

# **PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES Y CICLO ECONÓMICO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: ANÁLISIS DE CAUSALIDAD Y DETERMINACIÓN DE CANALES\***

## **TOTAL FACTORS PRODUCTIVITY AND ECONOMIC CYCLE IN LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN: CAUSALITY ANALYSIS AND CHANNEL DETERMINATION**

Cristian Rabanal<sup>o</sup>

### **Resumen**

En este trabajo presenta se evidencia de un grupo de 15 países de América Latina y el Caribe, para el periodo 1995-2015, sobre un antiguo debate vinculado a la relación causal entre el ciclo económico y la productividad total de los factores (PTF). Asimismo, se analiza el impacto de los canales por los que las mejoras tecnológicas puede tener lugar: la inversión extranjera directa (IED) y el grado de apertura comercial. Los resultados muestran una causación conjunta del ciclo y el crecimiento de la PTF cuando se consideran un rezago, y solo desde el ciclo al crecimiento de la PTF cuando dos rezagos son tenidos en cuenta. Otros resultados significativos fueron el crecimiento del capital no ligado a las TIC y el crecimiento del capital TIC como causa de las variaciones en las PTF.

### **Palabras clave**

Crecimiento de la Productividad Total de los Factores, ciclo económico, causalidad, fuentes de crecimiento.

### **Abstract**

This paper shows evidence on an old debate linked to the causal relationship between the business cycle and total factor productivity (TFP) for a group of 15 countries of Latin America and the Caribbean, from 1995 through 2015. The impact of the channels by which technological improvements can take place is also analyzed: foreign direct investment (FDI) and the degree of trade openness. The results show a joint causation of the cycle and TFP growth when a lag is considered and only from the cycle to the TFP growth when two lags are taken into account. Other significant results were the growth of capital that is not linked to ICT's and the ICT capital growth as a cause of TFP variations.

### **Key words**

Total Factor Productivity Growth, Growth Cycle, Causality, Sources of Growth.

**Clasificación J.E.L:** E32, C33, O47, O54.

\* Artículo recibido el 15-03-2017 y aprobado el 20-06-2017.

<sup>o</sup> Doctor en Economía. Becario Postdoctoral del CONICET. Profesor en la Universidad Nacional de Villa Mercedes (UNViMe). Correo electrónico: cristianrabanal@conicet.gov.ar y cristianrabanal@yahoo.com.ar.

## Introducción

Una de las controversias más importantes entre los estudiosos de las fluctuaciones cíclicas, ha sido la relación entre la Productividad Total de los Factores (PTF) y el ciclo económico. Por un lado, los defensores de la teoría de los Ciclos Económicos Reales (*Real Business Cycles*) han vaticinado una relación positiva entre la variación de la PTF y el ciclo económico (Hall, 1987; Krugman & Wells, 2007). Concretamente, se ha postulado que las variaciones de la PTF permiten anticipar el ciclo, siendo una de las causas del mismo. Desde esta perspectiva, las fluctuaciones económicas son resultado de los *shocks* aleatorios en la tecnología, los cuales pueden ser positivos o negativos (King & Plosser, 1994). Adicionalmente, tal perspectiva considera que dichos *shocks* son los que determinan el crecimiento en el largo plazo.

Desde el enfoque de Ciclos Económicos Reales también se ha argumentado que, ante la existencia de una elevada productividad en la economía, la inversión se torna más rentable. En consecuencia, una productividad elevada estimularía el proceso de acumulación de capital. En este sentido, Helpman (2004) señala que una parte de la producción atribuida al capital corresponde en realidad al crecimiento de la productividad. La idea también sería consistente con el ingreso de Inversión Extranjera Directa (IED), que buscaría beneficiarse de los periodos

en donde la PTF registre variaciones positivas. Naturalmente, otro canal por el cual podría incorporarse tecnología más eficiente - y que permitiría mejorar la PTF- está dado por el comercio exterior. Así pues, se observa que el grado de apertura comercial de un país, desempeña un rol fundamental.

Los macroeconomistas clásicos han defendido la idea de que las fluctuaciones de la PTF dependen, en gran medida, de la irregularidad con la que el avance tecnológico se manifiesta. Sin embargo, tal planteamiento ha sido resistido por sus críticos, quienes señalan que las crisis ocurridas durante las décadas de los setenta y ochenta, difícilmente, hayan tenido su origen en un retroceso tecnológico.

Desde una perspectiva antagónica, una de las principales razones para sostener que es el ciclo el que conduce a cambios en la PTF, está relacionado con las etapas de las fluctuaciones. En particular, "el trabajo y otros factores producen más por unidad de insumo cuando la demanda es fuerte que cuando es débil" (Hall, 1987, p. 421). Otro motivo habitualmente utilizado para defender dicho punto de vista es el señalado por Aghion y Guilles (1998), quienes establecen que las recesiones podrían tener efectos positivos sobre la productividad. Se trata de una explicación *schumpeteriana*, según la cual las firmas con menor productividad son eliminadas durante las recesiones, lo cual se traduce en un

incremento medio de la productividad. No obstante, los autores advierten que este efecto podría ser compensado por la menor tasa de entrada de nuevas firmas eficientes durante las recesiones<sup>1</sup>.

Otro tema trascendente ha sido el de los canales por los cuales pueden transmitirse las mejoras técnicas en la economía. Más allá de que las mismas pueden tener un origen autóctono, producto por ejemplo de una mejor calidad de la mano de obra o de un mayor capital provisto por Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), la adquisición de tecnología foránea ha devenido cada vez más importante, en virtud de la globalización, siendo algunos de los canales más importante el comercio internacional y la IED (Villarroya, Visús & López-Pueyo, 2006).

Actualmente, no existe consenso general sobre la causación entre el ciclo y el crecimiento de la PTF. ¿Es el declive (aumento) de la tasa de crecimiento de la PTF la causa de la fase recesiva (expansiva) del ciclo, o es al revés? Si bien hoy día predomina una visión según la cual la correlación entre la PTF y el ciclo es producto del efecto que ejerce el ciclo sobre la PTF; el tema continúa siendo objeto de estudio, en particular, la magnitud de qué tan cierto es (Krugman & Wells, 2007). En ese sentido, el objetivo del artículo es realizar un análisis causal para la PTF y el ciclo económico de un grupo

de 15 países de América Latina y el Caribe, para el periodo 1995-2015. Complementariamente, se desarrolla un análisis de los canales por donde la PTF puede transmitirse, además de los factores productivos (capital y trabajo).

Para el desarrollo del presente artículo, primero se realiza una revisión de los principales antecedentes vinculados al tema de análisis. Luego, se expone la metodología utilizada y las fuentes de información. Después, se analizan los resultados y, por último, se exponen las consideraciones y las conclusiones.

## Antecedentes

El estudio de la PTF y el ciclo económico, junto con los canales de difusión, es un tema de gran actualidad en el campo de la teoría de las fluctuaciones cíclicas. Uno de los estudios más amplios, en términos de periodo de tiempo considerado, es el de Astorga, Bergés y Fitzgerald (2011), quienes trabajando con información de la base de datos OxLAD, estudian el periodo 1900-2000. Su principal conclusión es que la PTF mostró durante el periodo un lento crecimiento, a excepción de las últimas tres décadas, donde algunos años registraron retrocesos. Las principales fuentes del crecimiento de la productividad para Latinoamérica, durante el siglo XX, fueron la acumulación de capital fijo y las habilidades laborales.

<sup>1</sup> El lector interesado puede encontrar mayor detalle de este argumento en Caballero y Hammour (1994).

Solimano y Soto (2005), utilizando un panel de datos con doce países para el periodo 1960-2002, exploran empíricamente algunas correlaciones entre el crecimiento de la PTF, el ciclo económico, la calidad de la fuerza de trabajo, los *shocks* de comercio internacional, los flujos financieros internacionales y otras medidas de inestabilidad económica. En el caso del ciclo económico, la correlación resulta menor a 0,20 en los dos subperiodos establecidos por los autores (1960-1980, y 1981-2002). La calidad del trabajo muestra una correlación que pasa de 0,31, en el primer subperiodo, a -0,19, en el segundo. Finalmente, las variables vinculadas a la conexión internacional (comercio internacional y flujos financieros), muestran una correlación desdeñable. Otro aporte relevante al estudio del capital humano y su impacto en la PTF, ha sido el de Ferreira, Pessôa y Veloso (2013), quienes al incluir el capital humano en la función de producción dan cuenta de importantes diferencias en los cálculos de la PTF para América Latina. Asimismo, el resultado es robusto frente al uso de diversos datos de escolaridad y especificaciones de capital humano.

También J. A. Méndez, J. M. Méndez, y Hernández (2013), analizan la contribución del cambio técnico y la eficiencia técnica al crecimiento económico de la región. Para calcular dichas variables, emplean dos metodologías: datos de panel con efectos fijos y el cálculo de fronteras estocásticas. A

partir de una muestra de datos anuales durante el periodo 1980-2009 para 18 países latinoamericanos, concluyen que, en general, dicha etapa estuvo caracterizada por una ligera caída en la eficiencia técnica en la productividad total de los factores, destacando como los países de mayor eficiencia a Panamá, Uruguay y México, y como los más ineficientes a Nicaragua, Bolivia, Honduras y Paraguay. Sumado a ello, Araujo, Feitosa y Silva (2014) utilizan la metodología de frontera estocástica. En su estudio, los autores realizan un examen de la PTF y su descomposición para América Latina entre 1960-2010. Las variables más importantes en la ineficiencia técnica son el gasto público y la inflación. Del mismo modo, llevan a cabo una descomposición de la PTF en progreso técnico, eficiencia técnica, economías de escala y ganancias distributivas.

Por otra parte, Cole, Ohanian, Riascos y Schmitz (2004) plantean el caso de América Latina como un fracaso de desarrollo, debido al estancamiento de la PTF, lo cual es atribuido a factores idiosincráticos y trabas de comercio internacional que han impedido el acceso a mejores tecnologías.

En referencia al estudio de la relación entre la apertura y la PTF, González y Delbianco (2011) estudian la contemporaneidad de los quiebres entre la PTF y varios indicadores de apertura para un grupo de veinte países de Latinoamérica y el Caribe, entre 1960

y 2005. Los autores no encuentran indicios de contemporaneidad entre los *shocks* de apertura y los *shocks* en niveles de la PTF.

Con relación al papel de las TIC, con una muestra de veinte países de América Latina en el período 2000-2011, Cabrera y Ospina (2014) abordan y destacan el impacto de las TIC como fuente de innovación, crecimiento y desarrollo económico; aunque concluyen que su uso no genera, por sí mismo, mejoras en los niveles de innovación, pues esto depende también de otros factores institucionales y económicos.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2013) ha estimado el impacto de la economía digital en América Latina, destacando entre otros aspectos la gran disparidad en la velocidad a la que avanzan el grupo de mayor desarrollo dentro de la región, en relación al grupo de menor desarrollo. Asimismo, dicha investigación sugiere que las TIC son importantes en el proceso de formación de inversión bruta de capital fijo, siendo el capital TIC un factor determinante del crecimiento económico y el aumento de la productividad.

Finalmente, hay estudios que han abordado de manera conjunta el estudio de la IED y la productividad. Al respecto, la CEPAL (2012) considera que pueden existir tres tipos de “efecto derrame” de la IED sobre la productividad: el *horizontal*, producido

cuando las firmas locales responden a los flujos de IED, mejorando sus procesos productivos; el *derrame hacia atrás*, el cual se logra al generarse un vínculo entre el inversor extranjero y los proveedores locales, quienes por lo general aceptan nuevos estándares para poder satisfacer al inversor extranjero; y, el *derrame hacia adelante*, es decir con firmas consumidoras. Aunque a nivel teórico el fenómeno ha sido ampliamente documentado, a nivel empírico los aportes resultan más escasos.

### Datos y metodología

El conjunto de países analizado en el presente artículo, está compuesto por quince países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Jamaica, México, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela. El periodo de estudio abarca desde el año 1995 hasta el 2015 incluido.

Para desarrollar el análisis de causalidad entre ciclo económico y PTF, además de las variables vinculadas con la transmisión de la PTF (Inversión Extranjera Directa -IED- y Apertura Comercial -AC-) y los factores de producción, en primer lugar se obtuvo el componente cíclico, a partir de las series de PBI (expresadas en dólares constantes de 1990), de cada uno de los países analizados, proporcionada por *Total Economy Database*. La téc-

nica utilizada para ello fue el filtrado propuesto por Hodrick y Prescott (1997) –conocido como filtro HP–.

Los datos correspondientes a la IED provienen del *World Bank Data*. De esta misma fuente se obtuvieron los datos de las exportaciones y de las importaciones, ambas expresadas como porcentaje del PBI, lo cual sumado

permitió el cálculo de la AC. Los datos correspondientes a Venezuela, para el año 2015, en relación a las variables IED y AC, fueron obtenidos por extrapolación, al igual que el periodo 1998-2001 para la variable AC de Jamaica.

Los cuadros 1 y 2, presentados a continuación, ilustran la contabilidad del crecimiento para los países estudiados.

**Cuadro 1.** Fuentes del crecimiento, 1995-2004

País	Tasa de crecimiento						Contribución al crecimiento del PBI			
	PTF	PBI	Trabajo		Capital		Trabajo		Capital	
			Cantidad	Calidad	TIC	No TIC	Cantidad	Calidad	TIC	No TIC
Argentina	-0,646	0,918	1,202	0,203	1,083	1,908	0,312	0,079	0,046	1,127
Bolivia	0,021	3,238	2,835	0,303	13,055	2,879	1,399	0,150	0,258	1,409
Brasil	0,250	2,575	1,446	0,200	3,852	2,874	0,616	0,087	0,084	1,538
Chile	0,468	4,895	1,541	0,405	14,641	5,568	0,612	0,163	0,501	3,151
Colombia	-0,179	2,281	1,762	0,532	5,983	2,534	0,820	0,252	0,120	1,269
Costa Rica	-0,157	4,222	3,090	0,541	24,314	4,664	1,767	0,309	0,388	1,916
Dominicana	-0,591	4,718	2,767	0,542	12,754	6,710	1,160	0,229	0,126	3,794
Ecuador	0,281	2,616	3,098	0,249	4,012	1,497	1,263	0,093	0,095	0,884
Guatemala	-0,437	3,591	2,590	0,213	11,966	4,354	1,132	0,093	0,549	2,254
Jamaica	-0,470	0,928	1,242	0,231	12,772	1,054	0,633	0,119	0,145	0,502
México	-0,621	2,643	2,039	0,396	12,402	3,493	0,695	0,138	0,210	2,221
Perú	0,312	3,478	2,679	0,328	4,545	3,182	0,882	0,107	0,136	2,041
Trinidad y Tobago	4,481	7,315	3,313	0,323	11,956	1,853	1,446	0,140	0,197	1,050
Uruguay	0,540	0,718	-1,633	0,271	2,934	1,657	-0,833	0,124	0,052	0,836
Venezuela	-0,410	1,040	1,713	0,554	5,042	0,834	0,644	0,216	0,103	0,487

**Fuente:** elaboración propia con datos de Total Economy Database (2017). PTF medida por índice de Tornqvist.

**Cuadro 2.** Fuentes del crecimiento, 2005-2015

País	Tasa de crecimiento						Contribución al crecimiento del PBI			
	PTF	PBI	Trabajo		Capital		Trabajo		Capital	
			Cantidad	Calidad	TIC	No TIC	Cantidad	Calidad	TIC	No TIC
Argentina	0,415	3,535	2,035	0,261	2,108	3,677	0,742	0,097	0,005	2,276
Bolivia	0,817	4,858	2,643	0,410	0,613	4,707	0,995	0,152	0,011	2,882
Brasil	0,150	2,666	1,386	0,390	2,913	3,296	0,649	0,189	0,047	1,631
Chile	-1,222	3,924	1,571	0,517	11,585	6,915	0,631	0,201	0,403	3,911
Colombia	0,119	4,493	2,355	0,409	8,796	5,476	1,007	0,175	0,136	3,056
Costa Rica	-0,002	4,307	2,688	0,507	10,628	5,638	1,558	0,295	0,218	2,236
Dominicana	1,461	5,730	2,677	0,478	13,453	4,776	0,972	0,173	0,132	2,992
Ecuador	0,826	3,906	2,155	0,290	4,733	4,387	1,157	0,176	0,060	1,688
Guatemala	0,982	3,624	2,246	0,256	-0,538	2,855	0,919	0,104	0,018	1,601
Jamaica	-0,167	0,166	0,319	-0,260	1,110	0,627	0,145	-0,131	0,014	0,306
México	-0,837	2,419	2,107	0,302	7,169	3,555	0,649	0,092	0,108	2,406
Perú	0,556	5,707	1,755	0,423	7,805	6,257	0,495	0,119	0,116	4,421
Trinidad y Tobago	1,985	2,329	0,464	0,128	11,478	-0,349	0,146	0,037	0,353	-0,192
Uruguay	1,482	4,868	1,548	0,485	9,646	4,160	0,630	0,198	0,171	2,387
Venezuela	-0,843	2,632	2,795	0,401	2,138	3,675	0,977	0,144	0,010	2,345

**Fuente:** elaboración propia con datos de Total Economy Database (2017). PTF medida por índice de Tornqvist.

Los cuadros anteriores permiten evidenciar, en términos generales, un incremento de la contribución de la PTF al crecimiento para 2005-2015, en relación al periodo 1995-2004. Del mismo modo, a pesar de que el segundo subperiodo presenta mayores tasas de crecimiento para los países involucrados, la contribución de capital TIC en el crecimiento se torna menos importante. Un posible argumento para este último fenómeno

tiene que ver con la moderación en la inversión en capital TIC en los países desarrollados, luego de la crisis de las puntocom, tal como señalan Jorgenson y Vu (2010).

Dado que los componentes cíclicos y tendenciales del PBI son inobservables, el filtro HP plantea el siguiente problema de minimización, a los efectos de separarlos:

$$\text{Min}_{\{\tau_t\}_{t=1}^T} = \sum_{t=1}^T (y_t - \tau_t)^2$$

sujeto a

$$\sum_{t=2}^{T-1} [(\tau_{t+1} - \tau_t) - (\tau_t - \tau_{t-1})]^2 \leq \mu \quad (1)$$

Es evidente que si  $\mu=0$  se está en presencia de Mínimos Cuadrados. Por otra parte, se tiene que  $\lambda=100$ , ya que se está en presencia de datos anuales.

A partir de la obtención de dichos componentes, junto con los datos de las fuentes de crecimiento, del IED y AC, es posible disponer toda la información en un panel de datos. Con esto se desarrollarán dos alternativas de testeo en el marco de datos de panel.

La primera de ellas está basada en la causalidad de Granger (1969), conocido como el *Granger Causality Test*. Dicha prueba puede ser considerada como una condición necesaria para lo que, filosóficamente, se considera una relación causal. La *Causalidad de Granger* más bien debe asociarse a la *predictibilidad*. En este sentido, una variable  $x$  causa (en el sentido de Granger) a otra variable  $y$ , si pueden obtenerse mejores pronósticos de esta última incorporando la información pasada proveniente de  $x$ . Formalmente, Granger (1969) propone:

$$\begin{aligned} x_t &= \sum_{j=1}^m a_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^m b_j y_{t-j} + \varepsilon_t \\ y_t &= \sum_{j=1}^m c_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^m d_j y_{t-j} + \varphi_t \end{aligned} \quad (2)$$

De la expresión (2) puede decirse que  $y_t$  causa a  $x_t$  si algún  $b_j$  es distinto de cero. De igual manera,  $x_t$  causa a  $y_t$  si algún  $c_j$  es distinto de cero. Si ambos coeficientes son distintos de cero, se dice que hay ambas variables se causan entre sí. Se considera que, tanto  $y_t$  como  $x_t$ , son estacionarias de media nula. Es fácil notar que, en el contexto de datos de panel, la expresión (2) tendrá como variables  $y_{i,t}$  y  $x_{i,t}$ , donde  $i$  denota la sección cruzada y  $t$  el periodo de tiempo. En esta primera aproximación, se considerará que todos los coeficientes son iguales para cada una de las secciones cruzadas. La elección del número de rezagos resulta relativamente arbitraria en dicho procedimiento, pero habitualmente se escogen en función de la naturaleza de los datos.

Por otro lado, se adoptó la propuesta de Dumitrescu y Hurlin (2012) como una segunda aproximación al estudio de la causalidad en el contexto de un panel de datos. En este contraste de causalidad, se asume que no existe dependencia entre las diferentes secciones cruzadas. Sin embargo, esto no constituye una debilidad, pues de



acuerdo con estos autores y Akbas, Senturk y Sancar (2013), los experimentos de Monte Carlo han demostrado que, aún en dependencia entre las diferentes secciones cruzadas, esta prueba produce resultados robustos. En el contexto de datos de panel, pueden identificarse cuatro tipos de causalidad: No Causalidad Homogénea (*Homogeneous Non Causality -HNC-*), Causalidad Homogénea (*Homogeneous Causality -HC-*), Causalidad Heterogénea (*Heterogeneous Causality -HEC-*), y No Causalidad Heterogénea (*Heterogeneous Non Causality -HENC-*). La hipótesis de *HNC* implica que no existe causalidad individual de  $x$  hacia  $y$ ; opuesto a los casos de *HC* y *HEC*, donde existe causalidad para cada uno de los individuos de la muestra (lo cual implica el mismo modelo en el caso de *HC*); mientras que en el caso de *HENC*, la relación de causalidad es heterogénea entre  $x$  e  $y$ , pero solo para un subgrupo de  $N$  (Dumitrescu & Hurlin, 2012).

El contraste propuesto en esta segunda alternativa refiere a la hipótesis de *HNC*, formalizada así:

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^{(k)} y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^{(k)} x_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

donde se tienen  $T$  periodos de tiempo,  $N$  individuos,  $K$  rezagos, y los parámetros  $\gamma_i^{(k)}$  y  $\beta_i^{(k)}$  que pueden variar entre individuos, pero no en el tiempo, a diferencia de la formulación de Nair-

Reichert y Weinhold (2001). Además, se formula la hipótesis nula como:

$$H_0: \beta_i = 0 \quad \forall i=1, \dots, N \quad (4)$$

frente a la alternativa:

$$H_1: \beta_i = 0 \quad \forall i=1, \dots, N_1$$

$$\beta_i \neq 0 \quad \forall i = N_1+1, N_1+2, \dots, N \quad (5)$$

donde  $N_1$  satisface la condición  $0 \leq N_1 \leq N < 1$ :

El estadístico de contraste propuesto por Dumitrescu y Hurlin (2012), es la media del estadístico de individual de Wald asociado con el test de la hipótesis de no causalidad para las unidades  $i$ , la cual bajo hipótesis nula, asume la siguiente forma:

$$W_{N,T}^{HNC} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_{i,T} \quad (6)$$

Considerando el supuesto de residuos individuales independientemente distribuidos, se puede demostrar que  $W_{N,T}^{HNC}$  converge secuencialmente a la siguiente distribución:

$$Z_{N,T}^{HNC} = \sqrt{\frac{N}{2K}} (Z_{N,T}^{HNC} - K) \xrightarrow[T, N \rightarrow \infty]{} N(0,1) \quad (7)$$

Por último, los contrastes de raíz unitaria se realizarán conforme a los tests desarrollados para datos de panel. En particular, se considerarán las pruebas propuestas por Levin, Lin y Chu (2002) (en adelante LLC), Im, Pesaran y Shin

(2003) (IPS), y los habituales contrastes de Phillips-Perron (PP) y Dickey-Fuller Aumentado (ADF), basados en el criterio de Fischer.

## Resultados

Para comenzar el análisis, se realiza un contraste de raíz unitaria en el contexto de datos de panel, a los efectos de establecer el orden de integración de las variables. Como se señaló en el apartado metodológico, esta acción es necesaria a los efectos de ejecutar los contrastes. En el Anexo 1 se resumen los principales resultados.

De acuerdo a los resultados obtenidos, tanto el ciclo (HP), el crecimiento de la PTF, el crecimiento del capital (tanto a partir de *TIC* como *no TIC*), el crecimiento de la cantidad de trabajo, como la IED (como porcentaje del PBI), resultaron ser  $I(0)$ -integradas de orden cero-, mientras que la apertura comercial (AC) y el crecimiento de la calidad de trabajo arrojaron  $I(1)$ , por lo que la búsqueda de relaciones causales para estas últimas dos variables se realiza en primeras diferencias.

El análisis de causalidad se desarrolla, en primer lugar, para la relación entre ciclo y el crecimiento de la PTF. Como se explicó en la parte metodológica, el número de rezagos considerados depende, habitualmente, de la naturaleza y frecuencia de los datos y, dado que el presente estudio considera variables

que presentan variaciones anuales, se ejecutan los contrastes de causalidad con uno y dos rezagos. Los resultados se resumen en los anexos 2 y 3.

En ambas pruebas se muestra evidencia a favor de una relación de retroalimentación, para el caso de un rezago. No obstante, cuando dos rezagos son incorporados a las respectivas pruebas, en ambos contrastes se observa que el ciclo HP causa las variaciones de la PTF. Dicho resultado se ajusta al comportamiento procíclico de la PTF, la cual tiende a seguir al ciclo económico. Esto, durante los periodos de expansión el crecimiento de la PTF que es inusualmente elevado, mientras que en las etapas contractivas es menor, pudiendo ser incluso negativo (Jónsson, 2009). Habitualmente, tal comportamiento de la PTF se ha fundamentado a partir de choques tecnológicos procíclicos, en el caso de la corriente de los *Ciclos Económicos Reales*, y desde el fenómeno conocido como *labor hoarding* –o *retención del trabajo*–, desde un enfoque keynesiano. Según esta última perspectiva, durante las recesiones se retienen trabajadores, debido al costo de ajustar la planilla laboral; ello se suma a que, dado el menor nivel de producción en periodos recesivos, esos trabajadores no se necesitarían en el proceso productivo, provocando un sesgo a la baja en las mediciones de productividad.

Por otra parte, al analizar los canales por los que regularmente se considera

que puede existir un *efecto difusión* de la PTF, junto con los que podrían mejorarla de manera autóctona, se analizan las relaciones crecimiento de la PTF en relación a la IED, la DAC (Apertura Comercial en Primeras Diferencias), crecimiento del capital (TIC y no TIC); y, por último, en relación al crecimiento del trabajo en cantidad y calidad (primeras diferencias). Los resultados se resumen en los anexos 4 y 5.

Como se puede apreciar, existen algunos resultados significativos para destacar. En primer lugar, el crecimiento del capital vinculado a las TIC, causa estadísticamente las variaciones de la PTF, con ambos contrastes y tanto en el escenario de uno y dos rezagos. Este resultado pone en evidencia que para el grupo de países estudiados durante el periodo 1995-2015, se verifica un impacto del capital TIC sobre la PTF. Algunos autores, como Vu (2005), refieren a este proceso como el impacto de la penetración del capital TIC en la *eficiencia del crecimiento económico*; es decir, una economía con mayor eficiencia de crecimiento puede lograr un crecimiento mayor del producto, debido al crecimiento en el capital agregado y los insumos laborales. Dicha relación entre capital TIC y PTF no solo ha sido confirmada a nivel de firmas (Brynjolfsson & Hitt, 2000), e industrias (O'Mahony & Vecchi, 2003), sino también a nivel países (Pohjola, 2000). En el trabajo de Pohjola (2000), el cual confirma la relación, se considera una muestra mundial de 39 países

entre los que se incluyen a Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Venezuela. También la CEPAL (2013), confirma la relación entre TIC y PTF, para el caso latinoamericano.

En segundo lugar, la interacción entre el crecimiento del capital no TIC y el crecimiento de la PTF, ha sido abordado por la teoría. Al respecto, señala Helpman (2004) que “cuando la productividad es alta, es más rentable invertir, por lo tanto una elevada productividad induce a acumular capital. Por consiguiente, una rápida acumulación de capital es a menudo un reflejo de una elevada PTF o de una esperada tasa elevada de crecimiento de la productividad” (p.44). Desde esta perspectiva, puede decirse entonces que la teoría señala un patrón de causación desde la PTF hacia la acumulación de capital. Sin embargo, los resultados insinúan una causación circular en el caso de un rezago, y desde el capital hacia la PTF, lo cual —entre otros motivos— puede deberse a la imputación que, desde el enfoque de la contabilidad del crecimiento, se realiza frente a situaciones de mejoras en la productividad neutrales en el *sentido de Hicks* (Helpman, 2004).

Tercero, respecto a la cantidad y calidad de trabajo *versus* los cambios en la PTF, no existe un sentido de causalidad perfectamente determinado en ninguno de los casos. Para comprender dichos resultados, es necesario tener presente que durante la década

del sesenta se popularizaron los estudios que vinculaban la inversión en educación y el crecimiento económico (Schultz, 1961; Griliches, 1969). En relación a la calidad de trabajo *versus* la PTF, la teoría sugiere que debería verificarse una relación unidireccional desde la primera hacia la segunda (Acevedo, 2007), pero es un proceso que puede tomar varios años. Así pues, la consideración de un rezago temporal de tan solo dos años, puede ser una de las causas de los resultados obtenidos en el marco de la presente investigación. En relación a la cantidad de trabajo, ya se mencionó cómo el *labor hoarding* puede afectar a la PTF.

Finalmente, las variables que permitirían una mejora en la producción proveniente de mejoras tecnológicas derivadas de la interacción de los países con el exterior, el IED y la apertura comercial (en primeras diferencias), tampoco muestran patrones de causalidad. Tal resultado es consistente con los de Solimano y Soto (2005) y, al igual que dichos autores, es conveniente señalar que estas variables pueden jugar un rol determinante en relación a la PTF, en el corto plazo.

## Conclusiones

La relación causal entre el ciclo económico y la PTF continúa siendo un tema abierto en economía. Del mismo modo, el estudio de los canales, autóctonos y foráneos, para la mejora

de la PTF, es también un tema de actualidad. A los efectos de aportar evidencia empírica a dicha discusión, el artículo aborda el estudio de 15 países latinoamericanos y del Caribe durante el periodo 1995-2015.

Los principales resultados señalan la existencia de causación conjunta entre el ciclo y el crecimiento de la PTF, cuando se consideran un rezago; y solo desde el ciclo al crecimiento de la PTF, cuando dos rezagos son tenidos en cuenta. Otros resultados significativos fueron el crecimiento del capital no ligado a las TIC y el crecimiento del capital TIC como causa de las variaciones en las PTF.

Los contrastes utilizados para tal fin, fueron la prueba de causalidad de Granger (1969), para el caso de datos de panel; y el contraste propuesto por Dumitrescu y Hurlin (2012), los cuales en la gran cantidad de casos, indicaron causalidad en el mismo sentido. Previo a ello, se consideraron múltiples pruebas de raíz unitaria, incluyendo las pruebas propuestas por Levin, Lin y Chu (2002) (en adelante LLC); Im, Pesaran y Shin (2003), (IPS); y los habituales contrastes de Phillips-Perron (PP) y Dickey- Fuller Aumentado (ADF), basados en el criterio de Fischer, con el objeto de obtener resultados robustos en relación al orden de integración de las variables.

El presente trabajo podría continuarse con un análisis de cointegración en el

marco de datos de panel, para lo cual el presente artículo constituye una base necesaria.

## Referencias

- ACEVEDO, S. (2007). Midiendo el impacto del capital humano en el crecimiento económico de Corea del Sur. *Ecos de Economía: A Latin American Journal of Applied Economics*, 11(24), 81-108.
- AGHION, P., & GUILLES, S. P. (July, 1998). Uncovering Some Casual Relationship Between Productivity Growth and the Structure of Economic Fluctuations: A Tentative Survey. *Labour*, 12(2), 279-303.
- AKBAS, Y.E., SENTURK, M., & SANCAR, C. (2013). Testing for Causality between the Foreign Direct Investment, Current Account Deficit, GDP and Total Credit: Evidence from G7. *Panoeconomicus*, 6, 791-812.
- ARAUJO, J. A., FEITOSA, D. G., & SILVA, A. B. D. (2014). América Latina: productividad total de los factores y su descomposición. *Revista Cepal*, 114, 53-69.
- ASTORGA, P., BERGÉS, A. R., & FITZGERALD, V. (2011). Productivity Growth in Latin America Over the Long Run. *Review of Income and Wealth*, 57(2), 203-223.
- BRYNJOLFSSON, E., & HITT, L. (2000). Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Practices. *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 23-48.
- CABALLERO, R. J., & HAMMOUR, M. L. (1994). The Cleansing Effect of recessions. *The American Economic Review*, 84(5), 1350-1368.
- CABRERA, K. R., & OSPINA, J. A. V. (2014). Impacto de las TIC en el nivel de innovación en América Latina y el Caribe: Estimaciones econométricas a nivel de un panel. *Revista de Estudios para el Desarrollo Social de la Comunicación*, (9), 341-360.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE [CEPAL]. (2012). La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe. Recuperado de <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/1151>
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE [CEPAL]. (2013). Economía digital para el cambio estructural y la igualdad. Recuperado de <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/35408>
- COLE, H., OHANIAN, L., RIASCOS, A., & SCHMITZ, J. A. (2004). *Latin America in the Rear View Mirror*. Documento de Trabajo del NBER No. 11008. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- DUMITRESCU, E. I., & HURLIN, C. (2012). Testing for Granger Non-Causality in Heterogeneous Panels. *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460.

- FERREIRA, P. C., PESSÔA, S. D. A., & VELOSO, F. A. (2013). On the Evolution of Total Factor Productivity in Latin America. *Economic Inquiry*, 51(1), 16-30.
- GONZÁLEZ, H. G., & DELBIANCO, F. A. (2011). Apertura y productividad total de los factores: análisis de contemporaneidad en los quiebres estructurales para América Latina y el Caribe. *Revista de Análisis Económico*, 26(1), 53-81.
- GRANGER, C. W. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross Spectral Methods. *Econometrica*, 37, 434-438.
- GRILICHES, Z. (1969). Capital-skill Complementarity. *Review of Economics and Statistics*, 51(1), 465-468.
- HALL, R. E. (1987). Productivity and the businesscycle. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 27, 421-444.
- HELPMAN, E. (2004). *El misterio del crecimiento económico*. Barcelona: Antoni Bosch.
- HODRICK, R. J., & PRESCOTT, E. C. (1997). Postwar U.S Business Cycles: An Empirical Investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, 29, 1-16.
- IM, K. S., PESARAN, M. H., & SHIN, Y. (2003). Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels. *Journal of Econometrics*, 115, 53-74.
- JÓNSSON, A. C. (2009). *La política tecnológica de la UE: Fundamentos teóricos y evaluación económica*. Madrid: ESIC Editorial.
- JORGENSEN, D. W., & VU, K. M. (2010). Potential Growth of the World Economy. *Journal of Policy Modeling*, 32, 615-631.
- KING, R. G., & PLOSSER, C. I. (1994). Real Business Cycles and the Test of the Adelman. *Journal of Monetary Economics*, 33. Recuperado de <https://ideas.repec.org/a/eee/moneco/v33y1994i2p405-438.html>
- KRUGMAN, P. R., & WELLS, R. (2007). *Macroeconomía. Introducción a la Economía*. Reverté.
- LEVIN, A., LIN, C. F., & CHU, C. S. J. (2002). Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties. *Journal of Econometrics*, 108, 1-24.
- MÉNDEZ SAYAGO, J. A., MÉNDEZ SAYAGO, J. M., & HERNÁNDEZ ESCOLAR, H. A. (2013). Productividad total de los factores, cambio técnico, eficiencia técnica y PBI potencial en Latinoamérica. *Semestre Económico*, 16, 65-92.
- NAIR-REICHERT, U., & WEINHOLD, D. (2001). Causality tests for cross-country panels: a look at FDI and economic growth in less developed countries. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 63, 153-171.

- O'MAHONY, M., & VECCHI, M. (2003). Is There An ICT Impact on TFP? A Heterogeneous Dynamic Panel Approach. *NIESR*, (219). Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/5200559\\_Is\\_there\\_an\\_ict\\_impact\\_on\\_TFP\\_A\\_heterogeneous\\_dynamic\\_panel\\_approach](https://www.researchgate.net/publication/5200559_Is_there_an_ict_impact_on_TFP_A_heterogeneous_dynamic_panel_approach)
- POHJOLA M. (2000). Information Technology and Economic Growth: A Cross-Country Analysis. *The United Nations University Working Paper*, (73). Recuperado de <https://www.wider.unu.edu/sites/default/files/wp173.pdf>
- SCHULTZ, T. (1961). Investment in Human Capital. *American Economic Review*, 51, 1-17.
- SOLIMANO, A., & SOTO, R. (2005). Economic Growth in Latin America in the late 20th century: evidence and interpretation. *CEPAL-SERIE Macroeconomía del desarrollo*, (33), 1-44.
- VILLARROYA, J. S., VISÚS, S. B., & LÓPEZ-PUEYO, C. (2006). Productividad total de los factores y capital tecnológico. *Revista ICE*, 829, 145-165.
- THE CONFERENCE BOARD. (2017): Total Economy Database. Recuperado de <http://www.conference-board.org/economics>
- VU, K. (2005). Measuring the Impact of ICT Investments on Economic Growth. Recuperado de <http://www.hks.harvard.edu/m-rcbg/ptep/khuongvu/Key%20paper.pdf>
- WORLD BANK (2017): World Bank Data. Recuperado <https://data.worldbank.org/>

## Anexos

### Anexo 1. Contrastes de raíz unitaria para datos de panel

	Ciclo Hodrick Prescott		Crecimiento PTF	
LLC <sub>t-stat</sub>	-1,998	0,029	-4,975	0,000
IPS <sub>w-stat</sub>	-2,235	0,013	-3,647	0,000
ADF (Fischer- Chi-cuadrado)	48,353	0,018	69,472	0,000
PP (Fischer- Chi-cuadrado)	22,900	0,812	102,682	0,000
	Crecimiento del capital (TIC)		Crecimiento del capital (no TIC)	
LLC <sub>t-stat</sub>	-1,787	(0,037)	-2,625	0,043
IPS <sub>w-stat</sub>	-2,447	(0,007)	-2,682	0,003
ADF (Fischer- Chi-cuadrado)	50,582	(0,011)	57,259	0,002
PP (Fischer- Chi-cuadrado)	37,365	(0,167)	30,767	0,427
	Crecimiento de la cantidad de trabajo		Crecimiento de la calidad de trabajo	
LLC <sub>t-stat</sub>	-5,529	0,000	1,023	0,847
IPS <sub>w-stat</sub>	-4,829	0,000	2,139	0,984
ADF (Fischer- Chi-cuadrado)	74,343	0,000	14,062	0,994
PP (Fischer- Chi-cuadrado)	169,206	0,000	14,4	0,993
	IED (% del PBI)		AC (% del PBI)	
LLC <sub>t-stat</sub>	-3,422	0,000	0,37	0,6440
IPS <sub>w-stat</sub>	-3,034	0,001	1,532	0,9380
ADF (Fischer- Chi-cuadrado)	58,042	0,001	20,88	0,8920
PP (Fischer- Chi-cuadrado)	67,501	0,000	20,567	0,9000
	AC (% del PBI) (Primera diferencia)		Crecimiento de la calidad de trabajo (Primera diferencia)	
LLC <sub>t-stat</sub>	-5,357	0,000	-8,289	0,000
IPS <sub>w-stat</sub>	-4,475	0,000	-4,156	0,000
ADF (Fischer- Chi-cuadrado)	71,1	0,000	64,162	0,000
PP (Fischer- Chi-cuadrado)	200,58	0,000	135,104	0,000

Fuente: elaboración propia con datos de *Total Economy Database* y *World Bank Data* (2017).



**Anexo 2.** Contraste de causalidad de Granger (coeficientes comunes): crecimiento de la PTF versus ciclo HP

Hipótesis nula	Rezagos	Observaciones	F-stat	Probabilidad
Crecimiento de la PTF no causa (Granger) el ciclo HP	1	300	39,617	0,000
El ciclo HP no causa (Granger) el crecimiento de la PTF	1	300	132,54	0,000
Crecimiento de la PTF no causa (Granger) el ciclo HP	2	285	0,643	0,527
El ciclo HP no causa (Granger) el crecimiento de la PTF	2	285	67,843	0,000

**Fuente:** elaboración propia con datos de *Total Economy Database* y *World Bank Data* (2017).

**Anexo 3.** Contraste de causalidad de Dumitrescu-Hurlin (coeficientes individuales): PTF versus ciclo HP

Hipótesis nula	Rezagos	W-stat	Zbar-stat	Probabilidad
Crecimiento de la PTF no causa homogéneamente el ciclo HP	1	3,333	4,792	0,000
El ciclo HP no causa homogéneamente el crecimiento de la PTF	1	10,921	21,319	0,000
Crecimiento de la PTF no causa homogéneamente el ciclo HP	2	1,255	-1,513	0,130
El ciclo HP no causa homogéneamente el crecimiento de la PTF	2	9,278	9,742	0,000

**Fuente:** elaboración propia con datos de *Total Economy Database* y *World Bank Data* (2017).

**Anexo 4.** Contraste de causalidad de Granger (coeficientes comunes)

Hipótesis nula	Rezagos	Observaciones	F-stat	Probabilidad
Crecimiento de la PTF no causa (Granger) la IED (% PBI)	1	300	1,897	0,169
LA IED no causa (Granger) el crecimiento de la PTF	1	300	0,323	0,570
Crecimiento de la PTF no causa (Granger) la DAC	1	285	0,948	0,331

**Anexo 4.** Contraste de causalidad de Granger (coeficientes comunes) (continuación)

Hipótesis nula	Rezagos	Observaciones	F-stat	Probabilidad
LA DAC no causa (Granger) el crecimiento de la PTF	1	285	0,769	0,381
Crecimiento de la PTF no causa (Granger) el crecimiento del capital (TIC)	1	300	1,616	0,205
El crecimiento del capital (TIC) no causa (Granger) el crecimiento de la PTF	1	300	8,672	0,004
Crecimiento de la PTF no causa (Granger) el crecimiento del capital (no TIC)	1	300	1,630	0,000
El crecimiento del capital (no TIC) no causa (Granger) el crecimiento de la PTF	1	300	1,562	0,000
Crecimiento de la PTF no causa (Granger) el crecimiento de la cantidad del trabajo	1	300	5,104	0,025
El crecimiento de la cantidad de trabajo no causa (Granger) el crecimiento de la PTF	1	300	0,051	0,822
Crecimiento de la PTF no causa (Granger) el crecimiento de la calidad del trabajo (en primeras diferencias)	1	285	0,031	0,861
El crecimiento de la calidad de trabajo (en primeras diferencias) no causa (Granger) el crecimiento de la PTF	1	285	0,976	0,324
Crecimiento de la PTF no causa (Granger) la IED (% PBI)	2	285	2,507	0,084
LA IED no causa (Granger) el crecimiento de la PTF	2	285	0,425	0,654
Crecimiento de la PTF no causa (Granger) la DAC	2	270	2,342	0,098
LA DAC no causa (Granger) el crecimiento de la PTF	2	270	1,764	0,173
Crecimiento de la PTF no causa (Granger) el crecimiento del capital (TIC)	2	285	0,852	0,428
El crecimiento del capital (TIC) no causa (Granger) el crecimiento de la PTF	2	285	4,277	0,015

**Anexo 4.** Contraste de causalidad de Granger (coeficientes comunes) (continuación)

Hipótesis nula	Rezagos	Observaciones	F-stat	Probabilidad
Crecimiento de la PTF no causa (Granger) el crecimiento del capital (no TIC)	2	285	1,100	0,000
El crecimiento del capital (no TIC) no causa (Granger) el crecimiento de la PTF	2	285	6,284	0,002
Crecimiento de la PTF no causa (Granger) el crecimiento de la cantidad del trabajo	2	285	4,267	0,015
El crecimiento de la cantidad de trabajo no causa (Granger) el crecimiento de la PTF	2	285	0,043	0,958
Crecimiento de la PTF no causa (Granger) el crecimiento de la calidad del trabajo (en primeras diferencias)	2	270	1,045	0,353
El crecimiento de la calidad de trabajo (en primeras diferencias) no causa (Granger) el crecimiento de la PTF	2	270	0,485	0,616

**Fuente:** elaboración propia con datos de *Total Economy Database* y *World Bank Data* (2017).

**Anexo 5.** Contraste de causalidad de Dumitrescu-Hurlin (coeficientes individuales)

Hipótesis nula	Rezagos	W-stat	Zbar-stat	Probabilidad
Crecimiento de la PTF no causa homogéneamente la IED (% PBI)	1	1,157	0,051	0,959
LA IED no causa homogéneamente el crecimiento de la PTF	1	1,347	0,465	0,642
Crecimiento de la PTF no causa homogéneamente la DAC	1	1,480	0,722	0,470
LA DAC no causa homogéneamente el crecimiento de la PTF	1	1,043	-0,214	0,831
Crecimiento de la PTF no causa homogéneamente el crecimiento del capital (TIC)	1	1,072	-0,134	0,893
El crecimiento del capital (TIC) no causa homogéneamente el crecimiento de la PTF	1	3,077	4,234	0,000

### Anexo 5. Contraste de causalidad de Dumitrescu-Hurlin (coeficientes individuales) (continuación)

Hipótesis nula	Rezagos	W-stat	Zbar-stat	Probabilidad
Crecimiento de la PTF no causa homogéneamente el crecimiento del capital (no TIC)	1	2,946	3,949	0,000
El crecimiento del capital (no TIC) no causa homogéneamente el crecimiento de la PTF	1	4,129	6,525	0,000
Crecimiento de la PTF no causa homogéneamente el crecimiento de la cantidad del trabajo	1	1,052	-0,178	0,859
El crecimiento de la cantidad de trabajo no causa homogéneamente el crecimiento de la PTF	1	1,047	-0,187	0,852
Crecimiento de la PTF no causa homogéneamente el crecimiento de la calidad del trabajo (en primeras diferencias)	1	0,914	-0,492	0,623
El crecimiento de la calidad de trabajo (en primeras diferencias) no causa homogéneamente el crecimiento de la PTF	1	0,822	-0,687	0,492
Crecimiento de la PTF no causa homogéneamente la IED (% PBI)	2	2,960	0,879	0,379
LA IED no causa homogéneamente el crecimiento de la PTF	2	3,483	1,613	0,107
Crecimiento de la PTF no causa homogéneamente la DAC	2	2,970	0,827	0,408
LA DAC no causa homogéneamente el crecimiento de la PTF	2	1,916	-0,507	0,612
Crecimiento de la PTF no causa homogéneamente el crecimiento del capital (TIC)	2	1,374	-1,345	0,179
El crecimiento del capital (TIC) no causa homogéneamente el crecimiento de la PTF	2	4,828	3,500	0,001
Crecimiento de la PTF no causa homogéneamente el crecimiento del capital (no TIC)	2	3,16	1,16	0,246
El crecimiento del capital (no TIC) no causa homogéneamente el crecimiento de la PTF	2	4,41	2,91	0,004

**Anexo 5.** Contraste de causalidad de Dumitrescu-Hurlin (coeficientes individuales) (continuación)

Hipótesis nula	Rezagos	W-stat	Zbar-stat	Probabilidad
Crecimiento de la PTF no causa homogéneamente el crecimiento de la cantidad del trabajo	2	1,998	-0,471	0,638
El crecimiento de la cantidad de trabajo no causa homogéneamente el crecimiento de la PTF	2	1,896	-0,614	0,539
Crecimiento de la PTF no causa homogéneamente el crecimiento de la calidad del trabajo (en primeras diferencias)	2	2,932	0,775	0,438
El crecimiento de la calidad de trabajo (en primeras diferencias) no causa homogéneamente el crecimiento de la PTF	2	1,392	-1,325	0,185

**Fuente:** elaboración propia con datos de *Total Economy Database* y *World Bank Data* (2017).