 (0,062)
<i>AOD^{CT} · Artículos</i>	-6,213506 (0,050)	-5,942183 (0,033)	-6,213052 (0,047)	-6,10464 (0,048)
<i>AOD^{CT} · Gobernabilidad</i>	2,208733 (0,247)	2,502509 (0,106)	2,252518 (0,135)	2,358579 (0,210)
<i>AOD^{CT} · Volcom</i>	0,0107225 (0,277)	0,0084759 (0,441)	0,0114145 (0,252)	0,0116128 (0,234)
<i>AOD^{CT} · Tropical</i>	-0,0061589 (0,754)		-0,0065875 (0,730)	-0,0053071 (0,787)
ln AOD^{noCT}	0,0933586 (0,514)	0,0907501 (0,527)	0,0803285 (0,552)	
<i>Gobernabilidad</i>	0,0923718 (0,947)	0,0835293 (0,953)		-0,0743938 (0,956)
<i>Kh</i>	-0,3969601 (0,533)	-0,3633199 (0,549)	-0,4761187 (0,467)	-0,418962 (0,516)
<i>Gini</i>	-0,1312041 (0,036)	-0,1327905 (0,04)	-0,136988 (0,050)	-0,128381 (0,036)
<i>Exp petrol</i>	-0,0200732 (0,234)	-0,020139 (0,235)	-0,0227506 (0,058)	-0,0232863 (0,135)
<i>Inflación</i>	-0,0041647 (0,656)	-0,0041007 (0,666)	-0,0039629 (0,721)	-0,0041098 (0,657)
Post-estimation tests (p-values)				
χ^2 (22,63)/(21,63)/(19,63)/(21,63)	0,000	0,000	0,000	0,000
Sargan	0,976	0,978	0,950	0,976
Hansen	0,964	0,963	0,925	0,956
Arellano-Bond AR(1)	0,004	0,004	0,004	0,004
Arellano-Bond AR(2)	0,893	0,881	0,873	0,762

Muestra: N° observaciones = 183 N° de grupos (países) = 63
 N° periodos: 4 cuatrienios (1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008)
 Obs. por grupo: min = 1 promedio = 2,9 max = 4
 N° de instrumentos = 22

²⁰ Dado que la ayuda está expresada en logaritmos, la interpretación del efecto de la ayuda sobre la tasa de crecimiento requiere dividir entre 100 el coeficiente estimado δ_2 , lo que refleja el aumento de la tasa de crecimiento (en puntos porcentuales) que genera un incremento relativo de un 1% en la variable ayuda.

Instrumentos para las ecuaciones del sistema GMM: $\ln PIBpc0$, *Gobernabilidad* y AOD^{CT} -*Gobernabilidad* (retardos (2/.), variables endógenas).

Estimación GMM de sistema en dos etapas, con errores estándar y covarianzas de White consistentes ante heteroscedasticidad, matriz de instrumentos colapsada y corrección de Windmeijer para muestras finitas. Se incluyen *dummies* temporales en todas las regresiones; *p*-valores entre paréntesis.

Además, el término interactivo entre AOD-CT e innovación también resulta estadísticamente significativo, con un coeficiente estimado negativo. Este resultado es especialmente interesante, en tanto que sugiere que el impacto de la ayuda-CT puede ser mayor en los países con menores capacidades de innovación, lo que justificaría un mayor énfasis en la asignación de estos recursos a dichos países. Por lo tanto, si la AOD-CT es eficaz, y parece ser especialmente eficaz en los países menos innovadores, este tipo de ayuda podría ser apropiada para cerrar la brecha de innovación del mundo, siempre y cuando se dirija a los países adecuados. En este sentido, el estudio de Quiñones y Tezanos (2011) apoya este argumento, ya que señala que la asignación geográfica de la AOD-CT ha sido moderadamente progresiva desde 1993 (es decir, los PED menos innovadores reciben proporcionalmente más ayuda científico-tecnológica que los países más innovadores).

Respecto a las características de las economías receptoras que condicionan el crecimiento económico, dos se muestran estadísticamente significativas: de una parte, la capacidad de innovación influye positivamente en el crecimiento, de tal modo que —de acuerdo con la estimación— un incremento de un 1% en el número de artículos científicos publicados por el país (por cada cien habitantes) genera un estímulo de más de 0,28 puntos porcentuales en la tasa de crecimiento, lo que respalda el argumento de que la innovación es el principal determinante del progreso económico. De otra parte, las desigualdades de rentas actúan en detrimento del progreso económico, hasta el punto de que un aumento de un 1% en el índice de Gini detrae, aproximadamente, 0,13 puntos porcentuales de la tasa de crecimiento. Este resultado puede deberse a que las desigualdades son generadoras de males públicos (como el crimen, la violencia y la inseguridad), que coartan las posibilidades de inversión y crecimiento y limitan la capacidad productiva de una economía como consecuencia de la exclusión de las personas pobres (Fajnzylber *et. al.*, 1998; Easterly, 2007; Alonso, 2005).

Finalmente, respecto a la existencia de β -convergencia, la regresión arroja un coeficiente estimado positivo y estadísticamente significativo, lo que caracteriza un posible escenario de divergencia (con un estimador del parámetro β aproximadamente igual a 1,64). Este resultado se debe tanto al ritmo de crecimiento comparativamente más lento de algunos de los países más pobres incluidos en la muestra (por ejemplo, países de rentas bajas y medias-bajas como Burundi, Benin, Bolivia, Camerún, Costa de Marfil, El Salvador, Nicaragua, Paquistán y Yemen), como al ritmo vertiginoso de crecimiento experimentado en los últimos años por los países emergentes de rentas medias (China, Brasil e India), lo que implica un ensanchamiento de la brecha de ingresos *per capita* en el mundo en desarrollo. Además, este resultado apoya la tesis de aquellos autores que sostienen que las desigualdades internacionales de ingresos no han disminuido en las últimas décadas (Milanovic, 2005 y 2010).

En relación con la bondad de ajuste del modelo, el *test* de significatividad conjunta rechaza rotundamente que todos los coeficientes sean simultáneamente iguales a cero (véase el *p*-valor = 0 en el **Cuadro 3**). Además, los *tests* de Sargan y Hansen para la validez conjunta de los instrumentos no son rechazados, al igual que sucede con el *test* de Arellano-Bond para autocorrelación en el término de error idiosincrático. Consiguientemente, los resultados de estos *test* de post-estimación respaldan la validez de las estimaciones.

En el presente análisis es razonable pensar que ciertas regresoras incluidas en un mismo vector de variables explicativas puedan estar correlacionadas entre sí, puesto que tratan de captar determinantes semejantes del crecimiento económico, creando así un problema de multicolinealidad. Este es el caso de las variables incluidas en los vectores R y Z de la ecuación [3]. Como primera medida preventiva de multicolinealidad, las variables han sido seleccionadas tratando de evitar redundancias informativas. Asimismo, el elevado número de observaciones incluidas en el análisis (183) y la alta variabilidad registrada en la variable dependiente garantizan la eficiencia de los resultados. Por otra parte, la matriz de correlaciones por pares de las variables explicativas incluidas en el análisis muestra que la mayoría de las correlaciones son razonablemente bajas (**Cuadro 4**)²¹. Destacan, sin embargo, tres valores elevados que requieren mayor consideración:

- i. La correlación entre *Gobernabilidad* y *lnPIBpc0* (+0,71), debido a que los países con mayores rentas presentan mejores registros de buen gobierno.
- ii. La correlación entre AOD^{CT} y AOD^{noCT} (+0,77), lo que revela que estas dos modalidades de ayuda tienden a distribuirse geográficamente de la misma manera (es decir, los países que más AOD-CT reciben tienden a ser también los que perciben más recursos del resto de modalidades de ayuda).
- iii. La correlación entre $AOD^{CT}\cdot Volcom$ y $AOD^{CT}\cdot Trop$ (+0,909), que se debe al hecho de que la variable tropical es invariante en el tiempo.

No obstante, estas elevadas correlaciones no alteran significativamente los resultados de la regresión, como puede comprobarse al correr de nuevo el modelo de regresión eliminando sucesivamente cada una de las variables que presenta elevados coeficientes de correlación ($AOD^{CT}\cdot Trop$, *Gobernabilidad* y AOD^{noCT}) (véanse las columnas [2] a [4] en el **Cuadro 4**). Por lo tanto, las tres últimas regresiones estimadas no difieren significativamente de nuestra regresión base (ecuación [1]), lo que garantiza la robustez de las estimaciones.

²¹ Gujarati (2003, pág. 345) ofrece el valor tentativo de 0,8 como límite a partir del cual la multicolinealidad se convierte en un "problema grave".

Cuadro 4. Matriz de correlaciones por pares de las variables incluidas en el análisis

	<i>g</i>	<i>ln PIBpc0</i>	<i>ln AOD^{CT}</i>	<i>ln AOD^{noCT}</i>	<i>AOD^{CT}. Artículos</i>	<i>AOD^{CT}. Gobernabilidad</i>	<i>Gobernabilidad</i>	<i>AOD^{CT}. Volcom</i>	<i>AOD^{CT}. Tropical</i>	<i>Artículos</i>	<i>Gini</i>	<i>Kh</i>	<i>Exp petrol</i>	<i>Inflación</i>
<i>g</i>	1,0000													
<i>ln PIBpc0</i>	0,0780	1,0000												
<i>ln AOD^{CT}</i>	0,0469	-0,5423	1,0000											
<i>ln AOD^{noCT}</i>	-0,0775	-0,7145	0,7735	1,0000										
<i>AOD^{CT}.Artículos</i>	0,0810	0,1208	0,3495	0,1903	1,0000									
<i>AOD^{CT}.Gobernabilidad</i>	0,0741	0,3749	-0,3609	-0,3116	0,0160	1,0000								
<i>Gobernabilidad</i>	0,1014	0,7113	-0,2371	-0,3243	0,1426	0,4155	1,0000							
<i>AOD^{CT}.Volcom</i>	-0,0169	-0,2929	0,6317	0,4105	0,3515	-0,4270	-0,0694	1,0000						
<i>AOD^{CT}.Tropical</i>	-0,0598	-0,2172	0,5217	0,3360	0,2510	-0,2343	-0,0239	0,9094	1,0000					
<i>Artículos</i>	0,0619	0,3766	-0,2474	-0,2742	0,1206	0,0869	0,3328	-0,1015	-0,0870	1,0000				
<i>Gini</i>	-0,2050	0,2320	-0,2123	-0,1757	-0,2104	0,1382	0,2193	-0,1453	-0,0202	-0,0964	1,0000			
<i>Kh</i>	0,1725	0,5474	-0,3180	-0,3552	0,2358	0,2896	0,4465	-0,2499	-0,3963	0,3086	-0,0211	1,0000		
<i>Exp petrol</i>	0,0092	0,1890	-0,2737	-0,3118	-0,1383	0,0743	0,1816	-0,1301	-0,1414	-0,0507	-0,0998	-0,0537	1,0000	
<i>Inflación</i>	-0,1603	-0,1210	0,0098	0,0643	-0,0226	-0,1304	-0,2280	0,0151	0,0344	-0,0910	-0,0910	-0,0282	-0,0201	1,0000

5. Conclusiones

Quizás uno de los resultados más unánimes de la investigación económica aplicada es que la *innovación* es uno de los principales determinantes de crecimiento económico sostenido. No obstante, sorprende comprobar que pocos estudios han contrastado el impacto que las ayudas científico-tecnológicas ejercen sobre el ritmo de crecimiento de los países que las reciben. Lo cierto es que la aportación de la AOD-CT al PIB del mundo en desarrollo es muy limitada (apenas del 0.18% en nuestro ejemplo de países), por lo que difícilmente se pueden esperar resultados formidables sobre el crecimiento. Sin embargo, estas ayudas encierran un potencial transformador relevante, en tanto que apuestan por desarrollar las capacidades científicas y tecnológicas de los PED. Invertidas estratégicamente, pueden constituir una apuesta “inclusiva” de desarrollo, que contribuya a potenciar las capacidades de innovación de los países más atrasados y a cerrar la brecha mundial de la innovación.

Después de 50 años de investigación, y un centenar largo de estudios empíricos, continúa resultando controvertido afirmar que la ayuda internacional estimule, en términos agregados, el crecimiento económico. No obstante, la mayor parte de los estudios analizan el impacto macroeconómico de la “ayuda agregada”, sin distinguir impactos potencialmente diferenciados por modalidades de ayuda. Por eso, el principal objetivo de este artículo es cuantificar el impacto ejercido por la AOD-CT sobre la tasa de crecimiento de la renta *per capita* de los PED. Para ello, se propone un modelo analítico del impacto de la ayuda científico-tecnológica sobre el crecimiento adaptado a las características de la innovación y basado en la nueva teoría del crecimiento.

La estimación econométrica del modelo para el periodo 1993-2008 ofrece cuatro resultados relevantes:

En primer lugar, la ayuda para la ciencia y la tecnología resulta eficaz en estimular el crecimiento, de tal modo que un incremento de un 1% en las donaciones de AOD-CT puede elevar la tasa de crecimiento del PIB *per capita* en torno a 0,007 puntos porcentuales. En cambio, el impacto de la ayuda se “diluye” cuando consideramos el resto de recursos no destinados a innovación, que no se revelan estadísticamente significativos.

En segundo lugar, el coeficiente de interacción AOD-CT e innovación se estima negativo, lo que sugiere que el impacto de este tipo de ayudas puede ser mayor en los países con menores capacidades de innovación, lo que constituye un sólido argumento a favor de enfatizar el uso de estos recursos en los países menos innovadores. Por lo tanto, si la AOD-CT es eficaz, y además resulta especialmente eficaz en los países con menores capacidades de innovación, este tipo de ayudas pueden resultar oportunas para cerrar la brecha de la innovación mundial —siempre que se orienten a los países apropiados—.

En tercer lugar, respecto a las características de las economías receptoras que condicionan el crecimiento económico, dos se muestran estadísticamente significativas: de una parte, la mejora de las capacidades de innovación estimulan el crecimiento, lo que confirma que la innovación es el principal determinante del progreso económico. En cambio, las desigualdades de rentas constituyen una importante rémora para el crecimiento, ya sea generando males públicos (crimen, violencia e inseguridad) que coartan las posibilidades de inversión y crecimiento de un país.

En cuarto lugar, el análisis sugiere que las fuertes disparidades existentes entre los ritmos de progreso de los PED se traducen en un lento proceso de divergencia en niveles de renta *per*

capita, de tal suerte que los países más pobres han tendido a crecer más lentamente y algunos de los PED más avanzados (especialmente las “economías emergentes”) han crecido vertiginosamente.

En última instancia, la innovación se confirma –una vez más– como una apuesta estratégica por el desarrollo; al tiempo, el uso de políticas públicas internacionales de cooperación enfocadas en desarrollar las capacidades de innovación de los PED puede constituir un “revulsivo” para la frecuentemente cuestionada eficacia “agregada” de la ayuda. En este sentido, una mayor estrategia en la selección de modalidades de ayuda —adaptadas a las condiciones socio-económicas de cada país socio— y de un mayor énfasis en los recursos destinados a fomentar las capacidades de innovación, puede ser aconsejable para aumentar el impacto de la ayuda. Sin embargo, son necesarias investigaciones futuras para mejorar la comprensión de las condiciones que determinan el impacto final de estos recursos.

6. Bibliografía

- ALONSO, J.A. (2005): “Equidad y crecimiento: una relación en disputa”, *PRINCIPIOS. Estudios de Economía Política*, nº1, págs.9-36.
- ALONSO, J.A. and GARCIMARTÍN, C. (2010): “The determinants of institutional quality. More on the debate”, *Journal of International Development*, DOI: 10.1002/jid.1710
- ANNEN, K. and KOSEMPEL, S. (2009): “Foreign Aid, Donor Fragmentation, and Economic Growth”, *The B.E. Journal of Macroeconomics*, Vol. 9: Iss. 1, Article 33.
- ARELLANO, M. and BOND, S. (1991): “Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations”, *Review of Economic Studies*, 58, págs. 277-297.
- ARELLANO, M. y BOVER, O. (1995): “Another Look at the Instrumental Variable Estimation of Error-Components Models”, *Journal of Econometrics*, 68, págs. 29-51.
- BARRO, R. (1991): “Economic Growth in a Cross Section of Countries”, *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, nº 2, págs. 407-443
- BLUNDELL, R. y BOND, S. (1998): “Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models”, *Journal of Econometrics*, 87, págs. 115-143.
- BRAVO-ORTEGA C. y DE GREGORIO, J. (2005): “The Relative Richness of the Poor? Natural Resources, Human Capital and Economic Growth” *Policy Research Working Paper Series 3484*, The World Bank.
- BULIR, H. y HAMANN, A.J. (2008): “Volatility of Development Aid: From the Frying Pan into the Fire”, *World Development*, Vol. 36, nº 10, págs. 2048-2066
- BURNSIDE, C. y DOLLAR, D. (2000): “Aid, policies and growth”, *American Economic Review*, 90 (4), págs. 847–868.
- BURNSIDE, C. y DOLLAR, D. (2004): “Aid, policies and growth: reply”, *American Economic Review*, 94, págs. 781–784.
- CAD (2011): *Development Database on Aid from DAC Members: DAC online*, OECD.Stat, disponible en <http://www.oecd.org/dataoecd/>
- CHAUVET, L. y GUILLAUMONT, P. (2004): “Aid and growth revisited: Policy, economic vulnerability and political instability”, págs. 95-109, en TINGODDEN, B., STERN, N. and KOLSTAD, I. (Eds.): *Towards pro-poor policies – Aid, Institutions and Globalization*, World Bank - Oxford University Press, Washington DC.
- CLEMENS, M., RADELET, S. y BHAVNANI, R. (2004): “Counting chickens when they hatch: The short term effect of aid on growth”, Center for Global Development, Working Paper 44.

- COLLIER, P. y DEHN, J. (2001): "Aid, shocks, and growth", *World Bank Policy Research*, n° 2688, World Bank.
- COLLIER, P. y DOLLAR, D. (2002): "Aid allocation and poverty reduction", *European Economic Review*, 26, págs. 1475–1500.
- COLLIER, P. y GODERIS, B. (2008): "Does Aid Mitigate External Shocks?", *UNU-WIDER Discussion Paper*, n° 2008/06, UNU-WIDER.
- COLLIER, P. y HOEFFLER, A. (2004): "Aid, policy and growth in post-conflict societies", *European Economic Review*, 48, págs. 1125-1145.
- DALGAARD, C. y HANSEN, H. (2010): "Evaluating Aid Effectiveness in the Aggregate: A critical assessment of the evidence", *Munich Personal RePEc Archive MPRA*, Evaluation Study 2010/1.
- DALGAARD, C., HANSEN, H. y TARP, F. (2004): "On the empirics of foreign aid and growth", *The Economic Journal*, 114, ps.191-216.
- DE LA FUENTE, A. y DOMÉNECH, R. (2006): "Human capital in growth regressions: how much difference does data quality make?", *Journal of the European Economic Association*, 4, págs, 1-36.
- DJANKOV, S., MONTALVO, J.G. y REYNAL-QUEROL, M. (2009): "Aid with Multiple Personalities", *Journal of Comparative Economics*, 37, ps. 217-229
- DOMINGUEZ, R. (2009): "Desigualdad y bloqueo al desarrollo en América Latina", *PRINCIPIOS, Estudios de Economía Política*, 13, págs 5-32.
- DOUCOULIAGOS, H. y PALDAM, M. (2008): "Aid Effectiveness on Growth: A Meta Study", *European Journal of Political Economy*, 24, ps. 1-24.
- DUDLEY, L. y MONTMARQUETTE, C. (1976): "A model of the supply of bilateral foreign aid", *American Economic Review*, 66 (1), págs. 132–142.
- DURBARRY, R., GEMMELL, N. y GREENAWAY, D. (1998): "New evidence on the impact of foreign aid on economic growth", *Credit Working Paper*, University of Nottingham.
- EASTERLY, W. (2002), "Inequality does cause underdevelopment: New evidence", *Working Paper 1*, Center for Global Development.
- EASTERLY, W. (2007), "Inequality does cause underdevelopment: Insights from a new instrument", *Journal of Development Economics*, 84 (2), págs. 755-776.
- FAJNZYLBER, P.D, LEDERMAN, P. D. y LOAYZA, N. (1998): "Determinants of crime rates in Latin American and the World", *World Bank Latin America and the Caribbean Viewpoints Series Paper*, Banco Mundial, Washington.
- FISCHER, S. (1993): "The role of macroeconomic factors in growth", *Journal of Monetary Economics*, n°32, págs. 485-512
- GALLUP, J.L., J.D. SACHS y A. MELLINGER (1999): "Geography and Economic Development", *International Regional Science Review*, 22, págs 179-232
- GARCIMARTÍN, C. (2007): "Un análisis crítico de las regresiones de convergencia", *Principios, Estudios de Economía Política*, n° 9, págs. 71-90
- GUILLAUMONT, P. and CHAUVET, L. (2001): "Aid and Performance: A Reassessment", *Journal of Development Studies*, 37 (6), ps. 66-092.
- GUJARATI, D.N. (2003): *Econometría*, McGraw-Hill, México DF.
- HANSEN, H. y TARP, F. (2000): "Aid effectiveness disputed", *Journal of International Development*, 12, ps. 375–398.
- HANSEN, H. y TARP, F. (2001): "Aid and growth regressions", *Journal of Development Economics*, vol. 64, n° 2, ps. 547–570.
- HEADEY, D. (2008): "Geopolitics and the effect of foreign aid on economic growth: 1970-2001", *Journal of International Development*, 20, págs. 161-180.
- HSIAO, C., PESARAN, M. H. y TAHMISIOGLU, A. K. (1999): "Bayes Estimation of Short-Run Coefficients in Dynamic Panel Data Models", en Hsiao, C., Lahiri, K., Lee, L.F. y

- Pesaran, M.H. (Eds.): *Analysis of Panels and Limited Dependent Variables: A Volume in Honour of G. S. Maddala*, Cambridge University Press, ps. 268-296.
- HUDSON, J. y MOSLEY, P. (2008): "Aid volatility, Policies and Development", *World Development*, nº 10, ps. 2082-2102.
- ISHAM J., WOOLKOCK, M., PRITCHETT, L. y BUSBY, G. (2005): "The Varieties of the Resource Experience: How Natural Resource Export Structures Affect the Political Economy of Economic Growth", *World Bank Economic Review*, 19, págs. 141-174.
- KAUFMANN, D. y KRAAY, A. (2002): "Growth without Governance", *Economía*, Vol. 3, No. 1, págs. 169-229.
- KAUFMANN, D., KRAAY, A., y MASTRUZZI, M. (2009): "Governance Matters VIII: Aggregate and Individual Governance Indicators, 1996-2008", *World Bank Policy Research Working Paper No. 4978*, disponible en <http://ssrn.com/abstract=1424591>
- KAUFMANN, D., KRAAY, A., y MASTRUZZI, M. (2011): *The Worldwide Governance Indicators (WGI) project*, disponible en: <http://info.worldbank.org/governance/wgi/index.asp>
- KIVIET, J. (1995): "On bias, inconsistency, and efficiency of various estimators in dynamic panel data models", *Journal of Econometrics*, 68 (1), págs. 53-78.
- KOSACK, S. (2002): "Effective aid: How democracy allows development aid to improve the quality of life", *World Development*, 31, págs. 1-22
- LEITE C. y WEIDMANN, M. (2002): "Does Mother Nature Corrupt? Natural Resources, Corruption and Economic Growth" en ABED, G.T. y GUPTA, S. (Eds.): *Governance, Corruption and Economic Performance*, IMF, Washington DC, págs. 159-196.
- LENSINK, R. y MORRISSEY, O. (2000): "Aid instability as a measure of uncertainty and the positive impact of aid on growth", *Journal of Development Studies*, nº 36, ps. 31-49.
- LENSINK, R. y WHITE, H. (2001): "Are there negative returns to aid?", *Journal of Development Studies*, nº 37 (6), págs. 42-65.
- LUCAS, R. (1988). "On the Mechanics of Economic Development." *Journal of Monetary Economics*, nº 22, págs. 3-42.
- MCGILLIVRAY, M., FEENY, S., HERMES, N. y LENSINK, R. (2006): "Controversies over the impact of development aid: it works; it doesn't; it can, but that depends...", *Journal of International Development*, 18, págs. 1031-1050.
- MILANOVIC, B. (2005): *Words Apart: Measuring International and Global Inequality*, Princeton, New Jersey.
- MILANOVIC, B. (2010): "Global inequality recalculated and updated: the effect of new PPP estimates on global inequality and 2005 estimates", *The Journal of Economic Inequality*, págs. 1-18.
- MINOIU, C. y REDDY, G.R. (2009): "Development Aid and Economic Growth: A Positive Long-Run Relation", *IMF working paper*, WP/09/118
- OCDE (2002), *The Measurement of Scientific and Technological Activities. Frascati Manual 2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*, OCDE, París.
- OUATTARA B., y STROBL, E. (2008): "Aid, Policy and Growth: Does Aid Modality Matter?", *Review of World Economics*, 144, págs. 347-65.
- QUIÑONES, A. y TEZANOS, S. (2011): Ayuda Oficial al Desarrollo Científico-Tecnológica: una evaluación macroeconómica de la distribución geográfica y sectorial, *Revista de Economía Mundial* (En prensa)
- QUIÑONES (2012): Innovación: ¿principal motor del crecimiento económico?, *PRINCIPIOS. Revista de Economía Política*, 20, págs. 11-40.
- RAJAN, R.G. y SUBRAMANIAN, A. (2007), "Does aid Affect governance?", *The American Economic Review*, 97(2), págs. 322-327.

- ROODMAN, D. (2007): "The Anarchy of Numbers: Aid, Development, and Cross-Country Empirics", *The World Bank Economic Review*, vol. 21, n° 2, págs. 255-277.
- ROODMAN, D. (2008): "A note on the theme of too many instruments", *Center for Global Development Working Paper*, n° 125.
- ROODMAN, D. (2009): "How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata", *The STATA Journal*, vol. 9, n° 1, págs. 86-136
- SACHS, J.D. y WARNER, A.M. (1999): "The Big Push, Natural Resource Booms and Growth", *Journal of Development Economics*, 59, págs. 43-76.
- SVENSSON, J. (1999): "Aid, Growth and Democracy", *Economics and Politics*, 11, ps. 275-297.
- TARP, F. (2010): "Aid, Growth and Development", in MAVROTAS, G. (Ed) *Foreign aid for Development. Issues, Challenges, and the New Agenda*, Oxford University Press, Oxford.
- TEZANOS, S., MADRUEÑO, R. y GUIJARRO, M. (2009): "Impacto de la ayuda sobre el crecimiento económico. El caso de América Latina y el Caribe", *Cuadernos Económicos, Información Comercial Española*, n° 78, págs. 187-220.
- TEZANOS, S. (2010): "Ayuda y crecimiento: una relación en disputa", *Revista de Economía Mundial*, n° 26, diciembre, págs. 237-259
- TEZANOS, S., GUIJARRO, M. y QUIÑONES, A. (2012): "Inequality, aid and growth: macroeconomic impact of aid grants and loans in Latin America and the Caribbean", *Journal of Applied Economics*, forthcoming.
- WINDMEIJER, F. (2005): "A finite sample correction for the variance of linear efficient two-step GMM estimators", *Journal of Econometrics*, Vol. 126, Issue 1, págs. 25-51.
- UNCTAD (2007), *Knowledge, Technological Learning and Innovation for Development*. Publicación de las Naciones Unidas, Nueva York y Ginebra.
- WORLD BANK (2011): *World Development Indicators 2011*, Washington DC.

6. Anexos

Anexo 1. Países y periodos incluidos en el análisis de regresión

<i>n</i>	<i>País</i>	<i>Periodos</i>
1	Argelia	1993-1996
2	Argentina	1993-1996, 2005-2008
3	Bangladesh	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
4	Belice	2005-2008
5	Benín	2001-2004
6	Bolivia	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
7	Brasil	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
8	Burundi	1993-1996, 2005-2008
9	Camboya	2005-2008
10	Camerún	1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
11	China	2005-2008
12	Colombia	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
13	Costa Rica	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
14	Costa de Marfil	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
15	Rep. Dominicana	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
16	Ecuador	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
17	Egipto	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
18	El Salvador	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
19	Gambia	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008

<i>n</i>	<i>País</i>	<i>Periodos</i>
20	Ghana	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
21	Guatemala	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
22	Honduras	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
23	India	2005-2008
24	Indonesia	2005-2008
25	Irán	2001-2004, 2005-2008
26	Jamaica	2001-2004, 2005-2008
27	Jordania	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
28	Kenia	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
29	Corea	1993-1996, 1997-2000
30	Malawi	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
31	Malaysia	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
32	Maldivas	2005-2008
33	Mali	2005-2008
34	Mauritania	1993-1996
35	México	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
36	Mongolia	2001-2004, 2005-2008
37	Marruecos	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
38	Mozambique	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
39	Nepal	2001-2004
40	Nicaragua	1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
41	Níger	2005-2008
42	Pakistán	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
43	Panamá	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
44	Paraguay	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
45	Perú	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
46	Filipinas	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
47	Ruanda	2001-2004, 2005-2008
48	Senegal	1997-2000, 2005-2008
49	Sur África	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
50	Sri Lanka	1993-1996, 2001-2004, 2005-2008
51	Suazilandia	1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
52	Tanzania	1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
53	Tailandia	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
54	Togo	2005-2008
55	Túnez	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
56	Turquía	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
57	Uganda	1993-1996, 1997-2000, 2005-2008
58	Uruguay	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
59	Venezuela	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
60	Vietnam	2005-2008
61	Yemen	2001-2004, 2005-2008
62	Zambia	1993-1996, 1997-2000, 2001-2004, 2005-2008
63	Zimbabue	1993-1996

Anexo 2. Descripción de las variables y fuentes de información

Variable	Código de variable	Descripción	Fuente
Tasa media de variación del PIB <i>per capita</i>	<i>G</i>	Precios constantes, dólares de EEUU, base año 2000.	Banco Mundial (2011)
ln (PIB <i>per capita</i>)	<i>ln PIBpc0</i>	Logaritmo neperiano del PIB <i>per capita</i> del año inicial. Precios constantes, dólares de EEUU, base año 2000.	Banco Mundial (2011)
Artículos	<i>Articulos</i>	Número de artículos científicos por cada 100 habitantes.	Banco Mundial (2011)
ln (AOD^{CT})	<i>ln AOD^{CT}</i>	Logaritmo neperiano del porcentaje que sobre el total del PIB representa la suma de los compromisos de AOD-CT del total de donantes en cada periodo. Precios constantes, dólares de EEUU, base año 2000.	CAD (2011)
Gobernabilidad	<i>Gobernabilidad</i>	Media aritmética de seis dimensiones de buen gobierno: i) voz y rendición de cuentas, ii) estabilidad política y ausencia de violencia, iii) efectividad gubernamental, iv) calidad regulatoria, v) estado de derecho, y vi) control de la corrupción.	Kaufmann, Kraay y Mastruzzi (2011)
Volatilidad del comercio	<i>Volcom</i>	Términos de intercambio: porcentaje que representa el índice de precios de exportación sobre el índice de precios de importación (año 2000=100)	Banco Mundial (2011)
Tropical	<i>Tropical</i>	Proporción sobre la superficie total del área territorial de un país ubicada dentro de los trópicos.	Gallup, Sachs y Mellinger (1999)
ln (AOD^{noCT})	<i>ln AOD^{noCT}</i>	Logaritmo neperiano del porcentaje que sobre el total del PIB representa la suma de los compromisos de AOD no CT del total de donantes en cada periodo. Precios constantes, dólares de EEUU, base año 2000.	CAD (2011)
Capital humano	<i>Kh</i>	Media aritmética del número de años de educación alcanzado entre las personas mayores de 25 años.	Banco mundial (2011)
Gini	<i>Gini</i>	Media geométrica de los valores del índice de Gini para cada país en el periodo considerado.	Banco Mundial (2011)
Exportaciones de petróleo	<i>Exp petrol</i>	Exportaciones de petróleo sobre el total de exportaciones de mercancías.	Banco Mundial (2011)
Inflación	<i>Inflación</i>	Tasa de inflación.	Banco Mundial (2011)

Las tasas medias de variación del PIB *per capita* se calculan mediante la fórmula general: $\left(\sqrt[T-t_0]{y_T/y_{t_0}} - 1 \right) \times 100$, donde y_{t_0} e y_T son, respectivamente, los valores de la correspondiente variable en los periodos inicial y final.

Los promedios de las variables para cada país en cada cuatrienio se calculan mediante la media geométrica por ser una medida de posición más adecuada en el tratamiento de ratios e índices y, sobre todo, por ser menos sensible que la media aritmética a la existencia de valores atípicos o extremos. La excepción a esta regla son las variables de gobernabilidad y capital humano, que al no estar expresadas como tasas, se calculan las correspondientes medias aritméticas.

Anexo 3. Estadísticos descriptivos

Variable		Obs.	Media	Desviación	Min.	Max.
G	Total	183	1,8287	1,9476	-5,7961	8,5477
	Entre	63		1,7671	-2,4056	8,5477
	Intra			1,3815	-1,8403	6,2448
lnPIBpc0	Total	183	7,0420	1,0819	4,6731	9,2583
	Entre	63		1,1069	4,8181	9,1380
	Intra			0,0936	6,7943	7,3203
Artículos	Total	183	0,5862	0,2655	0,009	10,9092
	Entre	63		0,2648	0,0207	6,9830
	Intra			0,1342	-3,3400	4,5124
AOD^{CT}	Total	183	0,1756	0,2655	0,0007	1,9104
	Entre	63		0,2648	0,0014	1,0621
	Intra			0,1341	-0,7245	1,0758
ln AOD^{CT}	Total	183	-2,8513	1,7027	-7,2456	0,6473
	Entre	63		1,7034	-6,7214	0,0312
	Intra			0,6142	-5,3897	-1,1395
AOD^{CT} · Artículos	Total	183	0,0445	0,0899	0,0001	0,7814
	Entre	63		0,0708	0,0001	0,3863
	Intra			0,0491	-0,1983	0,4396
AOD^{CT} · Gobernabilidad	Total	183	-0,0760	0,1950	-2,2434	0,1254
	Entre	63		0,1811	-1,1721	0,0377
	Intra			0,1217	-1,1473	0,9953
AOD^{CT} · Volcom	Total	183	18,7955	30,4775	0,0952	233,7459
	Entre	63		31,6980	0,1628	132,1072
	Intra			14,8829	-90,2940	127,8849
AOD^{CT} · Tropical	Total	183	14,1311	24,4775	0,0000	191,0367
	Entre	63		24,8196	0,0000	101,0172
	Intra			12,7275	-75,8884	104,1506
AOD^{noCT}	Total	183	5,2930	7,4722	0,0005	52,2513
	Entre	63		7,0265	0,0009	29,5311
	Intra			2,7611	-17,4271	28,0132
ln AOD^{noCT}	Total	183	0,3368	2,1177	-7,6646	3,9561
	Entre	63		2,1641	-7,2067	3,2475
	Intra			0,3920	-1,2793	2,2076
Gobernabilidad	Total	183	-0,3143	0,4147	-1,4490	0,8243
	Entre	63		0,3957	-1,2270	0,6725
	Intra			0,1370	-0,8981	0,4260
Kh	Total	183	1,4314	0,6151	0,1992	4,1162
	Entre	63		0,6376	0,2345	3,5581
	Intra			0,1658	0,7603	2,6662
Gini	Total	183	45,6722	7,9283	30,13	61,7800
	Entre	63		7,4700	30,6788	58,5138
	Intra			2,1440	37,9084	52,5897
Exp petrol	Total	183	11,6156	21,0033	0,0000	94,5871
	Entre	63		22,7763	0,0000	94,5871
	Intra			3,8381	-5,0592	36,6309
Inflación	Total	183	11,7956	21,7611	0,3855	254,0078
	Entre	63		11,3048	0,6624	68,2105
	Intra			17,8202	-51,4828	197,5929