



Análisis Económico

ISSN: 0185-3937

analeco@correo.azc.uam.mx

Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Azcapotzalco

México

Velázquez Valadez, Guillermo; Vázquez Armenta, José Alfredo; Morales Castro, José Antonio

Estudio de causalidad entre la inversión extranjera directa y la solicitud de patentes por mexicanos como mecanismo de la derrama tecnológica

Análisis Económico, vol. XXXII, núm. 81, septiembre-diciembre, 2017, pp. 183-207

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco

Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41353526009>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Estudio de causalidad entre la inversión extranjera directa y la solicitud de patentes por mexicanos como mecanismo de la derrama tecnológica

(Study of causality between foreign direct investment and patent application by Mexicans, as a mechanism of technology spill)

(Recibido: 20/enero/2017 –Aceptado: 08/junio/2017)

Guillermo Velázquez Valadez^{}*
*José Alfredo Vázquez Armenta^{**}*
*José Antonio Morales Castro^{***}*

Resumen

El presente documento analiza la relación entre la Inversión Extranjera Directa (IED) y la solicitud de patentes (P) en México, como mecanismo de derrama tecnológica hacia el país receptor. Parte de un marco teórico contemporáneo que relaciona ambas variables e identifica

^{*} Investigador de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Escuela Superior de Economía, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas. Miembro de la Red de Desarrollo Económico del IPN. <gvelazquezva@ipn.mx>.

^{**} Lic. En Administración Financiera por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México y Maestro en Ciencias Económicas por la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional. <java@live.com.mx>.

^{***} Docente-investigador en la Escuela Superior de Comercio y Administración, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Tepepan. Miembro del SNI Nivel 1. <jmorales@ipn.mx>.

la conveniencia de empresas multinacionales de gestionar o resguardar el conocimiento. Posteriormente mediante la causalidad de *Granger*, se muestra que no existe en nuestro país una causalidad bidireccional ni un idireccional entre ambas variables.

Palabras clave: patentes, inversión extranjera directa, tecnología.

Clasificación JEL: O32, O33.

Abstract

This paper analyzes the relationship between Foreign Direct Investment (FDI) and the application of patents (P) in Mexico as a mechanism of technological spill to the host country. Part of a contemporary and theoretical framework that relates both variables and identifies the convenience of multinational companies to manage or safeguard knowledge. Subsequently through the Granger causality, it is shown there is no bidirectional or unidirectional causality in our country between both variables.

Keywords: patents, foreign direct investment, technology.

JEL Classification: O32, O33.

1. Introducción

La teoría económica señala que dentro de los factores que influyen directamente en la operación y resultados de los sistemas productivos, están: la inversión extranjera directa y la transferencia de tecnología. Estos dos elementos permiten ver con claridad el manejo de la política económica de un país y sus condiciones para guiar las inversiones foráneas para fortalecer los sectores productivos, con altas posibilidades de éxito.

Sin embargo, para las economías emergentes este supuesto no siempre es verdadero, lo anterior se debe a que la transferencia de tecnología por parte de los países inversores es limitada y en ocasiones utilizan los mercados emergentes como la última opción para sacar beneficios hasta el final de la vida útil de la tecnología. En este tenor, la relación entre las variables en el estudio: Inversión Extranjera Directa (IED) y Patentes (P) como mecanismo de mercado para transferir tecnología y promover el desarrollo en los países emergentes, se ve limitado a intereses de tipo económico y político.

Lo anterior se comprueba al observar los reportes: WEF The Global Competitiveness Report 2014–2015 y WEF, The Global Information Technology Report

2014, en donde en materia de competitividad, Suiza; Singapur y Estados Unidos, ocupan los tres primeros lugares y para el Ranking de Tecnología, Finlandia; Singapur y Suecia, se ubican en los tres primeros lugares. En esos mismos reportes, México se encuentra en los lugares 61 de Competitividad y 79 de Tecnología. Las posiciones que ocupa nuestro país en los *rankings* señalados anteriormente, nos conducen al problema de investigación, el cual queda definido en los siguientes términos: La IED en el país se ha concentrado principalmente en la industria maquiladora con bajo valor agregado en las industrias nacionales. Esto refleja que existe un problema en la derrama tecnológica, de habilidades administrativas y empresariales que debería generar la IED en nuestra nación. Así mismo, esta situación impide el tránsito del país de una economía de maquila, hacia una economía del conocimiento.

Lo anterior, se aprecia claramente al tomar como parámetro al número de patentes tanto solicitadas como otorgadas en México. Durante el periodo 2002-2012, los mexicanos solicitaron un total de 8,173 patentes; mientras que los extranjeros en nuestro país solicitaron un total de 151,659, un diferencial de 143,486 patentes, en términos de porcentaje esto representa 1,755% más de solicitudes extranjeras sobre las solicitudes mexicanas. Por otra parte, la situación se vuelve más grave si tomamos ahora el parámetro de patentes otorgadas, mientras que a los mexicanos le fueron otorgadas un total de 2,049 patentes en el mismo periodo; a los extranjeros le fueron otorgadas un total de 98,378; es decir un diferencial de 96,329 patentes (4,701% más patentes otorgadas a extranjeros que a mexicanos).

Con el propósito de realizar una investigación sobre el tema señalado, se ha establecido el siguiente objetivo: Analizar la relación de causalidad entre la Inversión Extranjera Directa con el número de solicitudes de patentes por mexicanos, así como, determinar si la IED presenta la capacidad de transformar la situación del país en materia tecnológica al fomentar la transferencia y producción de tecnología propia.

Por otra parte, en congruencia con el objetivo, se plantea la siguiente hipótesis: La IED en el país durante el periodo 2002-2012, sólo ha aprovechado marcadamente el bajo costo de la mano de obra mexicana sin que se generen derramas tecnológicas en la economía nacional, por lo cual, no presenta efectos positivos en materia económica y tecnológica que se reflejen en un crecimiento considerable y sostenido del Producto Interno Bruto (PIB).

Una vez que se ha elaborado el problema de investigación, objetivo e hipótesis, el esquema de artículo se complementa con un marco teórico, una descripción estadística y un modelo de causalidad que sirve para comprobar la hipótesis.

2. Teorías del crecimiento económico y la tecnología

Dentro de la teoría económica se tienen modelos que definen al crecimiento económico en función de la variable tecnología, aduciendo que solo mediante el incremento de conocimiento y desarrollo de nuevos productos y servicios una economía presenta importantes márgenes de crecimiento, dentro de estos teóricos, por su importancia y aportaciones se han considerado los siguientes:

- Solow (1957): la herramienta de medición desarrollada por el economista neoclásico permite medir el factor de cambio tecnológico como variable exógena del crecimiento de la productividad. Su principal objetivo es proveer un modelo equilibrado de crecimiento bajo la afectación de la variable exógena de cambio tecnológico. Pone especial interés en lo que define como “Progreso Técnico”, que no es más que el desarrollo de nuevos procesos, inventos e innovaciones que fomentan la producción y que son desarrollados por las personas a través del conocimiento.
- Kuznets (1981) y Romer (1989): definen al crecimiento económico como “un aumento a largo plazo en la capacidad de suministro de más diversos bienes económicos a su población, esta capacidad de crecimiento basada en el avance de la tecnología y los ajustes institucionales e ideológicos que demanda”. Además, señalan factores adicionales que impactan directamente en el crecimiento económico y que son utilizados por los gobiernos para hacer que sus economías sean más productivas:
 1. Baja dependencia paulatina de recursos naturales,
 2. Aumento de importancia de sector gubernamental en la economía,
 3. Mejora en el nivel de educación.
- Becker (1994): el crecimiento económico en nuestros días es explicado por la tasa de la tecnología, en ese sentido, el crecimiento económico es igual al nivel alcanzado en la generación de tecnología. Por otro lado, el desarrollo económico y tecnológico depende de: la tasa de innovación; capacidad de invención; número de registros de patentes y los avances de la ciencia, por lo tanto, se resume que el crecimiento económico y tecnológico de un país o empresa, está íntimamente ligado a la acumulación de conocimientos y habilidades del capital humano que lo adquiere y lo aplica.

- Porter (2013): la economía y las organizaciones, aprovechan la tecnología como factor de crecimiento, al aplicarla como ventaja competitiva. Actualmente existen empresas que surgen, crecen y dominan los mercados, con base en los desarrollos tecnológicos que aplican e insertan de forma eficiente en los mercados donde se desenvuelven. Porter señala que existen actividades de apoyo, las cuales subdivide en cuatro rubros:
 1. Adquisiciones: todo lo relacionado con compras.
 2. Desarrollo Tecnológico: Diseñadas para crear y transformar los valores agregados del producto.
 3. Recursos Humanos: Reclutamiento, selección, capacitación, permanencia del capital humano.
 4. Infraestructura organizacional: Finanzas, planeación, jurídico, gobierno, contabilidad.

3. Diagnóstico de la situación educativa y el nivel de patentes en México.

En los últimos años se ha dado un debate sobre la necesidad de que México pase de ser un país maquilador hacia una economía del conocimiento y progreso tecnológico. Los principales argumentos expuestos para la apertura comercial y la inserción financiera, son los de crecimiento económico, progreso y desarrollo tecnológico competitivo. En los estudios económicos sobre México (OCDE, 2015) el gasto en I+D como proporción del PIB, que refleja de algún modo el grado tecnológico, es de 0.43% en 2012; 0.50% en 2013 y 0.54% en 2014, porcentajes que son bastante bajos comparados con el promedio de los países que forman parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) el cual es del orden del 2.37%.

Queda claro que nuestro país presenta una dependencia en materia tecnológica de las principales potencias generadoras de productos y servicios con alto valor agregado. Los antecedentes más remotos se encuentran en la condición de coloniaje a que fue sometido México por los españoles durante tres siglos. Posteriormente siguió una condición de país penetrado por las inversiones extranjeras, y vulnerable frente a los intereses económicos y políticos de Estados Unidos, el país con más fuerte presencia en la economía del México moderno. La fuerte dependencia respecto de la tecnología extranjera tiene como contrapartida un profundo subdesarrollo científico y tecnológico nacional, resultado de la escasa prioridad y los insuficientes recursos dedicados a la formación de personal científico-técnico

de alto nivel y al desarrollo de la investigación científica y tecnológica a lo largo de más de dos décadas de desarrollo industrial acelerado.

Por otro lado, el gasto en educación por estudiante queda por debajo del promedio de la OCDE en todos los niveles que comprende el sistema educativo, esta situación no es favorable para la formación en número considerable de recursos humanos con altas competencias que se dediquen a la investigación y el desarrollo, actividades que se reflejen en la cantidad de patentes que los científicos mexicanos registran y obtienen.

Cuadro 1
Gasto anual por estudiante México Vs OCDE

<i>Gasto anual por estudiante (Dólares USA)</i>	<i>México</i>	<i>OCDE</i>
	<i>2012</i>	<i>2012</i>
Educación preescolar	2,568	7,428
Educación primaria	2,622	8,296
Educación secundaria y media superior	2,943	9,280
Educación superior	7,889	13,958

Fuente: OCDE, 2014

Se observa en el cuadro anterior que el gasto en educación por parte de México, refleja un atraso pronunciado respecto al gasto promedio de las economías que integran la OCDE, los diferenciales por cada alumno mexicano respecto al gasto que se efectúa por nivel son abrumadores, nuestro país presenta los siguientes déficits: Preescolar 4,860 dólares USA; Primaria 5,674 dólares USA; Secundaria y Media Superior 6,337 dólares USA; Superior 6,069 dólares USA; sobre este supuesto es complicado defender la posición de que nuestro país cuenta con un Sistema de Investigación Nacional que a través de sus científicos está generando una fuerte cantidad de patentes que coadyuvan al desarrollo económico y tecnológico.

En este contexto, se debe agregar que las empresas con inversión extranjera directa emplean capital humano con conocimientos y habilidades que manejen las técnicas y tecnologías superiores o iguales que las economías de origen, pero esto no implica que se transfiera automáticamente este conocimiento para el desarrollo y progreso tecnológico nacional.

Cuadro 2
Solicitudes de Patentes por Países (2012)

<i>País</i>	<i>Número de solicitudes</i>
China	535,313
Japón	287,013
Estados Unidos	268,782
Brasil	4,804
México	1,294
Argentina	735
Colombia	213
Perú	54
Uruguay	22

Fuente: Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI)

Destaca en el contexto internacional China, que solo para el 2012 presentó más de 530 mil solicitudes de patentes, mientras que nuestro país presentó el 0.24% de las solicitudes chinas, si combinamos las cifras de gasto en educación y el número de solicitudes mexicanas, tenemos un escenario difícil de remontar para lograr que México se convierta en un país generador de tecnología.

4. La Inversión Extranjera Directa y la derrama tecnológica en México.

Algunos estudios referentes a la función que la IED tiene en una economía receptora, intentan explicar que este tipo de inversión no ha sido aprovechada por los países receptores, los estudios argumentan que la inversión foránea sí genera beneficios netos, así mismo, señalan que, de los determinantes existen diferencias en los países que reciben las inversiones y permiten una mejor absorción de los diversos provechos que ofrecen. De las principales variables para el aspecto tecnológico, resalta el capital humano como indicativo de la habilidad para absorber los *spillovers tecnológicos*,¹ el nivel educativo, la brecha tecnológica, el nivel institucional del país y su burocracia.

Estudios empíricos han encontrado varias relaciones interesantes entre estas variables para explicar por qué la IED es selectiva en sus beneficios y/o

¹ Los spillovers tecnológicos indirectos asociados a la IED se deben al incremento de la productividad de las firmas locales como consecuencia de la entrada o presencia de subsidiarias de multinacionales, donde las multinacionales no pueden internalizar completamente el valor de estos beneficios. (Rojas-Romangosa, 2006).

spillovers tecnológicos, encontrando efectos de interacción positivos y negativos entre las economías involucradas. La anterior aseveración se sustenta en la investigación de Xiaoying, quien aclara: “La IED no sólo promueve directamente el crecimiento económico por sí misma, sino que indirectamente lo hace a través de sus términos de interacción. La interacción de la IED con el capital humano ejerce un fuerte efecto positivo sobre el crecimiento económico en los países en desarrollo, mientras que la de la IED con la brecha tecnológica tiene un impacto negativo significativo” (Xiaoying Li, 2005).

En el caso de México, se percibe que sobre las condiciones descritas anteriormente (gasto en educación y solicitud de patentes), es necesario hacer fuertes inversiones para llegar a niveles suficientes de capital humano capaces de generar la ciencia y tecnología que necesitan los sectores productivos para que la derrama sea significativa y absorbida por el país. En palabras de Lozano para que la productividad y la interacción con la tecnología refleje efectos positivos, se requiere un cierto nivel de capital humano calificado: “se parte de la idea que la inversión extranjera directa propicia la difusión de nuevas tecnologías y, con esto, los países de menor desarrollo pueden tener acceso al conocimiento disponible a través de la interacción con otras economías. El nuevo conocimiento mejoraría la productividad de los países pobres y por tanto atraerá nuevas inversiones que permitirán que las economías menos desarrolladas crezcan. Sin embargo, para lograr lo anterior se requiere que los países sobre los cuales se aplica la difusión de nueva tecnología cuenten con un cierto nivel de capital humano” (Lozano Cortés, Wallace, & Cabrera, 2009).

Esta es una de las principales razones por la que la IED no tiene la derrama tecnológica que se obtiene en países con otra infraestructura en materia de ciencia y tecnología, es decir mientras no desarrollemos al capital humano mexicano con los conocimientos y habilidades que se requieren para integrarse en las diferentes cadenas tecnológicas y productivas, el efecto de las inversiones foráneas quedará en sólo generar empleos a nivel operativo con salarios bajos si se les compara con los que se paga en el país de origen e inclusive en México, cuando el capital humano es de alto rendimiento.

Estos resultados, han orientado en alguna medida las políticas públicas para que el gobierno mexicano, centre sus estrategias en la promoción del capital humano, habilidades tecnológicas y económicas para promover mayor captación de capital extranjero. También se sustentan en la idea de que la inversión (tanto

nacional, como extranjera) aumenta la productividad por trabajador y esto es mostrado como evidencia de que existen *spillovers* tecnológicos aprovechados por el país receptor. Un estudio realizado por Waldkirch, en donde se hace énfasis en los efectos en México de la inversión extranjera directa a partir del Tratado de Libre Comercio (TLC), señala: “Los resultados se mezclan desde una perspectiva de bienestar. Por un lado, la productividad total de los factores, parece estar afectada positivamente por la IED, específicamente la que proviene de Estados Unidos, sobre todo la que se aplica en las industrias no-maquiladoras. Por otra parte, el efecto sobre la remuneración promedio es negativo o cero en el mejor de los casos, dependiendo de la especificación. Otros determinantes de la compensación como la intensidad de capital, las economías de escala, la fuerza de trabajo y la heterogeneidad no observada a nivel de la industria, sugieren que los propietarios del capital se benefician de la productividad que genera la mano de obra barata. (Waldkirch, 2008)

Si se espera que la inserción externa provoque derramas tecnológicas en el país receptor, es necesario medir ésta variable, a través de los nuevos conocimientos generados y aprovechados en la sociedad como resultado. Dependerá también de la disposición de las empresas de nivel mundial para facilitar esta derrama tecnológica tanto en los trabajadores como en la sociedad receptora, o de los incentivos de ésta para que la transferencia sea en sentido contrario. En este punto se describen los *Spillovers* Recíprocos (SR) entendidos como las ganancias que las empresas logran por la interacción con los actores de las regiones donde localizan sus filiales ((Mansfield, 1984) citado en Caicedo Asprilla, 2012).

Por consecuencia, los SR son un beneficio (externalidad) que reciben las empresas extranjeras que invierten en el desarrollo científico de la localidad. La difusión de conocimiento es otro determinante de la IED, así como su entorno y operación, que emplean las empresas globales para localizar sus filiales. Sobre estos términos, se obtiene suficiente evidencia para explicar por qué la solicitud de patentes por no residentes (extranjeros) en México, supere ampliamente al número de solicitudes de patentes por residentes mexicanos, en otras palabras, las empresas extranjeras obtienen beneficios del talento mexicano al registrar y obtener patentes que les genera ingresos financieros, mismos que se reportan al país de origen.

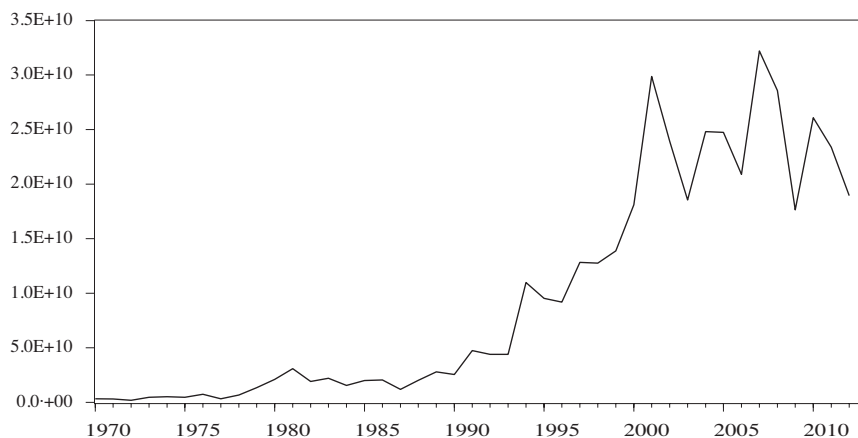
Cuadro 3
Patentes Solicitadas y Concedidas en México (2002-2012)

Año	Solicitadas			Concedidas		
	Nacionales	Extranjeras	Total	Nacionales	Extranjeras	Total
2002	526	12,536	13,062	139	6,472	6,611
2003	468	11,739	12,207	121	5,887	6,008
2004	565	12,629	13,194	162	6,676	6,838
2005	584	13,852	14,436	131	7,967	8,098
2006	574	14,926	15,500	132	9,500	9,632
2007	641	15,958	16,599	199	9,758	9,957
2008	685	15,896	16,581	197	10,243	10,440
2009	822	13,459	14,281	213	9,416	9,629
2010	951	13,625	14,576	229	9,170	9,399
2011	1,065	12,990	14,055	245	11,240	11,485
2012	1,292	14,022	15,314	281	12,049	12,330

Fuente: IMPI en cifras, 2013.

Con los datos obtenidos, el análisis a realizar busca medir el impacto de la IED, mediante las solicitudes de patentes, la relación existente entre esta y la

Gráfica 1
Inversión Extranjera en México (1970-2013) US\$



Fuente: Elaboración propia con datos del World Development indicators (softwareEviews).

tecnología en el país y tener un panorama sobre el cambio tecnológico que teóricamente implica la inversión externa. Por otra parte, se debe mencionar que los flujos de información dependen en gran medida del sistema tecnológico de las economías involucradas, así como, de la reglamentación en materia de propiedad intelectual y sus mecanismos de transferencia y negociación que implica el proceso de autorización de inversión extranjera.

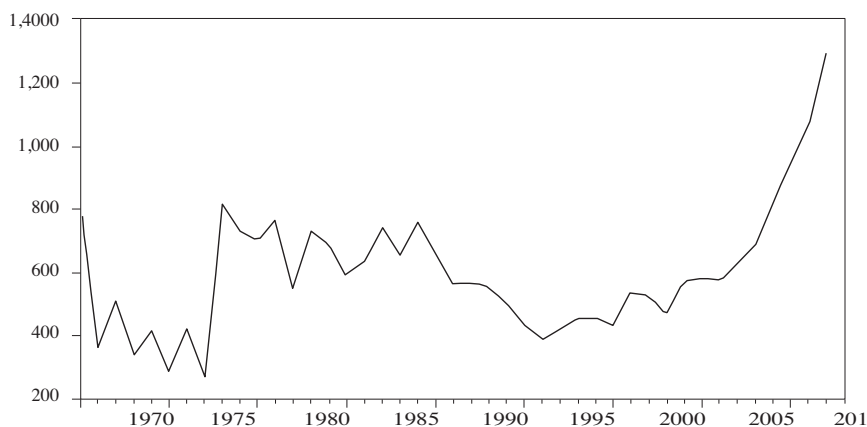
En la gráfica 1 se observa la entrada neta de la IED a México en el periodo 1970 a 2013. Esta variable se refiere a los flujos de capital en México que suma por capital accionario, la reinversión de utilidades y otros capitales que otorguen al inversionista una influencia en la administración equivalente al 10% o más de las acciones con poder devoto. También se aprecia la evolución en México a lo largo del periodo, mostrando una volatilidad como resultado de cambio de política externa en la década de los 80's, hasta el siguiente cambio evolutivo de importancia que fue el Tratado de Libre Comercio firmado con Estados Unidos y Canadá en 1994, donde se dispara la entrada de inversión extranjera en el país.

Al respecto, las economías a la vanguardia en tecnología e innovación aprovechan, y protegen, los flujos de información, conocimiento, recursos humanos y económicos originados por la IED. Si bien estos flujos dependen en parte de las capacidades de absorción de las empresas multinacionales, es necesario que se delimite la propiedad y uso, según los actores locales involucrados y el punto de origen legítimo.

Otra variable por considerar en el estudio, es la de patentes solicitadas por nacionales (PSNAC), la cual se tiene para el mismo periodo que la IED y en el que se busca medir si existe una relación entre las variables.

La gráfica 2 muestra la evolución de la variable PSNAC para México en la que se distingue una volatilidad en todo el periodo y con cambios bruscos en algunos años que al final indican una tendencia alcista pronunciada.

Gráfica 2
solicitud de patentes de residentes mexicanos (1970-2013)



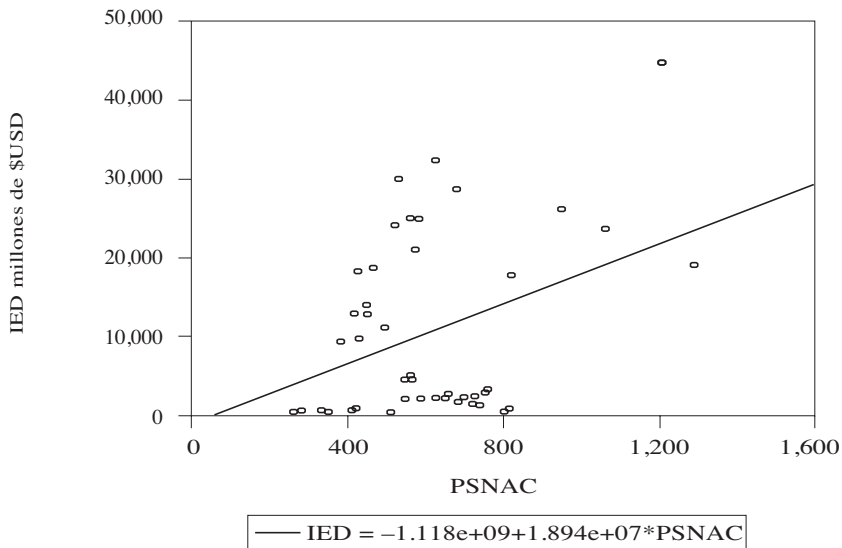
Fuente: Elaboración propia con datos del World Development indicators (softwareEviews).

Se aprecia claramente que a partir del año 2000 la solicitud de patentes por nacionales, se ha incrementado notablemente, sin embargo, como ya se señaló anteriormente, durante el periodo 2002-2012 el número de solicitudes y patentes otorgadas a los mexicanos alcanzan apenas las cifras del 5.70% y 2.15% respectivamente en relación con el total que se registró en el periodo mencionado, así mismo, los extranjeros obtuvieron el 94.30% y el 97.85% en los mismos rubros, estos datos nos dan una visión clara de la brecha tecnológica y de conocimientos que existe entre países desarrollados y emergentes.

5. Causalidad: inversión extranjera directa vs. solicitud de patentes por mexicanos, como un mecanismo de transferencia de tecnología.

Con la finalidad de establecer si existe una causalidad entre las variables inversión extranjera directa y la solicitud de patentes por mexicanos, es útil observar el diagrama de dispersión para las variables que permita anticipar la existencia de una relación entre ellas. Lo anterior es importante porque de esta forma se asegura la interrelación entre ellas y la codependencia que nos permite explicar parte de la hipótesis que se formuló, al dejar en claro que la inversión extranjera afecta de forma directa a la solicitud de patentes por parte de los residentes mexicanos, no así de las patentes solicitadas y otorgadas a empresas extranjeras en territorio nacional.

Gráfica 3
Diagrama de dispersión entre Inversión extranjera directa (IED)
y patentes solicitadas por residentes nacionales (PSNAC)



Fuente: Elaboración propia con datos de World Development indicators (softwareEviews).

En la gráfica 3 se observa una relación positiva entre la IED y la PSNAC, sin embargo, es imposible determinar una relación en estricto sentido. Con el objeto de establecer una causalidad, se utilizará el concepto de *Granger*, que permite tener un mejor indicador de las relaciones existentes entre las variables y tener mayores recursos para analizar la interacción entre ellas. Como las variables en el estudio son series de tiempo, se acepta la causalidad señalada, puesto que el tiempo no es reversible.

Es posible que A cause a B si en el tiempo, sucede A primero que B, mientras que no es posible que B provoque a A, para lo cual aplica la causalidad propuesta. Para este estudio se determinará si:

- La IED causa la solicitud de patentes nacionales ($\text{IED} \rightarrow \text{PSNAC}$), o;
- Las solicitudes de patentes nacionales causan la IED ($\text{PSNAC} \rightarrow \text{IED}$), para lo cual se estimarán las siguientes regresiones.

$$IED_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i PSNAC_{t-1} + \sum_{j=1}^n \mu_{1t} \quad (1)$$

$$PSNAC_t = \sum_{i=1}^n \delta_i IED_{t-1} + \sum_{j=1}^n PSNAC_{t-j} + \mu_{2t} \quad (2)$$

Donde se trata de una causalidad bilateral en la que se supone que las perturbaciones u_{1t} y u_{2t} no están correlacionadas:

- La ecuación (1) postula que la IED actual se relaciona con los valores pasados de la misma IED, al igual que con los de PSNAC.
- En la ecuación (2) se postula que las patentes solicitadas se relacionan con los valores pasados de sí mismas con los valores pasados de la IED. Se realiza primero la causalidad de Granger utilizando las variables en sus niveles originales.

Cuadro 4
Resumen de la Prueba de causalidad Bivariada de Granger entre la IED y las Patentes solicitadas por nacionales en niveles

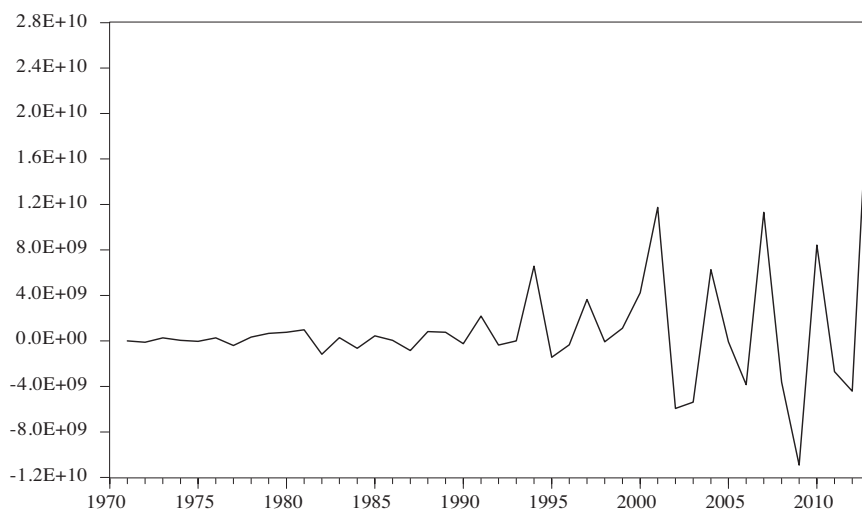
<i>Rezagos</i>	<i>Hipótesis nula:</i>	<i>F-Statistic</i>	<i>Prob.</i>	<i>Decision</i>	<i>Obs.</i>
1	IED no causa a la manera de Granger a PSNAC	2.92044	0.0952	No se rechaza	43
2	IED no causa a la manera de Granger a PSNAC	1.71476	0.194	No se rechaza	42
3	IED no causa a la manera de Granger a PSNAC	1.11992	0.3546	No se rechaza	41
4	IED no causa a la manera de Granger a PSNAC	1.97298	0.1233	No se rechaza	40
5	IED no causa a la manera de Granger a PSNAC	1.5962	0.1937	No se rechaza	39
6	IED no causa a la manera de Granger a PSNAC	1.31662	0.2865	No se rechaza	38
1	PSNAC no causa a la manera de Granger a IED	3.04222	0.0888	No se rechaza	43
2	PSNAC no causa a la manera de Granger a IED	1.04564	0.3616	No se rechaza	42
3	PSNAC no causa a la manera de Granger a IED	0.22489	0.8784	No se rechaza	41
4	PSNAC no causa a la manera de Granger a IED	0.77888	0.5475	No se rechaza	40
5	PSNAC no causa a la manera de Granger a IED	0.04459	0.9987	No se rechaza	39
6	PSNAC no causa a la manera de Granger a IED	0.02793	0.9999	No se rechaza	38

Fuente: Elaboración propia con datos de World Development indicators (software EViews).

El cuadro anterior muestra el resumen de las pruebas, utilizando de 1 hasta 6 rezagos pues se considera que pueden influir los periodos sexenales en la relación de variables, debido principalmente por el cambio en las políticas públicas. Sin embargo, se calcula un resultado espurio, puesto que las variables tienen raíz unitaria según la prueba de Augmented Dickey-Fuller Unit Root test (ADF). Por lo tanto, con el propósito de corregir esta desviación se requiere estacionarizar las series utilizando el test mencionado.

Como primer paso, antes de realizar la prueba ADF, es preciso graficar las diferencias de cada variable, con el objeto de observar si existe alguna tendencia que explique la relación entre variables.

Gráfica 4
Diferencias de IED



Fuente: Elaboración propia con datos de World Development indicators (software Eviews).

En la gráfica se muestra las primeras diferencias de la IED que parten de cero y muestran una varianza ascendente, pero sin una tendencia clara, por lo que para que se confirme que se trata de una variable estacionaria, se confirmará con la prueba ADF. Aplicando el test de raíz unitaria de ADF se obtiene los siguientes resultados:

Cuadro 5

Prueba de estacionariedad ADFTest

Null Hypothesis: D(IED) has a unitroot				
Exogenous:None				
Lag Length: 5 (Automatic based on SIC,MAXLAG=9)				
			<i>t-Statistic</i>	<i>Prob.*</i>
Augmented Dickey-Fuller teststatistic			-1.384110	0.1518
Test criticalvalues:	1%level		-2.628961	
	5%level		-1.950117	
	10%level		-1.611339	
*MacKinnon (1996) one-sidedp-values.				
Augmented Dickey-Fuller TestEquation				
Dependent Variable:D(IED,2)				
Method: LeastSquares				
Date: 12/01/15 Time:19:48				
Sample (adjusted): 19772013				
Included observations: 37 afteradjustments				
<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-Statistic</i>	<i>Prob.</i>
D(IED(-1))	-0.864980	0.624936	-1.384110	0.1762
D(IED(-1),2)	-0.109868	0.570825	-0.192472	0.8486
D(IED(-2),2)	-0.624071	0.513805	-1.214607	0.2337
D(IED(-3),2)	-0.286242	0.462700	-0.618634	0.5407
D(IED(-4),2)	-0.695666	0.342796	-2.029390	0.0511
D(IED(-5),2)	-0.674263	0.245472	-2.746802	0.0099
R-squared	0.820595	Mean dependentvar		6.87E+08
AdjustedR-squared	0.791658	S.D. dependentvar		8.55E+09
S.E. ofregression	3.90E+09	Akaike infocriterion		47.15597
Sum squaredresid	4.73E+20	Schwarzcriterion		47.41720
Loglikelihood	-866.3855	Hannan-Quinnriter.		47.24807
Durbin-Watsonstat	2.025571			

Fuente: Elaboración propia con datos de World Development indicators (software Eviews).

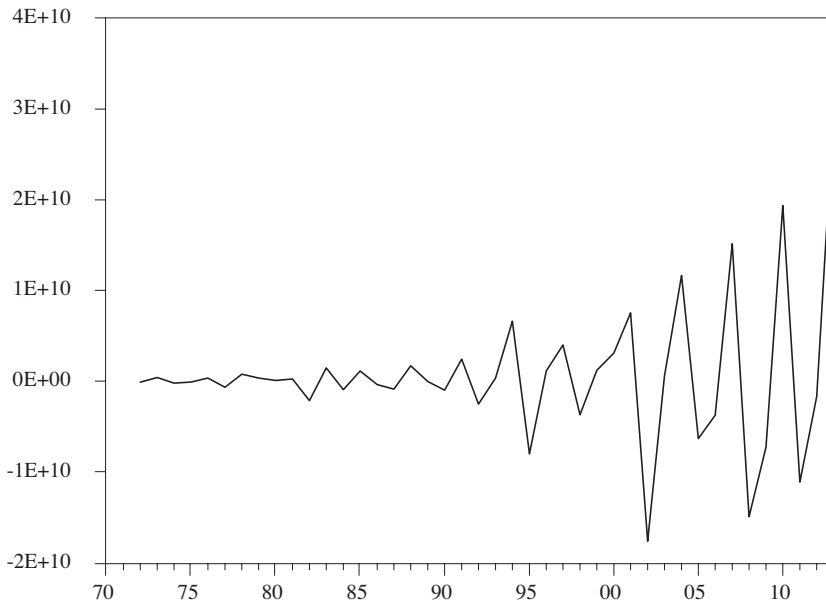
Se aprecia claramente que no se rechaza la hipótesis nula de que las primeras diferencias de IED tienen raíz unitaria, por lo tanto, no es estacionaria, en este punto se considera necesario establecer algunas definiciones de estacionariedad:

- *Fuerte*: Una serie de tiempo es fuertemente estacionaria, si su distribución conjunta es invariante en el tiempo (todos los momentos de la distribución no dependen del tiempo). En la práctica, es imposible probar la estacionariedad fuerte, especialmente en muestras pequeñas.

- *Débil*: Una serie de tiempo es débilmente estacionaria si la media, la varianza y la covarianza son independientes del tiempo. Una definición más débil aún es que la media sea invariante en el tiempo. En la práctica, esta definición de estacionariedad es más útil.
- *En tendencia*: El nivel de una variable (por ejemplo los precios pt) puede ser no estacionario, pero puede obtenerse una serie estacionaria extrayendo su tendencia (aunque a veces sea difícil identificarla): $pt = p_0 + \tau t + \eta t$, tal serie se llama estacionaria en tendencia.
- *En diferencia*: Si tomamos la primera diferencia de una serie no estacionaria sujeta de *shocks* persistentes (por ejemplo, el producto y_t), podemos obtener una serie estacionaria: $y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t \rightarrow y_t = \varepsilon_t$. (Torres Gutiérrez, 2008)

Las diferencias de la IED en segundo orden, parten de la gráfica y posteriormente se muestran los resultados.

Gráfica 5
Diferencias de segundo orden de la IED



Fuente: Elaboración propia con datos de World Development indicators usando Eviews.

En la gráfica 5 se perciben las diferencias de segundo orden de la IED, en la que puede apreciarse que no tiene intercepto ni tendencia, sin embargo, proseguimos con la prueba de raíz unitaria.

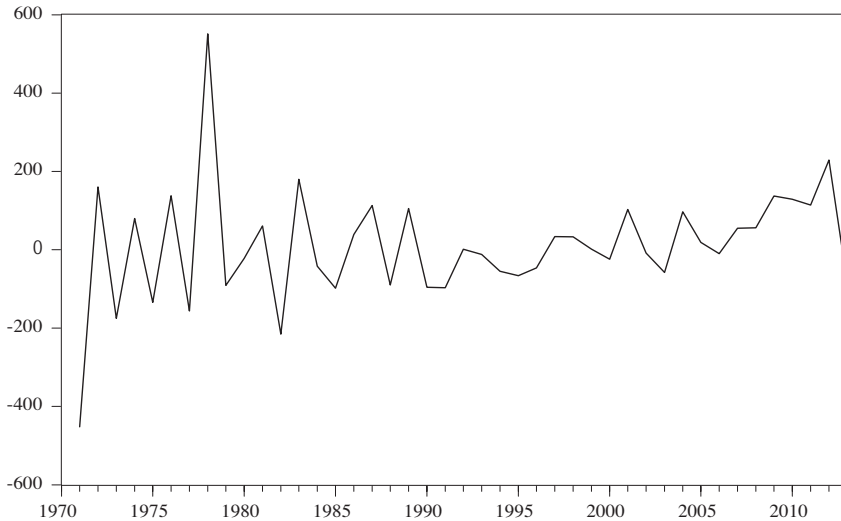
Cuadro 6 Prueba de estacionariedad ADF Test. (IED)

Null Hypothesis: D(IED,2) has a unitroot					
Exogenous:None					
Lag Length: 4 (Automatic based on SIC,MAXLAG=9)					
			<i>t-Statistic</i>	<i>Prob.*</i>	
Augmented Dickey-Fuller teststatistic			-5.503013	0.0000	
Test criticalvalues:	1%level		-2.628961		
	5%level		-1.950117		
	10%level		-1.611339		
*MacKinnon (1996) one-sidedp-values.					
Augmented Dickey-Fuller TestEquation					
Dependent Variable:D(IED,3)					
Method: LeastSquares					
Date: 12/01/15 Time:19:58					
Sample (adjusted): 19772013					
Included observations: 37 afteradjustments					
	<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-Statistic</i>	<i>Prob.</i>
	D(IED(-1),2)	-5.670227	1.030386	-5.503013	0.0000
	D(IED(-1),3)	3.812271	0.917218	4.156343	0.0002
	D(IED(-2),3)	2.565171	0.731875	3.504932	0.0014
	D(IED(-3),3)	1.819863	0.441640	4.120694	0.0002
	D(IED(-4),3)	0.824025	0.223469	3.687418	0.0008
R-squared	0.916427	Mean dependentvar	8.05E+08		
AdjustedR-squared	0.905981	S.D. dependentvar	1.29E+10		
S.E. ofregression	3.96E+09	Akaike infocriterion	47.16188		
Sum squaredresid	5.02E+20	Schwarzcriterion	47.37958		
Loglikelihood	-867.4949	Hannan-Quinnriter.	47.23863		
Durbin-Watsonstat	2.140462				

Fuente: Elaboración propia con datos de World Development indicators (software Eviews).

Se observa que se rechaza la hipótesis nula de que las diferencias de segundo orden de la IED tengan raíz unitaria, por lo que se reconoce como estacionaria. De igual manera, vemos que todas las variables y sus coeficientes son significativas al 99% con un R^2 de casi 92%. Utilizando el mismo procedimiento para las patentes nacionales se procede a realizar las pruebas.

Gráfica 6
Primeras diferencias de las patentes solicitadas por residentes nacionales



Fuente: Elaboración propia con datos de World Development indicators (software Eviews).

Se aprecia que tiene un intercepto y una leve tendencia a lo largo del tiempo, por lo que se indicará así en la prueba ADF de raíz unitaria. Por su importancia se proporciona la definición de tendencia en lo que concierne a la prueba ADF: Es un componente que refleja el comportamiento de mediano y largo plazo de la variable. Los factores que explican la tendencia de la serie de tiempo son aquellas variables importantes y relevantes que inciden de manera significativa en la serie de tiempo.

Existen dos tipos de tendencia estas son:

- *Estocástica*: La tendencia es aleatoria o estocástica, cuando la pendiente de la misma cambia en el tiempo.
- *Determinística*: La tendencia es determinística cuando la pendiente de la serie no varía.

Cuadro 7

Prueba de estacionariedad ADFTest.

Null Hypothesis: D(DPSNAC) has a unit root		
Exogenous: Constant, LinearTrend		
Lag Length: 1 (Automatic based on SIC,MAXLAG=9)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller teststatistic	-8.756370	0.0000
Test criticalvalues:		
1%level	-4.205004	
5%level	-3.526609	
10%level	-3.194611	

*MacKinnon (1996) one-sidedp-values.

Augmented Dickey-Fuller TestEquation

Dependent Variable:D(DPSNAC,2)

Method: LeastSquares

Date: 12/01/15 Time:20:36

Sample (adjusted): 19742013

Included observations: 40 afteradjustments

<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-Statistic</i>	<i>Prob.</i>
D(DPSNAC(-1))	-2.449175	0.279702	-8.756370	0.0000
D(DPSNAC(-1),2)	0.395233	0.142827	2.767209	0.0089
C	16.01220	50.10566	0.319569	0.7511
@TREND(1970)	-0.269217	1.911774	-0.140821	0.8888
R-squared	0.890308	Mean dependentvar		0.550000
AdjustedR-squared	0.881167	S.D. dependentvar		403.7841
S.E. ofregression	139.1932	Akaike infocriterion		12.80424
Sum squaredresid	697490.9	Schwarzcriterion		12.97313
Loglikelihood	-252.0848	Hannan-Quinnccriter.		12.86531
F-statistic	97.39708	Durbin-Watsonstat		2.131912
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Elaboración propia con datos de World Development indicators (software EViews).

Se rechaza la hipótesis nula de que las diferencias de PSNAC tienen raíz unitaria, por lo que indica que ya es estacionaria. Sin embargo, al 95% de significancia se descartan dos variables que no son significativas. Haciendo la misma prueba ahora sin intercepto y tendencia en las diferencias de segundo orden de la variable PSNAC obtenemos los siguientes resultados plasmados en el cuadro 8:

Cuadro 8

Prueba de estacionariedad ADFTest. (PSNAC)

Null Hypothesis: D(DPSNAC,2) has a unitroot		
Exogenous:None		
Lag Length: 9 (Automatic based on SIC,MAXLAG=9)		
	<i>t-Statistic</i>	<i>Prob.*</i>
Augmented Dickey-Fuller teststatistic	-5.098994	0.0000
Test criticalvalues:		
1% level	-2.641672	
5% level	-1.952066	
10% level	-1.610400	

*MacKinnon (1996) one-sidedp-values.

Augmented Dickey-Fuller TestEquation

Dependent Variable:D(DPSNAC,3)

Method: LeastSquares

Date: 12/01/15 Time:20:44

Sample (adjusted): 19832013

Included observations: 31 afteradjustments

<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-Statistic</i>	<i>Prob.</i>
D(DPSNAC(-1),2)	-16.20824	3.178713	-5.098994	0.0000
D(DPSNAC(-1),3)	13.37449	3.041827	4.396861	0.0003
D(DPSNAC(-2),3)	10.90651	2.742232	3.977237	0.0007
D(DPSNAC(-3),3)	8.548144	2.348841	3.639303	0.0015
D(DPSNAC(-4),3)	6.446960	1.939879	3.323382	0.0032
D(DPSNAC(-5),3)	4.670584	1.505080	3.103213	0.0054
D(DPSNAC(-6),3)	3.226403	1.077979	2.993012	0.0069
D(DPSNAC(-7),3)	2.035832	0.694696	2.930538	0.0080
D(DPSNAC(-8),3)	1.043590	0.368799	2.829699	0.0100
D(DPSNAC(-9),3)	0.347597	0.122197	2.844552	0.0097
R-squared	0.973411	Mean dependentvar		-2.225806
AdjustedR-squared	0.962016	S.D. dependentvar		445.1519
S.E. ofregression	86.75784	Akaike infocriterion		12.01982
Sum squaredresid	158065.4	Schwarzcriterion		12.48239
Loglikelihood	-176.3071	Hannan-Quinnriter.		12.17060
Durbin-Watsonstat	1.886906			

Fuente: Elaboración propia con datos de World Development indicators (software EViews).

A partir del cuadro 8, se rechaza ampliamente la hipótesis nula de que las diferencias de segundo orden de PSNAC tienen raíz unitaria, por lo que indica que se considera estacionaria. Igualmente, todas las variables son significativas al 99% y tanto la R^2 como la R^2 ajustada se ubican arriba del 95%.

Con las variables ya estacionarias, se puede continuar con la prueba de causalidad de Granger. Es importante mencionar, que se parte del supuesto para esta prueba que los términos de error en la prueba de causalidad no están correlacionados. El cuadro 9 muestra los resultados de la prueba para diferentes rezagos que permitan decidir si se aceptan o rechazan las hipótesis.

Cuadro 9
Resumen de la Prueba de causalidad Bivariada de Granger entre la IED y las Patentes solicitadas por nacionales

<i>Rezagos</i>	<i>Hipótesis nula:</i>	<i>F-Statistic</i>	<i>Prob.</i>	<i>Decision</i>	<i>Obs.</i>
1	IED no causa a la manera de Granger a PSNAC	0.00526	0.9426	No se Rechaza	43
2	IED no causa a la manera de Granger a PSNAC	0.01368	0.9864	No se Rechaza	42
3	IED no causa a la manera de Granger a PSNAC	0.0745	0.9733	No se Rechaza	41
4	IED no causa a la manera de Granger a PSNAC	0.10348	0.9804	No se Rechaza	40
5	IED no causa a la manera de Granger a PSNAC	0.27796	0.921	No se Rechaza	39
6	IED no causa a la manera de Granger a PSNAC	0.20368	0.9721	No se Rechaza	38
1	PSNAC no causa a la manera de Granger a IED	0.02063	0.8866	No se Rechaza	43
2	PSNAC no causa a la manera de Granger a IED	0.07664	0.9264	No se Rechaza	42
3	PSNAC no causa a la manera de Granger a IED	0.72732	0.5432	No se Rechaza	41
4	PSNAC no causa a la manera de Granger a IED	0.58652	0.6749	No se Rechaza	40
5	PSNAC no causa a la manera de Granger a IED	0.65033	0.6638	No se Rechaza	39
6	PSNAC no causa a la manera de Granger a IED	0.81043	0.5725	No se Rechaza	38

Fuente: Elaboración propia con datos de World Development indicators (software EViews).

Con la información obtenida, se presentan las decisiones derivadas del valor F-estadístico, que en la totalidad de las decisiones resulta, que no se rechazan las hipótesis nulas para los diferentes rezagos en las variables. De igual modo, se tiene evidencia de que no existe causalidad unidireccional de IED a PSNAC o de PSNAC a IED, por lo que se descarta en automático la causalidad bilateral entre las variables.

Con estos resultados, se comprueba la hipótesis establecida al inicio de la investigación, en el sentido de que la IED durante el periodo de estudio, sólo ha aprovechado el bajo costo de la mano de obra mexicana, sin que se generen derramas tecnológicas, situación que implica que no se presentan efectos positivos en materia económica y tecnológica.

6. Conclusiones

A la luz de los hallazgos encontrados durante la investigación y después de haber analizado e interpretado los coeficientes obtenidos en las diferentes pruebas realizadas, se llegó a las siguientes conclusiones:

En congruencia con la Teoría Económica, Michael Porter señala claramente dos elementos indispensables para lograr ventajas competitivas, estas son: desarrollo tecnológico y recursos humanos altamente calificados.

No obstante, de que nuestro país pertenece a la OCDE, su gasto en el desarrollo de capital humano presenta serios déficits de inversión en comparación con los otros miembros de la organización, lo anterior es grave porque deja a la nación en una posición difícil de negociar acuerdos y tratados en materia tecnológica en igualdad de condiciones, es decir, si no contamos con una base de científicos que desarrollen tecnología para competir a nivel mundial y nuestro sistema educativo presenta serias carencias de recursos para preparar los profesionales que requiere el mercado, entonces es difícil aspirar al desarrollo y cambio tecnológico.

Efectivamente, en México, la inversión extranjera directa no genera derramas tecnológicas significativas que permitan avanzar hacia el desarrollo y el cambio tecnológico, lo anterior queda de manifiesto en el cuadro 9 Resumen de la Prueba de causalidad Bivariada de Granger entre la IED y las Patentes solicitadas por nacionales, en donde la Hipótesis nula: IED no causa a la manera de Granger a PSNAC, presenta probabilidades arriba del 95%.

En el estudio, se buscó la causalidad para observar si: la IED causa la solicitud de patentes nacionales ($IED \rightarrow PSNAC$), o; en sentido inverso, las solicitudes aplicaciones de patentes nacionales causan la IED ($PSNAC \rightarrow IED$), los resultados indican que no existe una causalidad bidireccional ni unidireccional entre ambas variables.

La Prueba de estacionariedad ADF Test. (IED), ofrece las diferencias de segundo orden de la IED que tengan raíz unitaria y la reconoce como estacionaria. Así mismo, rechaza la hipótesis nula y se observa que todas las variables y sus coeficientes son significativos al 99% con un R^2 de casi 92%, sus resultados indican claramente que no existe relación entre las variables estudiadas.

Ante estos resultados, se hace una propuesta en el sentido de que el gobierno mexicano a través de políticas públicas, reoriente a la IED hacia los sectores productivos del país que tengan mejores posibilidades de absorber los procesos tecnológicos y que además provoquen una derrama tecnológica, tanto en materia de conocimientos (patentes) como económica, impulsando el desarrollo de la industria nacional.

Referencias

- Antunez Irgoin, C.H (2011). “Análisis de Series de Tiempo”, *Contribuciones a la Economía*. <http://www.eumed.net/ce/2011a/chai.htm>
- Becker, G. (1993). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*. New York, The University of Chicago Press. (3a edition).
- Bernhardt, D., & Dvoracek, V. (2009). “Preservation of trade secrets and multinational wage premia”. *Economic Inquiry*, 47 (4), pp.726-738.
- Caicedo Asprilla, H. (2012). “Una aproximación a la identificación, medición y generación de los spillovers recíprocos”. *Cuadernos de Administración*, 28 (48), pp. 104-116.
- Kuznets S. (1981), “Modern Economic Growth and the Less Developed Countries”, Conference on Experiences and Lessons of Economic Development; Taipei, The institute of Economics.
- Lozano Cortés, R., Wallace, F., & Cabrera, L. F. (2009). “El papel del capital humano en la adopción de tecnología extranjera en México 1999-2000”, *EconoQuantum*, vol. 6, núm. 1 193-196.
- Meré, D. (2012,). “Solicitan chinos más patentes”. *Reforma*, mayo 25, p.2.
- OECD (2015), Gross domestic spending on R&D (indicator). doi: 10.1787/d8b068b4-en (Accessed on 02 December 2015)
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (2012), Datos y cifras de la OMPI sobre P.I. Ginebra, Suiza.
- Porter, M. (2013). *Ventaja Competitiva*, México: Grupo Editorial Patria.(Décima primera reimpresión ed.).
- Prebisch, R. (1948). *El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas*. CEPAL, Santiago de Chile.
- Ramírez D., M. (2006). “Is Foreign Direct Investment Beneficial for Mexico? An Empirical Analysis, 1960–2001”. *World Development*, 34(5), 802-817.
- Rojas-Romangosa, H. (2006). “Productivity Effects of FDI Inflows: A Literature Review”. *CPB Memorandum*, 170, CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis.
- Romer, P. (1989), “Capital Accumulation in the Theory of Long—Run Growth” in Barro, R. (ed), *Modern Business Cycle Theory*, Cambridge: Harvard University Press.
- Solow, R. (1957). “Technical change and the Aggregate Production Function”. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320.

- The World Bank. (s.f.). *Datos>Inversión Extranjera Directa*. Recuperado el 29 de 11 de 2015, de El Banco Muncial: <<http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>>.
- Torres Gutiérrez Carlos (2008), “Introducción al tema de raíces unitarias en la modelación econométrica”, Banco Central de Costa Rica Departamento de Investigación Económica DIE-NT-01-2008.
- Xiaoying Li, X. L. (2005). “Foreign Direct Investment and Economic Growth: An Increasingly Endogenous Relationship”. *World Development*, 33(3), 393-407.
- Waldkirch, Andreas (2008). “The Effects of Foreign Direct Investment in Mexico since NAFTA”. *MPRA Paper No. 7975*.