

Documentos de Trabajo

Patentes y Crecimiento Económico:
¿Innovación de Residentes o No
Residentes?

Jacobo Campo Robledo
Juan Pablo Herrera Saavedra

No. 18

2014

Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia](#).

Usted es libre de:

Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

1.1.1 Bajo las condiciones siguientes:

- **Atribución** – Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante. Si utiliza parte o la totalidad de esta investigación tiene que especificar la fuente.
- **No Comercial** – No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Sin Obras Derivadas** – No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

Los derechos derivados de usos legítimos u otras limitaciones reconocidas por la ley no se ven afectados por lo anterior.



La serie Documentos de Trabajo es una publicación de la Superintendencia de Industria y Comercio. Los documentos son elaborados por los miembros del Grupo de Estudios Económicos o funcionarios de la entidad, y son de carácter provisional. Los análisis, opiniones y posibles errores son de responsabilidad exclusiva de los autores y no representa la posición de la Superintendencia de Industria y Comercio en la materia.

Para cualquier duda, sugerencia, corrección o comentario, escribir a: estudioeconomicos@sic.gov.co

Patentes y Crecimiento Económico: Innovación de Residentes o No Residentes? [♠]

Jacobo Campo Robledo^{1*}

Juan Pablo Herrera Saavedra^{1♠}

¹GRUPO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS, SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, COLOMBIA.

.....

Resumen

Este artículo presenta evidencia empírica sobre el impacto que tienen las patentes sobre el crecimiento económico, en 8 países de América Latina, durante el periodo 1990 – 2011. Se estima una función de producción tipo Cobb-Douglas para cuantificar el efecto y magnitud que tienen las patentes registradas por residentes y las patentes registradas por no residentes, sobre el PIB, controlando por otros factores de producción como el capital y el trabajo. Los resultados empíricos muestran que existe una relación de largo plazo positiva y significativa en la cual el impacto de las patentes registradas por residentes sobre el PIB es inferior al presentado por las patentes registradas por no residentes en aproximadamente 0.02 puntos porcentuales.

Abstract

This paper presents empirical evidence on the impact of patents on economic growth, in 8 countries of Latin America during the period 1990 – 2011. A Cobb-Douglas production function type is estimated to quantify the effect and magnitude that patents registered by residents and by non-residents have on the GDP, controlling for other factors of production such as capital and labor. The empirical results show that there is a significant positive relationship in which long-run impact of the registered residents on GDP is smaller than patents registered by non-resident about 0.02 percentage points.

Palabras claves: *Crecimiento económico, Patentes residentes, Patentes no residentes, Función de Producción, Raíces Unitarias Panel, Cointegración Panel.*

Clasificación JEL: *C33, O33, O40.*

[♠] Cualquier error u omisión es responsabilidad exclusiva de los autores y no compromete en ningún momento a la Superintendencia de Industria y Comercio. De igual forma las ideas presentadas en el documento no reflejan necesariamente las de la Superintendencia de Industria y Comercio.

* Economista del Grupo de Estudios Económicos de la Superintendencia de Industria y Comercio.
Email: jcampo@sic.gov.co.

♠ Coordinador del Grupo de Estudios Económicos de la Superintendencia de Industria y Comercio.
Email: jpherrera@sic.gov.co.

Introducción

Cuando se estudian las fuentes del crecimiento económico, desde el artículo de Solow (1956), hay algo claro: las fuentes del crecimiento no solo son las contribuciones del capital y del trabajo. Existe entonces, otros factores complementarios que también determinan y son fuentes de crecimiento, tales como la utilización de la energía, la innovación y la propiedad industrial, la eficiencia de las instituciones, entre otros. Varios estudios se han enfocado en demostrar que estos factores también son determinantes del crecimiento económico, sobre todo la tecnología, la innovación y el uso de la energía, la gran mayoría a través de la estimación de una función de producción tipo Cobb-Douglas.

En este documento se estudia la relación entre las Patentes registradas y el crecimiento económico, separando las patentes que son registradas por residentes y las que son registradas por no residentes, ambas como medidas de innovación en el país. A través de un modelo de datos panel para ocho países de América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú y Uruguay), con datos anuales que cubren el periodo 2010 – 2011, se estima una función de producción tipo Cobb-Douglas. La contribución de este trabajo radica sólo en la aplicación empírica sobre la contribución de las patentes al crecimiento económico. Si bien existen estudios que estiman la contribución de las patentes al crecimiento económico, no hay estudios que validen si existe una diferencia entre la contribución que hacen las patentes registradas por residentes y la contribución que hacen patentes registradas por no residentes.¹² Adicionalmente, si se toma el registro de patentes como una variable proxy de la innovación, es posible determinar su importancia en el crecimiento económico, tanto de los esfuerzos de innovación de los residentes como los esfuerzos en el descubrimiento de nuevas ideas a nivel mundial.

El objetivo de este documento es proporcionar el primer análisis sobre la relación entre la innovación de residentes y no residentes y el crecimiento económico en América Latina. Los resultados del artículo puede ser de gran utilidad para las autoridades encargadas de la protección del sistema de propiedad industrial en los países latinoamericanos, ya que permite conocer el impacto del incremento de las patentes de residentes y de no residentes sobre el PIB, para evaluar y diseñar las políticas óptimas que maximicen el efecto multiplicativo que puede generar la innovación de residentes y de no residentes en la economía.

¹ El estudio de Campo (2012) lleva a cabo un análisis muy similar sin discriminar por tipo de patentes.

² Es necesario también tener en cuenta que las patentes registradas por residentes y las registradas por no residentes pueden no ser homogéneas.

Para cumplir con el objetivo, se aplica una metodología para estimar modelos de datos panel cuyas variables no son estacionarias y además están cointegradas. Es decir, se aplican pruebas de raíces unitarias para determinar el orden de integración de las series (Im *et al.* (2003), Levin *et al.* (2002), Breitung (2000), Maddala y Wu (1999), Choi (2001), Hadri (2000) y Hadri y Rao (2008)³) y pruebas de cointegración para establecer si están cointegradas (Kao (1999), Pedroni (1999, 2000, 2004) y Maddala y Wu (1999)). Para estimar la relación de largo plazo se emplea el estimador de Mínimos Cuadrados Ordinarios Completamente Modificados (FMOLS).

Este documento está organizado de la siguiente manera. Además de esta sección introductoria, la sección 1 se presenta una revisión de literatura de los trabajos empíricos que relacionan las patentes con el crecimiento económico, además se presentan algunos hechos estilizados. En la segunda sección se presentan la base de datos, la metodología y se expone el modelo econométrico a estimar. En la tercera sección se exponen los resultados obtenidos de la estimación. Finalmente se presentan las conclusiones en la cuarta y última sección.

1 Revisión de literatura y hechos estilizados

Numerosos trabajos sobre las fuentes de crecimiento económico han estudiado los cambios en la Productividad Total de los Factores (PTF) al estilo Solow (1956), quien ha servido de base para responder la pregunta sobre cuáles son las fuentes del crecimiento económico de los países. Trabajos como Barro (1991), Mankiw, Romer y Weil (1992), Romer (1993) han estudiado el residuo de Solow, con la intención de determinar a qué se deben los cambios en el crecimiento del Producto que no son explicados por los factores trabajo y capital, ya que estos factores no pueden incrementarse de manera indefinida.

Por otra parte, la literatura sobre crecimiento endógeno y semi-endógeno resalta el papel que ha desempeñado la innovación en el crecimiento económico. Algunos de estos estudios son Romer (1986, 1990), Grossman y Helpman (1991a, 1991b), Aghion y Howitt (1992), Jones (1995a, 1995b).⁴

³ Esta prueba basada en el estadístico KPSS (1992) incorpora un quiebre estructural.

⁴ Otros autores como Tandon (1982), Judd (1985), Gilbert y Shapiro (1990) y Futagami y Iwaisako (2007) han estudiado modelos de crecimiento endógeno con políticas de duración de patentes finitas e infinitas, demostrando que el modelo infinito no maximiza el bienestar, mientras que el modelo finito si lo hace.

Adicionalmente, el efecto que tiene la innovación, o mejor aún, las patentes en el crecimiento económico, ha sido objeto de estudio durante las últimas décadas por parte de investigadores que buscan cuantificar la dirección y magnitud de su impacto en el crecimiento del PIB.⁵ Sin embargo, como se mencionó anteriormente, poco se ha abordado el tema sobre el origen de estas patentes, es decir, si estas patentes son solicitadas por residentes nacionales o residentes extranjeros inciden simétrica o asimétricamente en el crecimiento económico. Este punto es importante, ya que un aumento del registro de patentes puede tener un impacto diferente sobre el crecimiento económico de los países dependiendo del origen de la patente. En cualquier caso, se reconoce que la innovación responde al crecimiento de nuevas ideas y que dependiendo de la economía en la que fue creada, atiende a un sector de generador de diferente valor agregado.

Jones (2002) centra su discusión en los resultados de su modelo de crecimiento en un mundo de generación de ideas, los cuales sugieren que el crecimiento económico de Estados Unidos en el largo plazo se debe a la generación de ideas de innovación en el resto del mundo, es decir, que las economías se benefician de la invención de otros países. Otros estudios como el de Blind y Jungmittag (2008) emplea una función de producción tipo Cobb – Douglas para estimar la contribución de las patentes al crecimiento económico. Emplea datos de 4 países europeos (Reino Unido, Alemania, Italia y Francia) y 12 sectores manufactureros de la economía durante el periodo 1990 – 2001. Sus resultados muestran que el modelo de los países presentan resultados similares, mientras que el modelo para sectores presentan diferencias significativas, siendo las normas técnicas las que más contribuyen al crecimiento económico de los sectores menos intensivos en investigación y desarrollo, y las patentes las que más contribuyen al crecimiento económico de los sectores más intensivos en investigación y desarrollo.

Gould y Gruben (1996) presentan evidencia empírica que sostienen la hipótesis de que la propiedad intelectual es una fuente de crecimiento económico, adicionalmente sus resultados demuestran que el efecto de las patentes sobre el crecimiento es mayor en países con mayor apertura económica en términos relativos. Resultados similares son obtenidos por Fink y Maskus (2005), Schneider (2005) y Chen y Puttitanun (2005).

Por su parte, Koléda (2004) demuestra que una política de protección de propiedad intelectual fuerte puede incluso disminuir el crecimiento económico de una economía, dado que existe un nivel óptimo de imposiciones en el sistema de propiedad industrial que

⁵ Por ejemplo, Park y Ginarte (1997) presentan resultados estadísticos de que las patentes tienen un efecto positivo sobre la acumulación de capital y sobre el crecimiento económico.

maximiza el crecimiento económico, implicando que existe una relación en forma de U invertida. Yang (2006) estudia los determinantes del milagro económico de Taiwan, con el fin de determinar si este se debió simplemente a una mayor acumulación de capital. Sus resultados muestran que el crecimiento de las patentes impacta positivamente el crecimiento económico. Los resultados de Hasan y Tucci (2010) indican que el incremento en el número de patentes incrementa el crecimiento económico.

Campo (2012), lleva a cabo unas estimaciones del impacto de las patentes en el crecimiento económico, empleando un modelo panel de diez países de América Latina durante el periodo 1990 – 2010. Sus resultados exhiben la existencia una relación de largo plazo positiva y significativa entre el número de patentes registradas y el PIB, la cual a la luz de sus resultados implican que incrementos de las patentes en 1% genera en el largo plazo incrementos del PIB en tan solo 0.055%, coeficiente que se puede explicar por la baja tasa de innovación en los países de América Latina.

Ante este último resultado, si bien el número de patentes registradas ante las oficinas de propiedad industrial a nivel latinoamericano es bajo, lo es aún más el número de patentes registradas por residentes en cada uno de los países de América Latina bajo estudio. Particularmente, quizás lo interesante del ejercicio que acá se presenta radica en la evaluación del efecto de las patentes discriminadas por su origen (residentes no residentes) sobre el crecimiento económico de países en los cuales en su gran mayoría se caracterizan por contar con un importante número de sectores intensivos en mano de obra.

En la Tabla 1 se presenta el número de patentes registradas por residentes como porcentaje del total de patentes registradas para los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010, en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú y Uruguay. Se observa que los países que registraron mayor porcentaje de patentes por residentes en 1990 son Argentina y Brasil, seguidos por Chile. En el año 2010 Chile ocupa el primer lugar con un 30% de patentes registradas por residentes con respecto al total. Llama la atención de las bajas tasas de registro de residentes en el resto de países, en donde la tasa alcanza tan solo un porcentaje entre el 15 y el 13%, siendo Ecuador el país con la tasa más baja (1%).

Tabla 1. Patentes registradas por residentes (% del total de patentes registradas).

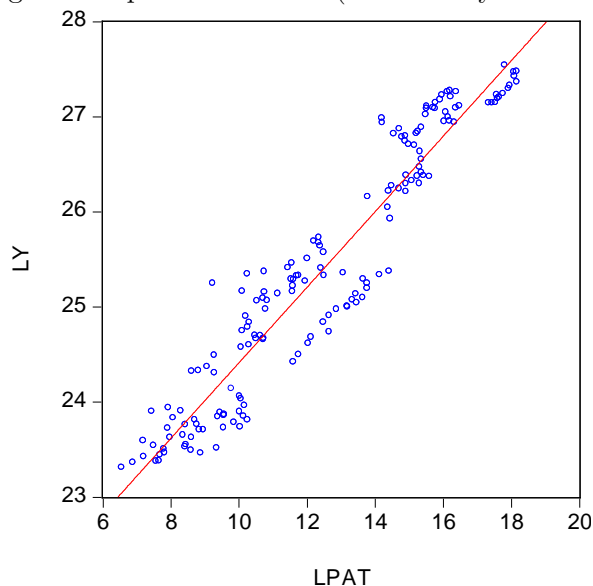
YEAR	ARGENTINA	BRASIL	CHILE	COLOMBIA	ECUADOR	MEXICO	PERÚ	URUGUAY
1990	33%	32%	21%	16%	13%	13%	18%	12%
1995	16%	36%	10%	11%	3%	8%	9%	14%
2000	16%	18%	8%	4%	2%	3%	4%	7%
2005	20%	20%	12%	6%	2%	4%	3%	4%
2010	16%	12%	30%	7%	1%	7%	13%	3%

Fuente: Calculo de los autores con información de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

Cuando se analiza la relación a priori entre patentes y PIB durante el periodo 1990 – 2011 para los ocho países de la muestra en un gráfico de dispersión, se observa una relación lineal positiva, como se muestra en el Gráfico 1.

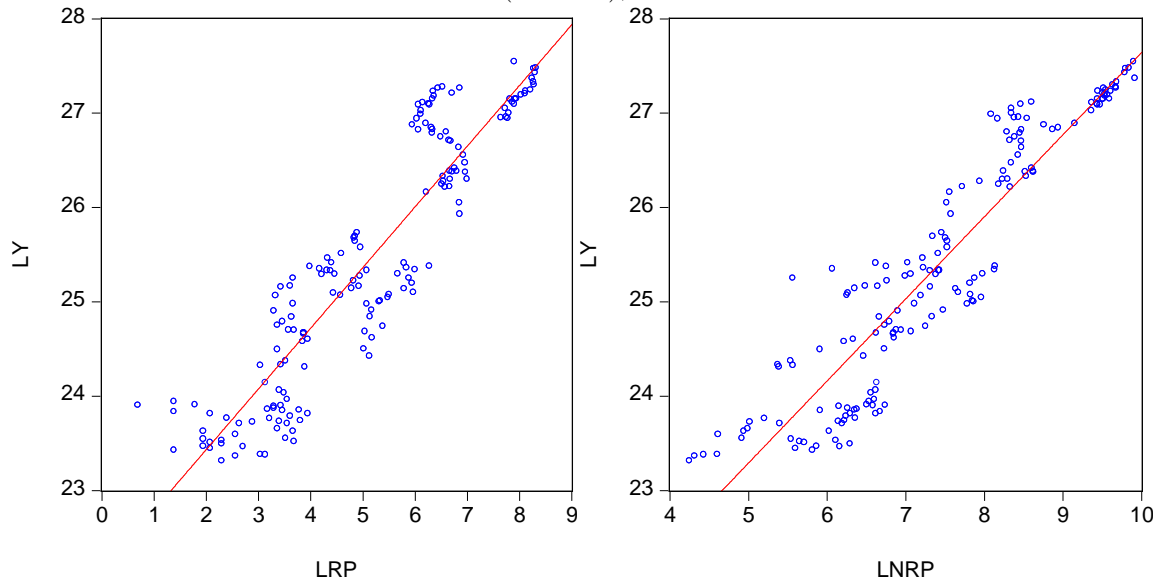
En el Gráfico 2 y el Gráfico 3 se muestra esta relación separando las patentes registradas por residentes (Gráfico 2) y las registradas por no residentes (Gráfico 3), observamos también una relación lineal positiva.

Gráfico 1. PIB y registro de patentes totales (residentes y no residentes), 1990 – 2011.



Fuente: Elaboración propia con información de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

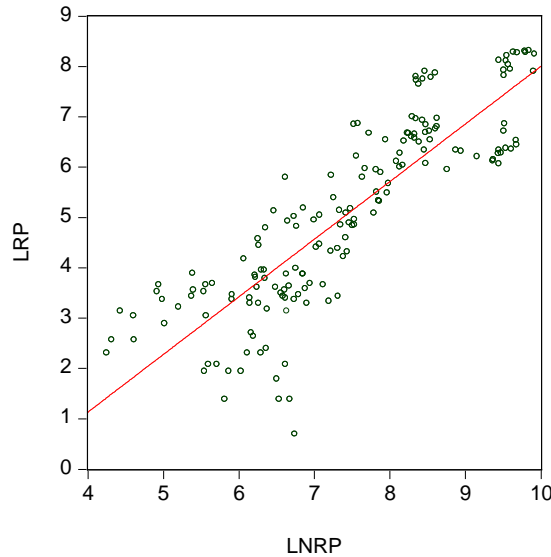
Gráfico 2. PIB y registro de patentes por residentes (izquierda), registro de patentes por no residentes (derecha), 1990 – 2011.



Fuente: Elaboración propia con información de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

Por último, podemos observar en el Gráfico 3 la relación lineal positiva que existe entre el registro de patentes por no residentes y el registro de patentes por residentes. Esta relación evidencia una importante correlación entre estas variables, lo cual sugeriría la existencia de un mecanismo que, aunque no es objeto de verificación en este documento, esboza una dinámica en la cual las patentes de no residentes podrían estar explicando en algún sentido la dinámica de patentes de residentes para los países latinoamericanos considerados en la muestra.

Gráfico 3. Registro de patentes por no residentes y el registro de patentes por residentes, 1990 – 2011.



Fuente: Elaboración propia con información de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

2 Datos, Metodología y Modelo Econométrico

2.1 Datos

La base de datos empleada en este estudio se construyó con datos del Banco Mundial y de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). Esta base cuenta con información sobre PIB (en millones de dólares de 2005 y corregido por PPP⁶), fuerza laboral (población económicamente activa), capital (formación bruta de capital fijo, en millones de dólares de 2005), el número de registro de patentes efectuadas por residentes y el número de registro de patentes efectuadas por no residentes. La base de datos cubre el periodo 1990 – 2011 para 8 países de América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú y Uruguay).

2.2 Metodología y Modelo Econométrico

En este documento se pretende estimar un modelo de datos panel, en el cual el número de observaciones de tiempo es mayor a la cantidad de individuos ($T > N$), y por lo tanto, es posible que las series del modelo no cumplan las características de una serie estacionaria, es

⁶ Paridad del Poder Adquisitivo, PPP por sus siglas en inglés.

decir, pueden presentar raíces unitarias. En ese caso, se debe tener en cuenta la existencia de una relación de cointegración entre las variables que se analizan para el grupo de individuos, es decir, debe existir una relación de equilibrio de largo plazo. En otras, palabras, debemos asegurar que exista una relación de cointegración para evitar el problema de obtener resultados espurios y problemas de endogenidad en las estimaciones⁷. La metodología empleada será entonces emplear pruebas de raíces unitarias, después determinar si existe una relación de cointegración entre las cinco variables del modelo, y finalmente estimar esa relación de largo plazo. El modelo a estimar es el siguiente

$$\text{Ln}(Y)_{it} = \alpha_i + \beta_1 \text{Ln}(K)_{it} + \beta_2 \text{Ln}(L)_{it} + \beta_3 \text{Ln}(R\text{Pat})_{it} + \beta_4 \text{Ln}(NR\text{Pat})_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Donde $\text{Ln}(Y_{it})$ es el logaritmo del PIB de cada país (i) en el periodo (t), $\text{Ln}(K_{it})$ es el logaritmo de la formación bruta de capital fijo de cada país (i) en el periodo (t), $\text{Ln}(L_{it})$ es el logaritmo de la fuerza laboral de cada país (i) en el periodo (t), $\text{Ln}(R\text{Pat}_{it})$ es el logaritmo de los registros de Patentes realizado por residentes para el país (i) en el periodo (t), y $\text{Ln}(NR\text{Pat}_{it})$ es el logaritmo de los registros de Patentes realizado por no residentes para el país (i) en el periodo (t).

2.3 Pruebas de Raíces Unitarias

Inicialmente se busca establecer el orden de integración de las series PIB, Capital, Trabajo, patentes registradas por residentes y patentes registradas por no residentes, todas expresadas en logaritmos. Inicialmente, se emplean las pruebas para datos panel conocidas como de Primera Generación, como las desarrolladas por Im *et al.* IPS (2003), Levin *et al.* LLC (2002), Breitung (2000), Maddala y Wu (1999) (Fisher tipo Dickey y Fuller (1979, 1981)) y Choi (2001) (Fisher tipo Phillips y Perron (1988)). Estas pruebas de raíces unitarias para panel tienen su fundamento en las pruebas desarrolladas para series de tiempo, pero tienen una ventaja sobre estas últimas, y es que al combinar series de tiempo y datos de corte

⁷ Entarf (1997), Kao (1998) y Phillips y Moon (1999), definieron el término de regresiones espurias en el estudio de datos panel no estacionarios.

transversal se obtienen más grados de libertad lo cual mejora las propiedades de los estimadores, y además corrigen la heterogeneidad no observada.

Por último, se aplica la prueba de estacionariedad de Hadri y Rao (2008), la cual está clasificada como una prueba de segunda generación ya que además de estar basada en el estadístico de Hadri (2000) controla por la presencia de dependencia cruzada entre los países del panel y por la presencia de un quiebre estructural en las serie de tiempo, con el fin de evitar resultados erróneos.⁸

2.4 Pruebas de Cointegración

Para llevar a cabo este estudio y cumplir con el objetivo del mismo, en este documento se emplean tres pruebas de cointegración para datos panel. En concreto, se emplean las pruebas de Kao (1999), la prueba de Pedroni (1999, 2000, 2004)⁹ y la prueba tipo Fisher – Johansen¹⁰ de Maddala y Wu (1999). Las dos primeras pruebas amplían el marco y alcance de la prueba de Engle y Granger (1987)¹¹ para ajustarla a datos panel.

La prueba de cointegración para panel de Kao (1999) siguiendo a Engle y Granger, incorpora interceptos específicos en las observaciones de corte transversal y pendientes (coeficientes) homogéneos en las variables independientes de la etapa inicial. Construye un estadístico basado en el estadístico ADF para probar la hipótesis nula de No cointegración. La prueba de Pedroni, también incorpora interceptos, tendencia y coeficientes heterogéneos, y propone varias formas de calcular los estadísticos para evaluar la hipótesis nula de No cointegración bajo dos grupos de hipótesis alterna. El primero, llamado *within-dimension test* o *panel statistics test* construidos bajo la alternativa homogénea, y el segundo llamado *between-dimension* o *group statistics test*, bajo la alternativa heterogénea.

Por su parte, Maddala y Wu (1999) proponen la prueba tipo Fisher Johansen, la cual combina los valores probabilísticos (p-value) de los N individuos para construir un estadístico de prueba para el panel de datos completo. El valor del estadístico (χ^2) está

⁸ Para una ampliación de esta prueba se expone en Campo (2012).

⁹ La prueba de Pedroni es la más empleada en la literatura aplicada de cointegración de datos panel.

¹⁰ Fisher (1932) construye una prueba combinada que emplea el resultado de las pruebas individuales. En este caso la prueba tipo Fisher combina el resultado individual de la prueba de cointegración de Johansen (1989, 1991) para cada país.

¹¹ Esta prueba se basa en el análisis de los errores de una regresión espuria que incluye variables no estacionarias integradas de orden 1, I(1).

basado en los valores probabilísticos de MacKinnon-Haug-Michelis (1999) para los estadísticos traza y lambda-max de Johansen (1989, 1991).

3 Resultados Empíricos

En esta sección se aplican las pruebas expuestas en la metodología para cumplir con el objetivo del documento. Inicialmente se reportan los resultados de las prueba de raíces unitarias, seguidos por los resultados de las pruebas de cointegración y de la estimación del modelo de la ecuación (1).

3.1 Pruebas de Raíces Unitarias

Los resultados de las prueba de cointegración se dividen en dos, primero se presentan los resultados de las seis pruebas tradicionales aplicadas a las series en logaritmos en una tabla, y los resultados de las pruebas a las primeras diferencias de las series en otra. Segundo, se presentan los resultados de la prueba de Hadri y Rao (2008) en una tercera tabla.

La Tabla 2 presenta el resultado de las seis pruebas de raíz unitaria para cada variable, y se observa que para las primeras cinco pruebas de la tabla, no se permite rechazar a ningún nivel de significancia convencional la hipótesis nula de que la serie tiene raíz unitaria. Este resultado implica que las cinco series de tiempo del modelo panel no son estacionarias. A esto se suma el resultado de la prueba de Hadri (2000), cuyo resultado permite rechazar la hipótesis nula de que la serie es estacionaria, es decir, $I(0)$, para las cinco variables.

Seguido se aplican las mismas pruebas a las primeras diferencias de las series, con el fin de determinar si existen más raíces unitarias o si por el contrario las series son integradas de orden uno, $I(1)$. Estos resultados se presentan en la Tabla 3, observando que para el caso de las primeras cinco pruebas se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria a favor de la hipótesis alterna de estacionariedad. Para el caso de la prueba de Hadri, esta no permite rechazar la hipótesis nula de estacionariedad para ninguna series, lo cual confirma los resultados de las demás pruebas.

Tabla 2. Resultados Pruebas de Raíces Unitarias (Niveles) – Primera Generación

Prueba	Ln(Y)	Ln(L)	Ln(K)	Ln(RP)	Ln(NRP)
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
Levin, Lin & Chu t*	1.027	-0.630	1.298	-0.474	1.682
Breitung t-stat	-0.584	0.578	-3.875	1.944	0.798
Im, Pesaran and Shin W-stat	0.083	0.666	-2.837	-0.580	0.459
ADF - Fisher Chi-square	18.035	15.297	34.907	19.631	22.354
PP - Fisher Chi-square	7.530	14.974	14.796	21.089	25.341
Hadri Z-stat	8.3892***	8.6387***	7.1874***	3.3159***	3.1521***

(***) Rechaza la Hipótesis nula al 1%.

(**) Rechaza la Hipótesis nula al 5%.

(*) Rechaza la Hipótesis nula al 10%.

Tabla 3. Resultados Pruebas de Raíces Unitarias (Diferencia) – Primera Generación

Prueba	Dln(Y)	Dln(L)	Dln(K)	Dln(RP)	Dln(NRP)
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
Levin, Lin & Chu t*	-7.4873***	-6.6253***	-7.9745***	-5.56692***	-6.28764***
Breitung t-stat	-3.5438***	-4.4783***	-4.2678***	0.1902*	1.6581**
Im, Pesaran and Shin W-stat	-5.8374***	-6.0352***	-4.9364***	-6.7199***	-6.1596***
ADF - Fisher Chi-square	55.2657***	68.3874***	54.6784***	75.7014***	77.2568***
PP - Fisher Chi-square	54.7643***	72.4763***	63.2764***	27.783***	86.3562***
Hadri Z-stat	0.2735	1.3876	-0.3628	0.4125	0.6378

(***) Rechaza la Hipótesis nula al 1%.

(**) Rechaza la Hipótesis nula al 5%.

(*) Rechaza la Hipótesis nula al 10%.

Los resultados anteriores se refuerzan con los presentados en la Tabla 4. En esta Tabla se presenta el resultado de la prueba de Hadri y Rao (2008)¹², la cual respalda la presencia de una raíz unitaria en las cuatro series de tiempo para los 8 países del panel. Se presentan

¹² Solo se presenta el resultado de la prueba aplicada a las series en niveles. La prueba a las primeras diferencias de las series arroja que las series son estacionarias, es decir, que las series empleadas solo tienen una raíz unitaria.

también el año de quiebre estructural en cada serie para cada país¹³, así como el modelo seleccionada y el orden autorregresivo del error en el modelo seleccionado.

Tabla 4. Resultado Prueba de Raíces Unitaria – Segunda Generación

	Ln(Y)			Ln(K)			Ln(L)			Ln(RP)			Ln(NRP)		
	Quiebre	Model	AR	Quiebre	Model	AR	Quiebre	Model	AR	Quiebre	Model	AR	Quiebre	Model	AR
ARG	2001	3	1	2001	3	1	2004	3	4	2001	3	3	2002	3	2
BRA	2004	2	3	2002	3	0	1993	2	1	1997	1	3	1997	0	3
CHI	1997	2	1	1999	3	0	2001	3	4	2009	2	1	2001	1	1
COL	1999	3	2	1999	3	2	2004	3	2	2001	1	3	2002	1	4
ECU	1999	3	0	1999	3	1	2001	3	0	2001	1	0	2002	1	1
MEX	2009	1	1	1995	1	1	1999	3	4	1999	0	4	1999	1	3
PER	2001	3	3	2000	1	0	2003	1	0	2009	2	3	2009	2	3
URY	2002	3	0	2002	3	1	2003	1	0	1997	3	4	1997	2	3
Estadístico LM	8.782			6.092			15.187			18.490			19.492		
P-Value Asintótico	0.0000			0.0000			0.0000			0.0000			0.0000		
P-Value Bootstrap	0.0450			0.0250			0.0460			0.0041			0.0351		

Nota: El tipo de modelo y el orden del proceso AR, se seleccionaron por medio del criterio de información bayesiano.

3.2 Prueba de Cointegración y Coeficientes de Largo Plazo

Una vez determinado que las series son integradas de orden uno, a continuación se presentan los resultados de las pruebas de Cointegración para el modelo panel. Como se mencionó anteriormente, las tres pruebas que se aplicaron en este documento tienen como hipótesis nula la No existencia de cointegración.

En la Tabla 5 se presenta el resultado de la prueba de cointegración de Kao (1999), la cual establece que las series están cointegradas con una significancia del 1%. Por su parte, la Tabla 6 presenta los resultados de la Prueba de Cointegración de Pedroni, la cual está basada en los residuos de la regresión estimada por Mínimos Cuadrados Ordinarios Completamente Modificados (FMOLS)¹⁴, y se compone de siete estadísticos. Según estos

¹³ Si bien los quiebres determinados en esta prueba controlan el estadístico para que los resultados no sean falsos en presencia de quiebre estructural, este dato de la fecha no se emplea más allá.

¹⁴ El estimador FMOLS produce estimadores asintóticamente insesgados y que se distribuyen normalmente.

resultados cuatro de los siete estadísticos rechazan la hipótesis nula de cointegración al 5%, y uno lo hace al 10% de significancia, tres de la alternativa homogénea y dos de la heterogénea, y por tanto, se establece que las series están cointegradas. Por último, en la Tabla 7 se exponen los resultados de la prueba tipo Fisher Johansen, la cual según el estadístico tipo lambda max establece que existe un vector de cointegración entre las cinco variables con un 95% de confianza.

Tabla 5. Resultado Prueba de Cointegración de Kao

	Estadístico	P-Value
ADF	-3.203066	0.0007
Varianza Residual	0.000535	
Varianza HAC	0.000711	

Tabla 6. Resultado Prueba de Cointegración de Pedroni

	Estadístico	Prob.
Panel v-Statistic	7.257638	0.0000
Panel rho-Statistic	1.467865	0.8814
Panel PP-Statistic	-1.29632	0.0259
Panel ADF-Statistic	-1.410349	0.0166
Group rho-Statistic	2.415436	0.9921
Group PP-Statistic	-1.304841	0.0960
Group ADF-Statistic	-2.073253	0.0191

Tabla 7. Resultado Prueba de Cointegración de Fisher Johansen

# de Ecuaciones de Cointegración	Estadístico Fisher		Estadístico Fisher	
	(Traza de Johansen)*	Prob.	(Lambda-Max de Johansen)*	Prob.
None	85.4000	0.0000	58.1400	0.0000
At most 1	40.5500	0.0006	25.5200	0.0611
At most 2	21.9200	0.1456	20.3200	0.2062
At most 3	9.4810	0.8923	11.0100	0.8090
At most 4	5.0670	0.9954	5.0670	0.9954

*Las Probabilidades son calculadas empleando la distribución asintótica Chi-Cuadrado.

Como se determinó anteriormente, existe una relación de largo plazo entre las variables de la ecuación (1). El resultado de esta relación de largo plazo estimada por FMOLS se presenta en la ecuación (2), los errores estándar se presentan entre ().

$$\ln(Y)_{it} = 7.54 + \underset{(0.4883)}{0.51} \ln(K)_{it} + \underset{(0.0426)}{0.375} \ln(L)_{it} + \underset{(0.0122)}{0.025} \ln(RPat)_{it} + \underset{(0.0091)}{0.044} \ln(NRPat)_{it} \quad (2)$$

Estos resultados sugieren que ante un incremento del 10% en el capital, a largo plazo, el PIB se incrementa en 3.8% aproximadamente. Un incremento del 10% en la fuerza laboral, en el largo plazo, incrementa el PIB en un 5.1 %. Por último, ante un incremento de las Patentes registradas por residentes en un 10%, a largo plazo, provoca un incremento del PIB de 0.25 %, el mismo incremento en el registro de patentes por no residentes incrementa el PIB en 0.44 %.

Se observa entonces que el impacto de las patentes registradas por no residentes sobre el PIB es superior al presentado por las patentes registradas por residentes, ambos coeficientes son significativos al 1%. Esto se podría conciliar precisamente por la naturaleza de los países considerados en la muestra, teniendo en cuenta que la innovación en dichos países es baja. Según esto, los resultados de este ejercicio representan una evidencia que, para países latinoamericanos, corrobora los hallazgos de Jones (2002) de acuerdo con el cual, el hecho de que el crecimiento a largo plazo de este tipo de economías está determinado en mayor

medida por la generación de ideas innovadoras en el resto del mundo, podría explicarse por la naturaleza de la innovación asociada a la patente no residente frente a la innovación de la patente de residentes.

Por otro lado, el ejercicio presenta evidencia de la importancia del desarrollo de patentes de residentes sobre el crecimiento económico en los países latinoamericanos, con lo cual debería incentivarse y promoverse la investigación y el desarrollo de actividades que culminen con la generación de innovaciones susceptibles a ser patentadas por parte de los residentes, además de establecer cuál debe ser el papel que desempeñe en esto las autoridades encargadas del registro y la protección de la propiedad industrial, para que sus políticas tengan el efecto adecuado sobre el crecimiento económico.

4 Conclusiones

En este documento se estudió la relación existente entre las patentes registradas por residentes y las patentes registradas por no residentes con el PIB, con el fin de comparar la contribución de cada tipo de patente al crecimiento económico para 8 países de América Latina, utilizando información anual sobre PIB (en millones de dólares de 2005 y corregido por PPP), fuerza laboral (población económicamente activa), capital (formación bruta de capital fijo, en millones de dólares de 2005), el número de patentes registradas por residentes así como el número de patentes registradas por no residentes, durante el periodo 1990 – 2011 con el fin de separar el efecto que tienen las patentes registradas por residentes y las registradas por no residentes.

Se aplican pruebas de raíces unitarias de primera generación, como la Maddala y Wu (1999), IPS (2003), LLC (2002), Breitung (2000), Hadri (2000), y de segunda generación, como la prueba propuesta por Hadri y Rao (2008), con el fin de determinar el orden de integración de las series. Estas pruebas determinan que las series del modelo son integradas de orden uno. Adicionalmente, se presentan pruebas de cointegración como la prueba de Kao (1999), la prueba tipo Fisher Johansen y la prueba de Pedroni (1999, 2000, 2004), las cuales sostienen que las series PIB, capital, trabajo, patentes de residentes y patentes de no residentes están cointegradas, es decir, comparten una relación de equilibrio de largo plazo.

En general, los resultados de la estimación de esta relación de largo plazo sugieren que ante un incremento del 10% en el capital, a largo plazo, el PIB se incrementa en 3.8% aproximadamente. Un incremento del 10% en la fuerza laboral, en el largo plazo, incrementa el PIB en un 5.1 %. Por último, ante un incremento de las Patentes registradas por

residentes en un 10 %, a largo plazo, provoca un incremento del PIB de 0.25 %, mientras que el mismo incremento en el registro de patentes por no residentes incrementa el PIB en 0.44 %.

Los resultados anteriores muestran que el impacto de las patentes registradas por residentes sobre el PIB es inferior al presentado por las patentes registradas por no residentes, ambos coeficientes son significativos al 1%. Esto se podría conciliar con el hecho de que en estos países latinoamericanos las actividades de innovación como proporción del PIB es baja si se compara con estándares a nivel mundial, sumado a que la mayoría de los registros de patentes son efectuados por no residentes, siendo el registro de los residentes muy pequeño.

No obstante, según este resultado, existe evidencia de que las patentes como medida de innovación y generación de nuevas ideas son una fuente de crecimiento económico en el largo plazo, en el cual las ideas del resto del mundo juegan un papel importante en el sentido de que genera externalidades positivas e incluso puede inducir a un desarrollo de actividad I+D más fuerte para generar nuevas ideas por parte de residentes, más aun reconociendo la relación positiva entre patentes de no residentes y de residentes. Lo anterior va en el sentido de la hipótesis de Jones (2002) ya que según éste, las ideas del resto del mundo patentadas en otros países afectan positivamente el crecimiento económico, sobretodo en países en desarrollo y economías emergentes que son tomadores de tecnología y por ende de ideas globales innovadoras.

En este orden de ideas, este documento presenta una nueva pieza de evidencia sobre la relación que existe entre las patentes como medidas de innovación y el crecimiento económico en ocho países de América Latina. Es decir, con estos hallazgos, las autoridades encargadas de la protección de la propiedad industrial en los países de América Latina deben, en cooperación de las instituciones dedicadas a la investigación, incentivar y promover el ambiente adecuado para el desarrollo y registro de modelos de utilidad y patentes en empresas e instituciones dedicadas a la investigación y al desarrollo, con el fin de que las políticas de propiedad industrial tengan el efecto adecuado en el crecimiento económico. Propuestas como las de Sánchez *et al.* (2012) de regionalizar y hacer más accesible el Sistema de Propiedad Industrial en Colombia puede generar un incremento en el uso de este sistema y por ende en el número de patentes registradas, lo cual a su vez podría tener un impacto positivo en el crecimiento económico a la luz de los resultados obtenidos.

No obstante, los resultados obtenidos en el panel descrito, no deben entenderse como resultados que puedan extrapolarse individualmente para describir la dinámica de cada uno de los países considerados. Por el contrario, el resultado es una primera aproximación al

problema desde el punto de vista agregado, y sugiere abrir una discusión que amerita ejercicios posteriores de validación al interior de cada país de cada uno de los resultados encontrados en el presente ejercicio.

Trabajos futuros a realizar en esta línea de investigación sugerirían además de los análisis por país anteriormente sugeridos, introducir otros métodos de análisis que permitan incorporar variables que validen la eficacia de los sistemas de propiedad industrial al interior de cada país, y su efecto sobre el crecimiento. De igual manera, se hace importante avanzar en investigaciones que permitan introducir factores diferenciadores de la calidad de la patente teniendo en cuenta la actividad económica a la que está ligada la patente, entre otros criterios.

Referencias

- Aghion, P. y Howitt, P. (1992). "A model of growth through creative destruction". *Econometrica*, Vol. 60, pp. 323 – 351.
- Blind, K. y Jungmittag, A. (2008). The impact of patents and standards on macroeconomic growth: a panel approach covering four countries and 12 sectors. *Journal Of Productivity Analysis*, Vol. 29, pp. 55 – 60.
- Breitung, J. (2000). "The local power of some unit root tests for panel data". *Advances in Econometrics*, vol 15, pp. 161 – 177.
- Campo, J. (2012). "Impacto de las patentes sobre el crecimiento económico: un modelo panel cointegrado 1990 – 2010". *Equidad & Desarrollo*, No. 18, pp. 65 – 88.
- Chen, Y. y Puttitanun, T. (2005). "Intellectual property rights and innovation in developing countries", *Journal of Development Economics*, vol. 78, pp. 474 – 493.
- Choi, I. (2001). "Unit root test for panel data". *Journal of International Money y Finance*, vol 20, pp. 249 – 272.
- Engle, R.F. y Granger, C. (1987). Co-integration y Error- Correction: Representation, estimation y testing. *Econometrica*, No. 55 (2), pp. 251 – 276.
- Dickey, D. y Fuller, W. (1979). "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74, pag. 427 – 431.
- Dickey, D. y Fuller, W. (1981). "Likelihood Ratio Statistics for Autorregressive Time Series with a Unit Root", *Econometrica*, Vol. 49, No. 4, pp. 1057 – 1072, July.
- Entorf, H. (1997). "Random walks with drifts: Nonsense regression and spurious fixed-effect estimation", *Journal of Econometrics*, Vol. 80, pp. 287 – 296.
- Fink, C. y Maskus, K. (2005). "Intellectual Property and Development", *World Bank*, Washington, DC.
- Fisher, R. A. (1932). *Statistical Methods for Research Workers*, 4th Edition, Edinburgh: Oliver & Boyd.

- Futagami, K. y Iwaisako, T. (2007). “Dynamic analysis of patent policy in a endogenous growth model”, *Journal of Economic Theory*, vol. 132, pp. 306 – 334.
- Granger, C. y Newbold, P. (1974). “Spurious Regressions in Econometrics”, *Journal of Econometrics*, Vol. 2, pag. 111 – 120.
- Gilbert, R. y Shapiro, C. (1990). “Optimal patent length and breadth”, *Journal of Economics*, vol. 21, pp. 106 – 112.
- Gould, D. y Gruben, W. (1996). “The role of intellectual property rights in economic growth”, *Journal of Development Economics*, vol. 48, pp. 323 – 350.
- Grossman, G. y Helpman, E. (1991a). “Quality ladders and product cycles”. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, pp. 557 – 586.
- Grossman, G. y Helpman, E. (1991b). “Quality ladders in the theory of growth”. *Review of Economic Studies*, Vol. 58(1), pp. 43 – 61.
- Hadri, K. (2000). “Testing for stationarity in heterogeneous panel data”. *Econometric Journal*, vol 3, pp. 148 – 161.
- Hadri, K. y Rao, Y. (2008). “Panel Stationarity Test with Structural Breaks”. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 70, No. 2, pp. 245 - 269.
- Hasan, I. y Tucci, C. (2010). “The innovation-economic growth nexus: Global evidence”, *Research Policy*, vol. 39, pp. 1264 – 1276.
- Im, K., Pesaran, M. y Shin, Y. (2003). “Testing for unit roots in heterogeneous panels”. *Journal of Econometrics*, vol 115, pp. 53 – 74.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Econometric Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254.
- Johansen, S. (1991). “Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models,” *Econometrica*, 59, pp. 1551 – 1580.
- Jones, C. (1995a). “R&D-based models of economic growth”. *Journal of Political Economy*, Vol. 103(4), pp. 759 – 784.

- Jones, C. (1995b). "Time series test of endogenous growth models". *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 110(2), pp. 495 – 525.
- Jones, C. (2002). "Sources of U.S. economic growth in a world of ideas". *American Economic Review*, Vol. 92(1), pp. 220 – 239.
- Judd, K. (1985). "On the performance of patents", *Econometrica*, vol. 53, pp. 567 – 585.
- Kao, C. (1999). "Spurious regression and residual-based test for cointegration in panel data", *Journal of Econometrics*, Vol. 90, pp. 1 – 44.
- Koléda, G. (2004). "Patents novelty requirement and endogenous growth", *Revue d'économie politique*, vol. 114, pp. 201 – 221.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P., Schmidt, P. y Shin, Y. (1992). "Testing the null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of Unit Root", *Journal of Econometrics*, Vol 54 (1 - 3), pag. 159 – 178.
- Levin, A., Lin, C. and Chu, C. (2002). "Unit Root Test in Panel Data: Asymptotic and Finite-sample Properties". *Journal of Econometrics*, Vol. 108, pp. 1 – 24.
- Maddala, G. y Wu, S. (1999). "A comparative study of unit root test with panel data y a new simple test". *Oxford Bulletin of Economics y Statistics*, vol 61, pp. 631 – 652.
- MacKinnon, J., Haug, A. y Michelis, L. (1999). "Numerical Distribution Functions of Likelihood Ratio Tests for Cointegration". *Journal of Applied Econometrics*, John Wiley & Sons, Ltd., vol. 14(5), pp. 563 – 77,
- Park, W. y Ginarte, J. (1997). "Intellectual property rights and economic growth", *Contemporary Economic Policy*, vol. 15, pp. 51 – 61.
- Pedroni, P. (1999). "Critical Values for Cointegration Test in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors". *Oxford Bulletin of Economics y Statistics*, Special Issue 0305-9049.
- Pedroni, P. (2000). "Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels". *Advances in Econometrics*, Vol 15, pp. 93 – 130.
- Pedroni, P. (2004). "Panel Cointegration: asymptotic y finite sample proprieties of pooled time series with an application to the PPP hypothesis: New Results". *Econometric Theory*, vol 20, pp. 597 - 627.

- Phillips, P. y Perron, P. (1988). “Testing for a Unit Root in Time Series regression”, *Biometrika*, Vol 75, pag. 147 – 159.
- Romer, P. (1986). “Increasing returns and long run growth”. *Journal of Political Economy*, Vol. 94(5), pp. 1002 – 1037.
- Romer, P. (1990). “Endogenous technological change”. *Journal of Political Economy*, Vol. 98(5), pp. S71 – S102.
- Sánchez, D., Cantor, N., Herrera, J.P., Campo, J. y De Quinto, M. (2012). “Construcción de un índice de regionalización para el Sistema Nacional de Propiedad Industrial (SPI): Una aproximación desde la metodología de componentes principales”. *Documentos de Trabajo, No. 1*, Superintendencia de Industria y Comercio.
- Schneider (2005). “International trade, economic growth and intellectual property rights: A panel data study of developed and developing countries”, *Journal of Development Economics*, vol. 78, pp. 529 – 547.
- Solow, R. (1956): A Contribution to the Theory of Economic Growth. Quarterly, *Journal of Economics*, Vol. 70, No. 1, pp. 65 – 94.
- Tandon, P. (1982). “Optimal patents with compulsory licensing”, *Journal of Political Economy*, vol. 90, pp. 470 – 489.
- Yang, C. (2006). “Is innovation the story of Taiwan`s economic growth?”. *Journal of Asian Economics*, Vol. 17, pp. 867 – 878.

Lo invitamos a visitar el micrositio del Grupo de Estudios de Estudios Económicos



La colección completa de la serie de documentos de trabajo se encuentra disponible en

