

## LA RELACION EXPORTACIONES – INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLOGICO EN AMERICA LATINA: UN ANALISIS DE DATOS DE PANEL DINAMICO

**MARCOS GREGORIO SANCHEZ CALDERON**

Máster Universitario en Análisis Económico Aplicado,  
Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, [mgsanchez7@espe.edu.ec](mailto:mgsanchez7@espe.edu.ec)

**RAFAEL ANTONIO VIANA BARCELONA**

Ph. D en Economía, Profesor Asociado: Escuela de Economía y  
Administración  
Universidad Industrial de Santander, [raviana@uis.edu.co](mailto:raviana@uis.edu.co)

## RESUMEN

**Objetivo:** El principal propósito de la investigación es estudiar la relación tecnología – exportaciones desde un doble punto de vista: el primero, medir los recursos y los resultados tecnológicos, y el segundo, determinar las variables que son potencialmente responsables de incrementar las actividades exportadoras de los países de América Latina.

**Diseño/Metodología/Abordaje:** Se utiliza un conjunto de variables e indicadores para realizar un análisis exploratorio-descriptivo de los recursos utilizados y los resultados tecnológicos alcanzados en los países analizados. Además se aplica una técnica de estimación econométrica para datos de panel dinámicos denominado Método Generalizado de Momentos.

**Resultados:** De acuerdo con la evidencia empírica se sabe que una mayor intensidad innovadora corresponde mayor probabilidad de exportación, sin embargo, el principal resultado muestra que la baja inversión que los sectores público y privado dedican a las actividades de investigación no contribuye a aumentar el volumen de exportaciones. También se observa que las actividades científicas y tecnológicas presentan enormes diferencias entre los países estudiados.

**Limitaciones del estudio:** La investigación se limita a un estudio de nueve países de América Latina por el período 1990-2013.

**Originalidad/Valor:** La literatura existente aborda el análisis de las actividades de exportación con modelos económicos aplicados a países desarrollados. Este estudio contribuye con evidencia empírica aplicada a países de América Latina sobre un tema tan complejo como es la determinación de los diferentes factores que explican el incremento de las exportaciones, con especial atención en el comportamiento científico y tecnológico de los países de la región.

**Palabras-claves:** Exportaciones. Gasto de I+D. América Latina. Panel dinámico.

# THE EXPORT RELATIONS - RESEARCH AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT IN LATIN AMERICA: AN ANALYSIS OF DYNAMIC PANEL DATA

## ABSTRACT

**Purpose:** The main purpose of the research is to study the technology - exports relationship from a double point of view: first, to measure resources and technological results, and second, to determine the variables that are potentially responsible for increasing the export activities of the countries from Latin America.

**Design/ Methodology/ Approach:** A set of variables and indicators is used to perform an exploratory-descriptive analysis of the resources used and the technological results obtained in the countries analyzed. In addition, an econometric estimation technique is used for dynamic panel data called the Generalized Method of Moments.

**Results:** According to the empirical evidence it is known that a greater innovative intensity corresponds greater export probability; however, the main result shows that the low investment that the public and private sectors dedicate to the research activities does not contribute to increase the Volume of exports. It is also observed that the scientific and technological activities present enormous differences between the countries analyzed.

**Research limitations:** The research is limited to a study of nine Latin American countries for the period 1990-2013.

**Originality/ value:** The existing literature addresses the analysis of export activities with economic models applied to developed countries. This study contributes with empirical evidence applied to Latin American countries on a subject as complex as is determining the different factors that explain the increase of exports, with special attention to the scientific and technological behavior of the countries of the region.

**Keywords:** Exports. R&D. Latin America. Dynamic panel.

## I INTRODUCCION

La ciencia económica siempre ha sido consciente de la importancia de la actividad innovadora, sin embargo, no ha sido hasta finales de los ochentas del siglo XX que se han dado las condiciones para profundizar en su conocimiento. Es así que la literatura reciente sobre competitividad subraya que la investigación y desarrollo tecnológico, a partir de ahora I+D, son los principales motores de la productividad y el crecimiento.

A nivel internacional, los análisis teóricos y empíricos “muestran que las diferencias tecnológicas son un determinante cada vez más importante de los flujos de comercio y que la obtención de mayores cuotas de mercado en los productos exportados está directamente relacionada con el nivel tecnológico del sector en cuestión.” (Sánchez y Vicens, 1994. p.1)

Autores como Hausmann et al. (2005) demuestran que existe una relación directa entre el dinamismo de la demanda internacional, la tecnología incorporada en los bienes de exportación y el crecimiento. Por su parte Avondet y Piñero (2007, p.3) indican que la “actividad de exportación en los países en desarrollo están cambiando en respuesta a los siguientes tres patrones de base tecnológica: la innovación, las capacidades tecnológicas, y la reubicación” de la infraestructura para aprovechar los menores costos de transporte y comunicación.

Cuando se analiza el desarrollo tecnológico de América Latina y el Caribe, autores como Botella y Suarez (2012) señalan que indicadores de resultado o productos, como publicaciones, científicas, patentes y exportaciones de tecnología contribuyen a trazar un panorama de la situación de la I+D. Aunque la evidencia empírica no es totalmente concluyente parece que, para los países en vías de desarrollo, la investigación influye positivamente en la probabilidad exportadora.

En este contexto, el propósito de este estudio es identificar en los países de América Latina ciertos rasgos característicos de las actividades exportadoras, y específicamente intenta medir la influencia que puede tener la I+D en la productividad y en el comercio internacional, empleando como unidad de medida las exportaciones anuales. Para ello se recopiló la información estadística que proporciona el Banco Mundial, la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT), y la base de datos para el análisis de campo a través de los sistemas nacionales, crecimiento y desarrollo (CANA<sup>1</sup>), para el período 1990–2013, para los siguientes países: Argentina, Brasil, Chile, Bolivia, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y

---

<sup>1</sup> Base de datos de panel para el análisis de campo a través de los sistemas nacionales, crecimiento y desarrollo. Elaborado en la Universidad Complutense de Madrid por Castellacci Fulvio y Natera José Miguel (2011). Las variables se encuentran agrupadas en seis temas: Innovación y capacidad tecnológica; Competitividad económica; Sistema educativo y capital humano; Infraestructura; Políticas y sistema institucional; y Capital social.

Uruguay, excluyendo del análisis a Venezuela debido a que no se dispuso de la información específica necesaria sobre el tema.

El estudio se ha estructurado de la siguiente forma. En el segundo apartado, se construyeron indicadores sobre recursos y resultados de I+D, lo que permite medir la intensidad de las actividades tecnológicas de la región e identificar las diferencias intrarregionales. En el tercer apartado, utilizando un panel de datos y mediante una estimación econométrica, se midió la influencia que tiene el gasto de I+D sobre la actividad exportadora, de forma que el resultado obtenido permite identificar las variables condicionantes de las variaciones en los volúmenes de exportación de los países de América Latina. Finalmente, en el cuarto apartado se presenta las conclusiones generales del estudio.

## **2 RELACION ENTRE RECURSOS Y RESULTADOS DE LA I+D EN AMERICA LATINA**

El continente americano ha sido definido, sino como el más pobre, sí como el segundo más desigual en el contexto mundial, por lo que analizar su dinámica con relación a la temática de la I+D no es una labor simple, ya que es un proceso que depende de diversos factores (institucionales, estructuras productivas, capital humano, redes sociales, geografía o cultura); motivo por el cual el presente estudio se limita al espacio concreto de América Latina.

Según información del Banco Mundial, la inversión a nivel mundial en I+D para el año 2013 fue del 2,12% del Producto Interior Bruto (PIB en adelante), mientras que en América Latina se invirtió apenas el 0,82% del PIB, colocando a la región en una clara desventaja comparativa debido a su escaso desarrollo científico.

Dicho esto, y con la intención de estudiar las características de la I+D en los países de América Latina se construye una base con información estadística que proviene de diversos organismos, el Banco Mundial, la RICYT y el conjunto de datos CANA, estructurando un panel de datos por el período 1990-2013 (valorado en millones de dólares a precios constantes de 2005), para nueve países de la región (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y Uruguay), quedando fuera Venezuela, dada la imposibilidad de disponer de la información estadística sobre I+D como campo autónomo.

La metodología que se utiliza para abordar la presente investigación, se relaciona con los aportes que han realizado autores como Coronado y Acosta (1999) y Borondo (2008), en los cuales señalan que es necesario disponer de *inputs* –recursos– para generar el *output* –resultados– que en este caso son las innovaciones; esta información permite medir la frecuencia e intensidad del gasto en actividades de I+D, así como resaltar los posibles desequilibrios y capacidades

tecnológicas que dispone cada país; para cumplir este cometido se utilizan las siguientes variables e indicadores construidos para el efecto:

*Inputs:* gasto de I+D como porcentaje del PIB; intensidad del gasto de I+D con relación a las exportaciones FOB<sup>2</sup>; b) número de investigadores (personas que se dedican a tiempo completo a investigar) y graduados de primer nivel universitario por cada 3.000 personas de la Población Económicamente Activa (PEA en adelante); y, importaciones de bienes tecnológicos.

*Output:* intensidad del gasto de I+D con relación a las patentes y a las marcas; registradas; y, número de publicaciones en revistas científicas y técnicas.

Desde el lado de los *inputs* (Tabla 1), la concentración del gasto de I+D en promedio para el periodo 1990-2013 refleja una asimétrica distribución espacial de las actividades. Al analizar el gasto de I+D se observa que Brasil invierte el 0,97% liderando la región, Chile y Argentina le siguen muy por detrás con 0,52% y 0,45% respectivamente, mientras que el resto de países no superan en promedio el 0,20%.

Tabla 1 – Características Tecnológicas (*Inputs*) 1990-2013

País	Gasto de I+D (% del PIB)	Gasto de I+D / Exportaciones de Bienes y Servicios (Millones US\$)	Investigadores por cada 3.000 de la PEA	Importaciones de bienes de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) <sup>1</sup>
Argentina	0,451	3.57	8,90	10,08
Bolivia	0,293	1.17	1,31	5,29
Brasil	0,976	9.25	4,57	11,57
Chile	0,521	1.61	4,82	8,96
Colombia	0,220	1.32	1,49	10,40
Ecuador	0,157	0.58	0,74	8,68
Paraguay	0,169	0.32	0,54	12,32
Perú	0,127	0.63	0,26	8,76
Uruguay	0,289	1.26	6,06	5,48

Nota: 1. Porcentaje del total de importaciones de bienes.

Fuente: Elaboración propia. Los datos están tomados del Banco Mundial, RYCIT y CANA.

La intensidad del gasto de I+D con relación a las exportaciones presenta una tendencia similar, Brasil destina aproximadamente el 9,2% del valor de sus exportaciones para actividades

<sup>2</sup> Free On Board (Franco a bordo). Término de comercio internacional en el transporte de mercancías.

científicas y tecnológicas, mientras que Argentina destina el 3,5%, y los otros países destinan apenas un 1% en promedio de sus exportaciones para estas actividades.

En cuanto al número de investigadores a tiempo completo, los países de Argentina, Uruguay, Chile y Brasil cuentan en promedio con seis investigadores por cada 3.000 personas de la PEA, mientras que el resto de países disponen aproximadamente de un investigador por cada 3.000 personas de la PEA. Finalmente, la mayor cantidad de importaciones de bienes tecnológicos en promedio lo realizan Paraguay, Brasil, Colombia y Argentina con el 12,32%, 11,57%, 10,40% y 10,08%, respectivamente, con relación al total de las importaciones.

Por el lado de los *outputs* (Tabla 2), se aprecia nuevamente una fuerte polarización. Brasil concentran el mayor gasto de I+D por número de patentes y de marcas, con el 30,6% y 56,5%, respectivamente, Chile y Argentina les siguen con participaciones porcentuales conjuntas que apenas superan el 20% en cada actividad. En lo que se refiere al número de artículos en revistas científicas y técnicas publicadas (por cada millón de la PEA), Chile y Argentina son los países más eficientes con 199 y 170 artículos publicados, respectivamente.

**Tabla 2 – Características Tecnológicas (*Outputs*) 1990-2013**

País	Gasto I+D / Total de solicitudes patentes <sup>1</sup>		Gasto I+D / Total de solicitudes marcas <sup>2</sup>		Artículos en publicaciones científicas y técnicas por cada millón de la PEA	
	Dólares	%	Dólares	%	Número	%
Argentina	92.844	10,66	6.991	9,20	170	28,07
Bolivia	64.093	7,36	2.502	3,29	9	1,42
Brasil	267.073	30,66	42.981	56,56	84	13,87
Chile	105.923	12,16	7.697	10,13	199	32,96
Colombia	102.739	11,79	7.458	9,82	19	3,17
Ecuador	83.193	9,55	2.343	3,08	7	1,19
Paraguay	34.111	3,92	439	0,58	3	0,53
Perú	67.156	7,71	2.685	3,53	8	1,38
Uruguay	53.941	6,19	2.891	3,81	105	17,41
Suman:	871.072	100,00	75.988	100,00	604	100,00

Notas:

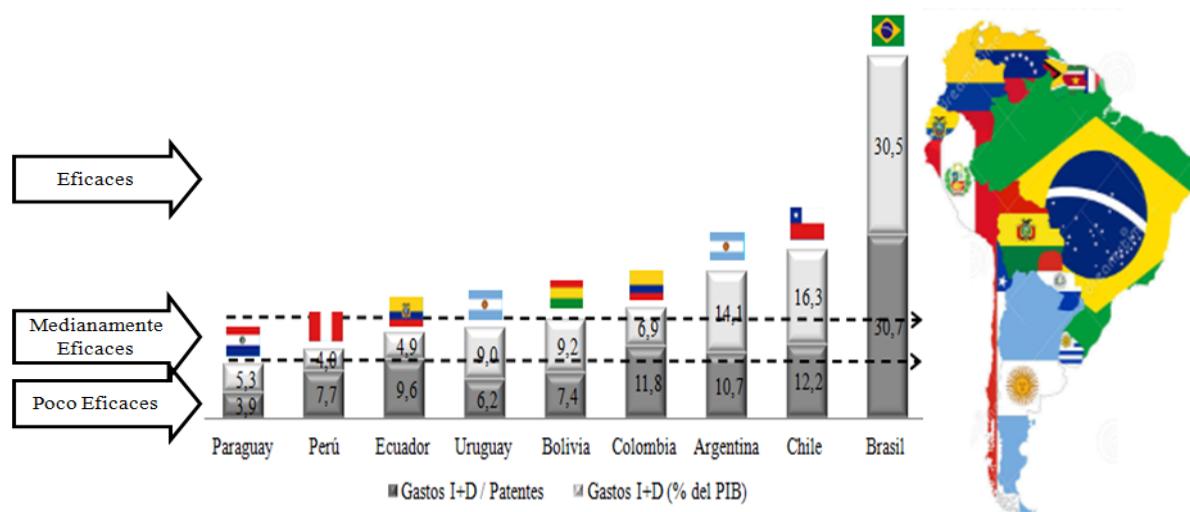
1. Total de solicitudes de patente (presentación directa y entradas en la fase nacional del Tratado de Cooperación en materia de Patentes PCT).
2. Total de solicitudes de marca (presentación directa).

Fuente: Elaboración propia. Los datos están tomados del Banco Mundial, RYCIT y CANA.

Apoyado en la regularidad y uniformidad que muestran las estadísticas de patentes, que “hacen de ellas un buen instrumento para estimar las diferencias innovadoras entre sectores y países” (Coronado y Acosta, 1999, p.104) y en el gasto de I+D, se clasificó a los países de la

región en tres grupos desde el punto de vista tecnológico: Eficaces, aquellos que cuentan con recursos (gasto de I+D y personal que se dedica a las actividades de I+D) y resultados (número de artículos científicos, marcas y patentes); esto les permiten ubicarse sobre el percentil<sup>3</sup> 75 (Brasil y Chile); Medianamente Eficaces, aquellos países con una evolución positiva en términos de crecimiento tecnológico, situándose entre los percentiles 50 y 75 (Argentina y Colombia); y Poco Eficaces, los países con baja eficacia de los esfuerzos por innovar –patentamiento, registro de marcas y número de artículos científicos– (Bolivia, Ecuador, Perú, Paraguay y Uruguay), ubicándose por debajo del percentil 25; ver Figura 1.

Figura 1 – Clasificación Tecnológica en América Latina 1990-2013



Fuente: Elaboración propia. Los datos están tomados del Banco Mundial, RYCIT y CANA.

### 3 RELACION ENTRE LAS ACTIVIDADES DE I+D Y LAS EXPORTACIONES EN AMERICA LATINA

Con el propósito de tener una visión complementaria al análisis realizado en el apartado anterior sobre los *inputs* y *outputs*, se pretende probar que las actividades científicas y tecnológicas son aspectos explicativos fundamentales de las actividades exportadoras de los países.

Para la selección de las variables que se utilizan en este estudio, se toma en consideración el aporte de las referencias bibliográficas; siendo el trabajo de Estrada, Heijs y Buesa (2006) es el que más se asemeja al objetivo de este estudio, debido a que indica que las variables con el mayor poder discriminante para alcanzar los estándares internacionales del mercado mundial son: la

<sup>3</sup> El percentil es una medida de tendencia central usada en estadística que indica, una vez ordenados los datos de menor a mayor, el valor de la variable por debajo del cual se encuentra un porcentaje dado de observaciones en un grupo de observaciones.

conducta innovadora (esfuerzo de I+D, contratación de servicios tecnológicos y el número de investigadores), recurso humano altamente calificado, tamaño de la empresa, y presencia de capital extranjero; y, por tanto, son requisitos necesarios, aunque no exclusivos, para aumentar la probabilidad exportadora.

### 3.1 BASE DE DATOS Y DESCRIPCION DE LAS VARIABLES

Como ya se mencionó anteriormente, el panel de datos está formado por nueve países, abarca un periodo de 23 años (1990–2013), e incluye un conjunto de variables que pretenden ser factores potencialmente explicativos de la conducta exportadora.

Con el fin de capturar efectos proporcionales, algunas de las variables de control utilizadas se especifican en logaritmo natural o raíz cuadrada. Adicionalmente, y como paso previo a la estimación econométrica se realizó un análisis estadístico del tipo factorial que permite seleccionar las variables acorde al poder explicativo de cada una de ellas y la agrupación de las mismas. Véase el apéndice I para las definiciones, estadísticas descriptivas y las fuentes de las variables utilizadas en el panel.

A continuación se describen sus principales características:

En primer lugar, se tiene la información de la variable relacionada con el volumen de exportaciones, esta se constituye en la variable dependiente del modelo econométrico que se estima posteriormente.

En segundo lugar, está un grupo de variables independientes exógenas, y son aquellas que vienen determinadas desde fuera del modelo, es decir, no tienen relación con el resto de las variables, y por tanto, no existe correlación entre los errores de la variable y los del modelo, su  $\text{Cov}(x_i, \epsilon) = 0$ ; en este grupo están:

- Gasto de I+D, pretenden medir la conducta innovadora de un país, la diferenciación tecnológica se normaliza por el volumen de las exportaciones. El modelo empírico convencional muestra que a mayor intensidad innovadora aumenta la probabilidad exportadora, por lo que, se espera que un país exporte con más frecuencia si lleva a cabo actividades de I+D.
- Patentes (derechos exclusivos sobre un invento), pueden ser una medida que: a) represente el componente innovador y los recursos humanos altamente calificados, b) represente recursos necesarios para competir en los mercados de exportación, y c) facilite alcanzar los estándares internacionales en el mercado mundial. Por lo que se espera una relación positiva entre esta variable y la actividad exportadora.

- Capital extranjero, se espera que la participación del capital extranjero esté ligada a mayores ventas en los mercados exteriores; en el estudio de Estrada, Heijs y Buesa (como se citó en Van Dijk, 2002) se confirma que existe un impacto positivo de la inversión en capital sobre la exportación en sectores de alta y media tecnología.

En tercer lugar, se encuentra el grupo de variables denominadas independientes endógenas, y son aquellas que están determinadas dentro del modelo, es decir existe causalidad en ambos sentidos, su  $\text{Cov}(x_1, \epsilon) \neq 0$ ; estas variables son:

- PIB, es un indicador que puede ayudar a determinar fácilmente el tamaño de una economía, y también puede ser un factor que facilite las exportaciones al permitir el aprovechamiento de economías de escala, o la financiación de sus recursos a un menor coste, por lo que se espera tener una relación positiva con la actividad exportadora.
- Variable de convergencia, es un caso especial, ya que esta variable es un indicador de las exportaciones de períodos anteriores, si el coeficiente de la estimación es negativo y significativo implica que las exportaciones de los países más pobres crecen más rápido y por lo tanto el proceso de convergencia se producirá más rápidamente que en los países ricos, por el contrario, si el signo es positivo y significativo, significa que las exportaciones de los países más ricos crecen más rápido y habría divergencia. Por último, si el coeficiente se presenta no significativo quiere decir que las exportaciones de todos los países crecen igual.
- Importaciones de bienes y servicios. Merino y Suárez (1999) comenta:

La hipótesis que se ha planteado en numerosas ocasiones para explicar el comportamiento de las exportaciones españolas ha sido la siguiente: en épocas de aceleración de la demanda interna, los exportadores reducen sus ventas en el exterior al atender prioritariamente el mercado interior, por el contrario, en períodos de debilidad de la demanda interna, las empresas intentan dar salida a su producción en el extranjero. Para poder evaluar la existencia de este comportamiento se ha utilizado la situación del mercado como posible factor explicativo, esperándose una relación negativa entre las exportaciones y el comportamiento del mercado interior. (p.4).

### 3.2 MODELO ECONOMETRICO Y METODO DE ESTIMACION

Para medir el posible efecto de las variables sobre las exportaciones se procede con la estimación mediante un modelo de datos de panel con la siguiente forma:

$$Y_{it} = \beta_1 Y_{i,t-1} + \beta_2 X_{it} + \beta_3 W_{i,t-1} + \alpha_i + \epsilon_{it} \quad [1]$$

$$i = 1, \dots, 9; \quad t = 1990, \dots, 2013$$

donde  $i$  se refiere a los nueve países de América Latina y  $t$  a los años del periodo 1990–2013. La variable dependiente  $Y_{it}$  es algún indicador nacional de las exportaciones (exportaciones de bienes y servicios expresada en millones de dólares – US\$ a precios constantes de 2005);  $Y_{i,t-1}$  es la

variable dependiente retardada un año<sup>4</sup>;  $X_{it}$  es un vector de variables explicativas estrictamente exógenas (recoge el gasto de I+D en millones de dólares – US\$ a precios constantes de 2005, la inversión extranjera directa tomada de la balanza de pagos – US\$ a precios actuales, y el total de solicitudes de patentes (presentación directa y entradas en la fase nacional del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT));  $W_{it-1}$  recoge las variables endógenas retardadas un año (importaciones de bienes y servicios expresada en millones de dólares, y el PIB expresado en niveles, ambas variables, en US\$ a precios constantes de 2005); finalmente,  $a_i$  y  $\varepsilon_{it}$  son dos componentes del error ( $a_i$  es el efecto fijo inobservado de cada país, y  $\varepsilon_{it}$  es el término de error idiosincrásico de la ecuación).

El criterio con el que se justifica elegir el método de estimación econométrico tiene que ver con la dificultad de tratar adecuadamente el problema de la endogeneidad<sup>5</sup>. Para solucionar este problema se utiliza el Método Generalizado de Momentos (MGM), que es una extensión más eficiente de Mínimos Cuadrados Ordinarios, y se aplica la técnica de estimación para Modelos de Datos de Panel Dinámicos, que incorpora en el modelo una estructura endógena, mediante la integración de efectos pasados a través de variables instrumentales.<sup>6</sup>

El panel está formado por datos macro y por tanto, tiene un número pequeño de individuos ( $n=9$ ) y un número relativamente grande de periodos ( $t=24$ ), lo que genera una tendencia a la proliferación de instrumentos y puede generar sobreidentificación. Por este motivo, fue necesario incluir restricciones adicionales<sup>7</sup> en el modelo para que se cree un instrumento por cada variable y por cada restricción (lag), en vez de uno por cada periodo de tiempo, variable y lag.

### 3.3 RESULTADOS

El resultado de la estimación y cómo algunas variables intentan explicar la conducta exportadora de los países de América Latina (1990–2013) se presenta en la Tabla 3, es de especial

<sup>4</sup> En modelos dinámicos la variable endógena retardada tiene habitualmente un poder explicativo superior que el resto de las variables independientes, puede incluir en este caso, inercias o persistencias de las exportaciones, por lo cual, el tratamiento de sus restricciones por separado, se hace aún más necesario. (Labra y Torrecillas, 2014 p.55).

<sup>5</sup> La endogeneidad es causada principalmente por la correlación del retardo de la variable dependiente  $Y_{t-1}$  con el término de error. Adicionalmente, las variables explicativas y el efecto fijo inobservado de cada país ( $a$ ) también pueden estar correlacionadas.

<sup>6</sup> Para la estimación se utiliza el comando xtabond2 (Desarrollado por Roodman (2006) utiliza ecuaciones con variables en niveles y en diferencias para instrumentalizar las variables endógenas) disponible en Stata que permite utilizar en su sintaxis tanto la estimación con instrumentos en diferencias y en niveles, lo cual incrementa el tamaño de la matriz (sistema de ecuaciones) y el número de instrumentos por cada variable, por este motivo “se recomienda el uso de bases de datos con un número de individuos ( $n$ ) grande y un período de tiempo ( $t$ ) pequeño” (Labra y Torrecillas, 2014, p.11).

<sup>7</sup> Collapso es otra técnica utilizada con el comando xtabond2 para reducir el número de instrumentos, es conocida como la técnica del colapso de instrumentos explicada en detalle por Roodman (2006). Esta consiste en combinar instrumentos en pequeños subconjuntos donde los instrumentos aumentan de manera lineal con el número de observaciones temporales.

interés, el estudio del comportamiento del gasto de investigación y desarrollo tecnológico en los países de la región. Para contrastar que la estimación es consistente y se justifica la utilización de un modelo dinámico, que emplee retardos en diferencias o niveles como instrumentos, se obliga que las siguientes pruebas tengan respaldo estadístico (a través de los test que correspondan):

- a. Cuando hay pocos individuos en un panel es más probable la existencia de sobre identificación en el modelo, lo que genera un estadístico Sargan/Hansen débil. La regla es tener un número de instrumentos igual o menor al número de grupos de individuos; esta condición se cumple en el modelo.
- b. Se ha calculado el contraste de Arellano y Bond para verificar la ausencia (como hipótesis nula) de correlación serial de primer y segundo orden de los residuos.
- c. Se ha obtenido el estadístico de Hansen para verificar la validez de las restricciones de sobre identificación (como hipótesis nula), en otras palabras, si el número de instrumentos es óptimo para el modelo.
- d. La prueba de Wald señala que el modelo está correctamente estimado y que las variables en conjunto explican adecuadamente la variable dependiente.

En el caso de los literales b. y c. se aceptan ambas hipótesis, esto significa que el modelo estimado está correctamente especificado y los coeficientes son eficientes y asintóticamente robustos en presencia de heterocedasticidad.

Por una parte, el resultado de la estimación muestra que las variables: Importaciones, PIB, Inversión extranjera directa, y patentes, presentan coeficientes con signos positivos y son estadísticamente significativas, por lo que dichas variables produjeron un incremento significativo (aunque no muy grande) del volumen de las exportaciones: un aumento de un punto porcentual en el volumen de la demanda interna, en el monto del producto interior bruto, en el volumen de la inversión extranjera, y en el número de patentes, habría llevado a un incremento de 0,99, 0,011, 0,016 y 0,34 puntos porcentuales, respectivamente, en el volumen de exportación de los países de América Latina por el periodo 1990–2013.

**Tabla 3** – Resultado de la estimación.

Variable dependiente: exportaciones de bienes y servicios de bines y servicios (millones de dólares - US\$ a precios constantes de 2005), 1990-2013

	Retardos de las variables endógenas como instrumentos		
	Coef.	R.S.E.	Sign.
Exportación de Bienes y Servicios (t-3)	0,995	0,051	***
Importación de Bienes y Servicios (t-3)	0,247	0,083	***
R2 (PIB) (t-1)	0,011	0,003	***
Ln (Gasto I+D)	-207,885	117,939	*
R2 (Inversión Extranjera)	0,016	0,005	***
Patentes	0,348	0,086	***
Constante	-249,436	333,155	
Arellano y Bond, test de ausencia de correlación serial			
De primer orden [Ar(1)]		$z = -1,33$	$Pr>z = 0,183$
De segundo orden [Ar(2)]		$z = 0,56$	$Pr>z = 0,572$
Observaciones		207	
Número de grupos		9	
Número de instrumentos		9	

\*\*\*, \*\* y \* indican que el coeficiente de la variable correspondiente es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 1, 5 y 10 por ciento, respectivamente. (t-n) indica que la variable tiene algún retardo.

#### Notas:

Los errores estándar se han estimado de manera robusta (R.S.E.). Los residuos sobre los que se realiza el contraste de Arellano y Bond son en primeras diferencias y muestra que existe autocorrelación serial de los errores en el orden 2 [Ar (2)]. En la estimación se ha realizado el contraste de Hansen, aceptándose la hipótesis nula que los instrumentos son válidos. La estimación proporciona los grados de libertad del contraste que son el número de restricciones de sobre identificación.

Al utilizar MGM se identifica los instrumentos adecuados para la variable endógena (exportaciones), así como para las regresoras: importaciones, que utiliza tres retardos y solo ecuaciones en diferencias; y, PIB que usa un retardo y solo ecuaciones en niveles. La expresión *ln* previa al nombre de la variable indica que está transformada en logaritmos, y R2 previa al nombre indica que está transformada a una raíz cuadrada.

---

Por otra parte, la variable dependiente rezagada se presenta con signo negativo y es estadísticamente significativa; según este resultado, los países clasificados como eficaces en sentido tecnológico habrían incrementado los volúmenes de exportación con mayor rapidez que aquellos países poco eficaces tecnológicamente, consecuentemente, en el período de estudio se ha incrementado la divergencia entre los países de la región.

Finalmente, la variable Gasto de Investigación y Desarrollo Tecnológico no parece tener impacto alguno sobre los volúmenes de las exportaciones en el período analizado; presenta

coeficiente con signo negativo y es estadísticamente significativa al 10 por ciento. Cabe indicar, que en estimaciones (no mostradas) incrementos en el monto del gasto de I+D próximos al 100 por ciento no alteran el comportamiento de la variable, por tanto, la inversión en tecnología es aún incipiente en los países de América Latina al punto que no influye en una mejora de la capacidad exportadora de la región.

Este resultado no se lo toma como casual si se tienen en cuenta tres hechos. Primero, la inversión en investigación científica y desarrollo tecnológico como porcentaje del PIB, según el Banco Mundial, para el año 2013 se ubica en el 2,12% a nivel planetario, mientras que en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) fue del 2,42%, y en América Latina (9 países que forman parte del estudio) representó en promedio apenas el 0,46%, situando a los países de la región en una clara desventaja comparativa debido a su escaso desarrollo científico.

Segundo, la financiación de la I+D en la región actualmente se realiza mayoritariamente con fondos públicos, mientras que en la mayoría de los países desarrollados, el sector privado es quién financia las actividades de I+D, según Lemarchand (2010) en América del Norte el 60% de esas actividades se subvencionan con capitales privados, en Europa ese porcentaje se cifra en un 50%, y en América Latina y el Caribe oscila alrededor del 30%.

Tercero, las exportaciones que han generado los mayores recursos en los países de América Latina tradicionalmente han sido las materias primas agrícolas, minerales y metales. En el periodo de estudio, se aprecia que no hay un cambio en la estructura exportadora de la región, al parecer la carencia de innovación en las empresas repercute en la poca diversificación de los productos, disminución de la eficiencia, aumento de costos, desconfianza de fuentes alternativas de inversión, y la dificultad de acceder a nuevos mercados.

## 4 CONCLUSIONES

Como resultado del estudio se ha puesto claramente de relieve que la distribución regional del gasto de I+D se encuentra concentrado en Brasil, Argentina y Chile, mientras que el resto de países tienen participaciones muy reducidas. Consecuencia de la polarización evidenciada, se ha dividido a los países de la región en tres grupos desde el punto de vista tecnológico: Eficaces, aquellos países que se encuentran más desarrollados tanto desde el punto de vista de los recursos como de los resultados innovadores (Brasil y Chile); Poco Eficaces en sentido tecnológico, con necesidades apremiantes de recursos financieros y vulnerables debido a su escaso desarrollo científico y deficiencias en el resto de factores determinantes de la competitividad: mala calidad de infraestructuras, dependencia de sectores productivos tradicionales, carencia de una mano de

obra especializada, etcétera (Bolivia, Ecuador, Paraguay, Perú y Uruguay); y, el resto de países (Argentina y Colombia) están agrupados bajo la denominación de Medianamente Eficaces.

Una vez identificadas las regiones menos avanzadas en sentido tecnológico, corresponde a los planificadores y gobernantes nacionales y regionales diseñar políticas claras y graduales para promover la creación y consolidación de sistemas de investigación científica y tecnológica en estos países. Al mejorar el potencial científico se generará nuevos productos, nuevos procesos y nuevas formas de organizar la producción, y como resultado, la estructura de la economía y de la sociedad cambiarían cuantitativa y cualitativamente, logrando una mayor inclusión social y una distribución más equitativa del ingreso, elementos bases para un crecimiento sostenido.

Los modelos teóricos como los analizados por Estrada, Heijs y Buesa (2006) sugieren que el gasto de I+D tiene una influencia positiva en el volumen de exportación. El estudio realizado en este artículo a partir de un panel de datos con información agregada para nueve países de América Latina puede entrar en conflicto con los resultados que se encuentra en la literatura empírica, debido a que la actividad científica y tecnológica no se muestra como potencialmente explicativa de la actividad exportadora en el periodo 1990–2013. En cuanto al resultado de las otras variables, la inversión extranjera directa, el PIB, las importaciones (efecto inverso), y las solicitudes de patentes, si contribuyen decisivamente en la evolución de esta actividad.

Este resultado no debe sorprender, ya que el dinamismo científico de la región es exiguo en comparación con las economías más avanzadas, debido principalmente a la escasa inversión de I+D que se realiza actualmente, y como consecuencia, la mayoría de las exportaciones de las empresas de América Latina se caracterizan por concentrar productos y procesos con bajo contenido innovador, además, muestran un sesgo marcado hacia la adquisición de tecnología (sobre todo en maquinarias, equipos y programas y equipos informáticos) y pocos esfuerzos internos de aprendizaje.

Para corregir este escenario, es preciso emprender en un cambio estructural en la generación del conocimiento, esto permitirá que los países se alejen de las exportaciones primarias hacia productos con un mayor contenido tecnológico; se vuelve necesario que para los próximos años los sectores público y privado destinen mayores recursos (esfuerzo presupuestario) para la financiación de la I+D y participen de manera complementaria, además se debe estimular la creación de redes productivas (intensivas en tecnología) y de servicios articulados en torno a las exportaciones, estas acciones permitirán incrementar gradualmente el componente tecnológico en la producción de bienes y servicios.

En conclusión, si la región no construye políticas gubernamentales a mediano y largo plazo (duración mínima de 10 o 15 años) y aumenta la inversión en actividades de ciencia y tecnología,

no se podrá consolidar la relación entre exportaciones y gasto de I+D, y el camino hacia un crecimiento económico robusto y sostenido parece aún lejano.

## REFERENCIAS

- Arellano, M. (1990). La econometría de datos de panel. *Investigaciones Económicas* (Segunda época), 1, 3-45.
- Avondet, L., y Piñero, F. (2007). Comercio internacional y competitividad en la sociedad del conocimiento. *Contribuciones a la Economía*, 1-27.
- Banco Mundial. (2016). Indicadores Ciencia y Tecnología. Recuperado el 20 dic 2015, de <http://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia>.
- Borondo, C. (2008). La innovación en la literatura reciente del crecimiento endógeno. *Principios*, 12, 12-42.
- Botella, C., y Suárez, I. (2012). Innovación para el desarrollo en América Latina: Una aproximación desde la Cooperación internacional. *Fundación Carolina*, 78, 1-81.
- Buesa, M., Martínez, M., Heijs, J., y Baumert, T. (2002). Los sistemas regionales de innovación en España. Una tipología basada en indicadores económicos. *Instituto de Análisis Industrial y Financiero de la Universidad Complutense*, 347, 15-32.
- Calvo, J. (2002). Innovación Tecnológica y Convergencia regional ¿Se amplía o se cierra la brecha tecnológica entre las comunidades autónomas españolas? *Instituto de Análisis Industrial y Financiero de la Universidad Complutense*, 347, 33-40.
- Castellacci, F. y Natera, J. M. (2011). A new panel dataset for cross-country analyses of national systems and development (CANA). *Innovation and Development*, 1 (2), 205-226.
- CANA. (2011). Dataset. Recuperado el 25 may 2014, de <http://eprints.ucm.es/12645/>.
- CEPAL. (2005). *Comercio Internacional de Servicios en América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- . (2008). *La transformación productiva 20 años después. Viejos problemas, nuevas oportunidades*, Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Coronado, D., y Acosta, M. (1999). Innovación tecnológica y desarrollo regional. *Información Comercial Española*, 781, 103-116.
- De Hoyos, R. (2005). Introducción a Stata. Clase 1: Funciones Básicas. *University of Cambridge*, 1-11.
- Estrada, S., Buesa, M., y Heijs, J. (2006). Innovación y comercio internacional: Una relación no lineal. *Información Comercial Española*, 830, 83-107.
- Feenstra, R., y Taylor, A. (2011). *Comercio Internacional*. Barcelona, España: Reverté.
- Hausmann, R., Hwang, J., y Rodrik, D. (2005). ¿What you export matters? *Bread Working Paper*, 108, 1-24.
- Labra, R., y Torrecillas, C. (2014). Guía CERO para datos de panel. Un enfoque práctico. *UAM-Accenture Working Paper*, 16, 1-61.
- Lemarchand, E. (ed.) (2010). Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe, *UNESCO*, Montevideo, 1, 1-325.
- Merino, F., y Suárez, C. (1999). La apertura a los mercados internacionales de las empresas de la Comunidad Valenciana. *Información Comercial Española*, 2631, 17-23.

Montero, R. (2005). Test de Hausman. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada, *Universidad de Granada*. España, 1-3.

Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana. (2016). Indicadores. Recuperado de <http://www.ricyt.org/indicadores>.

Roodman, D. (2006). How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. *Center for Global Development working paper*, (103).

Romero, D., Sanz, J. y Coronado, D. (2007). Eficacia de los incentivos fiscales a la inversión en I+D en España en los años noventa. *Revista de Economía Pública*, 183(4), 93-32.

Sánchez, M., y Vicens, J. (1994). Competitividad exterior y desarrollo tecnológico. *Información Comercial Española*, 726, 99-115.

Van Dijk, M. (2002). The Determinants of Export Performance in Developing Countries: The Case of Indonesian Manufacturing, *Eindhoven Centre for Innovation Studies Working Paper*, 02.01.

APENDICE I. ESTADISTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS VARIABLES INCLUIDAS EN LA ESTIMACION. PERIODO 1990-2013.

	1990 - 2013		Fuente / Página Web		
	Media	Desviación típica	CANA <sup>6</sup>	RICYT <sup>7</sup>	Banco Mundial
<b>Variables dependiente</b>					
Exportaciones de Bienes y Servicios <sup>1</sup>	11.877,30	15.970,57	<a href="http://eprints.ucm.es/12645/">http://eprints.ucm.es/12645/</a>		<a href="http://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia">http://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia</a>
<b>Variables independientes exógenas</b>					
Gastos en investigación y desarrollo tecnológico (I+D) <sup>1-4</sup>	4,22	2,08	<a href="http://eprints.ucm.es/12645/">http://eprints.ucm.es/12645/</a>	<a href="http://www.ricyt.org/indicadores">http://www.ricyt.org/indicadores</a>	<a href="http://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia">http://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia</a>
Inversión extranjera directa <sup>2-5</sup>	56.024,09	52.587,07	<a href="http://eprints.ucm.es/12645/">http://eprints.ucm.es/12645/</a>		<a href="http://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia">http://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia</a>
Patentes <sup>3</sup>	3.079,38	5.697,64	<a href="http://eprints.ucm.es/12645/">http://eprints.ucm.es/12645/</a>	<a href="http://www.ricyt.org/indicadores">http://www.ricyt.org/indicadores</a>	<a href="http://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia">http://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia</a>
<b>Variables independientes endógenas</b>					
Importaciones de Bienes y Servicios	11.653,92	15.970,57	<a href="http://eprints.ucm.es/12645/">http://eprints.ucm.es/12645/</a>		<a href="http://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia">http://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia</a>
Producto Interior Bruto (PIB) <sup>1-5</sup>	214.584,67	175.060,76	<a href="http://eprints.ucm.es/12645/">http://eprints.ucm.es/12645/</a>		<a href="http://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia">http://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia</a>

Notas:

<sup>1</sup> Variable expresada en millones de US\$ (US\$ a precios constantes de 2005).

<sup>2</sup> Variable representa la entrada neta de capital, tomada de la balanza de pagos (US\$ a precios actuales).

<sup>3</sup> Variable representa el total de solicitudes de patente (presentación directa y entradas en la fase nacional del PCT).

<sup>4</sup> Variable transformada a logaritmo.

<sup>5</sup> Variable transformada a una raíz cuadrada.

<sup>6</sup> Es un conjunto de datos de panel para el análisis de campo a través de los sistemas nacionales, crecimiento y desarrollo. Fue elaborado en la Universidad Complutense de Madrid por Castellacci Fulvio y Natera José Miguel (2011). Las variables se encuentran agrupadas en seis temas: Innovación y capacidad tecnológica; Competitividad económica; Sistema educativo y capital humano; Infraestructura; Políticas y sistema institucional; y Capital social.

<sup>7</sup> Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana.