

Inversión Extranjera Directa en la industria manufacturera colombiana y *spillovers* de productividad*

Dora Elena Jiménez Giraldo**

Hernando Rendón Obando***

Resumen

Un tema muy debatido en la literatura tanto teórica como empírica es el efecto de la Inversión Extranjera Directa (IED) sobre las economías domésticas. Estos efectos son conocidos como *spillovers* (derrames). La literatura considera dos tipos de *spillovers*: horizontales y verticales; es decir, *spillovers* de la IED dentro de cada sector y los que resultan de las relaciones que las firmas multinacionales establecen con las firmas locales ya sea como vendedoras y/o compradoras de bienes y servicios. El objetivo del artículo es evaluar empíricamente, mediante un modelo de datos de panel, la existencia de tales *spillovers* para la industria colombiana. La estimación del modelo muestra *spillovers* horizontales negativos y verticales positivos.

Palabras claves: Inversión Extranjera Directa, *spillovers*, *spillovers* horizontales, *spillovers* verticales, encadenamientos hacia atrás, encadenamientos hacia adelante.

Abstract

An issue very much debated in the economic literature both theory as empirical is the effect of foreign direct investment (FDI) on the domestic economies, effects know as spillovers. The literature consider two types of spillovers: horizontal in and vertical, that is, spillovers from the IED within each sector (horizontal) and spillovers between sectors, which result from the double role of foreign firm as buyer and seller of products and services from and to domestic firms. The aim of this paper is to evaluate the extent of these spillovers for the Colombian industry by mean of the estimation of model of panel data with variables of industrial sector. The estimation shows the existence of spillovers both horizontal negative and vertical positive.

Key words: Foreign Direct Investment, spillovers, horizontal spillovers, vertical spillovers, backward linkages, forward linkages.

JEL: F20, F21, F23.

* Recibido:13-06-2011 Aceptado: 06-09-2011 Recibido Versión Final:15-10-2011

** Profesora Auxiliar del Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Humanas y Económicas de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Correo electrónico: dejimen0@unal.edu.co

*** Profesor Asociado del Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Humanas y Económicas de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Correo electrónico: hrendon@unal.edu.co.

Résumé

Un sujet largement débattu dans la littérature théorique et empirique c'est l'effet de l'investissement étranger direct (IED) sur les économies nationales. Ces effets sont connus comme les *spillovers* (déversements). La littérature considère deux types de *spillovers*: horizontal et vertical. C'est-à-dire, les *spillovers* de l'IED au sein de chaque secteur et ceux résultants des relations établies par les entreprises multinationales avec des entreprises locales soit pour la vente ou l'achat des biens et des services. L'article vise à évaluer empiriquement, en utilisant le modèle de données de panel, l'existence de ces *spillovers* pour l'industrie colombienne. L'estimation du modèle montre de *spillovers* horizontaux négatifs et verticaux positifs.

Mots clés : Investissement Etranger Direct, *spillovers*, *spillovers* horizontaux, *spillovers* verticaux, enchainements en avant, enchainement en arrière.

I. Introducción

En las últimas décadas los países en desarrollo han estado interesados en atraer Inversión Extranjera Directa, pues se espera que ésta genere unos efectos directos e indirectos sobre las economías de los países receptores. Con respecto a los efectos directos se espera un mayor nivel de inversión, empleo y producción, lo cual impactaría de manera directa y positiva su Producto Interno Bruto. Por otro lado, también se esperan unos impactos indirectos como aumento de la productividad y transferencia de conocimiento hacia las firmas locales; estos efectos indirectos son conocidos en la literatura como *spillovers*. Según la Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Comercio y el Desarrollo (UNCTAD) actualmente el monto acumulado interno de IED de los países en Desarrollo asciende aproximadamente a una tercera parte de su PIB, en comparación con sólo el 10% registrado en 1980.

Ante lo anterior se han adelantado un gran número de investigaciones que intentan medir los efectos de la IED, la mayoría de estos estudios han concluido que no existe una fuerte evidencia empírica que demuestre que los mayores flujos de IED generen *spillovers* positivos de productividad. Gorg y Greenaway (2003) presentan un resumen de los principales trabajos que se han realizado sobre el tema: de los veintidós estudios realizados, doce no encuentran evidencia de *spillover*, siete encuentran evidencia de *spillover* negativos y solo tres encuentran evidencia positiva.

Una posible explicación es que los estudios se han concentrado en los *spillovers* horizontales (intra industriales), es decir, los *spillovers* que se presentan en el mismo sector donde se ubica la multinacional. Estos *spillovers* pueden ser escasos debido a que las firmas extranjeras evitan al máximo la fuga de sus conocimientos y desarrollo tecnológico hacia los competidores domésticos, lo cual deja poco margen para que estos se presenten. Sin embargo, los estudios realizados sobre los *spillovers* verticales (inter industriales) son muy pocos, es decir los *spillovers* que pueden surgir como consecuencia de las relaciones que

las empresas extranjeras establecen con sus proveedores y clientes locales. La evidencia empírica ha demostrado que las empresas extranjeras tienen poco interés en evitar fugas de conocimiento y tecnología hacia los sectores que les sirven de proveedores y a sus potenciales clientes, es más hay un gran interés por desarrollar alianzas estratégicas y contratos de cooperación, lo que permite que la generación de *spillovers* sea mayor.

Por esta razón el objetivo de este trabajo es examinar si los mayores flujos de inversión extranjera directa que han llegado a Colombia han contribuido a incrementar la productividad de las firmas locales para el periodo 2001-2005. El artículo se divide en secciones: en la primera, se presenta una revisión sobre los principales desarrollos teóricos y empíricos que se han realizado sobre el tema; en la segunda, se analiza el comportamiento de la inversión extranjera directa en el periodo estudiado; en la tercera, se explica la metodología a emplear; en la cuarta, se presentan los resultados econométricos; y finalmente se presentan las conclusiones.

II. Marco teórico

Sasidharan y Ramanathan (2007) plantean que las multinacionales pueden transferir tecnología a través de varios métodos como: licencias, comercio, Inversiones Directas (IED), subcontratación, franquicias o alianzas estratégicas. Se espera que la IED genere unos efectos indirectos sobre la productividad de las economías receptoras, los cuales son conocidos como *spillovers*.

Dos tipos de *spillovers* de productividad son usualmente identificados en la literatura: cuando las firmas locales se benefician de la presencia de compañías extranjeras en su sector, se refiere a *spillovers* horizontales; mientras si las firmas locales se benefician de la interacción con otras firmas en la cadena de producción, se refiere a *spillovers* verticales.

A) Spillover horizontales (intraindustriales): La entrada de firmas extranjeras puede generar un incremento en la productividad de las firmas de la misma industria en el país receptor a través de cuatro canales (Kokko, 1994):

En primer lugar, efecto imitación o demostración se presenta cuando las firmas locales copian o imitan la tecnología de las empresas multinacionales. La introducción de nueva tecnología para una empresa doméstica puede ser muy costosa y arriesga, debido a los costos inherentes a la adquisición de conocimientos y a la incertidumbre de los resultados, si una nueva tecnología es utilizada con éxito por una empresa multinacional, las empresas domésticas se animarán a utilizarla (Crespo, 2006). Barrios y Strobl (2002) consideran que la importancia de este efecto se incrementa con la similitud de los bienes producidos por ambas empresas.

En segundo lugar, los inversionistas extranjeros con el objeto de explotar en mejores condiciones todos sus avances tecnológicos invierten en el capital humano de sus empleados. Los *spillovers* se presentan cuando los trabajadores entrenados por las firmas extranjeras pasan a las firmas domésticas, estos *spillovers* son conocidos como movilidad de trabajo

entre las firmas (Fosfuri, Motta, y Ronde, 2001; Glass y Saggi, 2002). Sin embargo, es necesario resaltar que este canal también puede generar un efecto negativo cuando las firmas extranjeras atraen a los mejores trabajadores de las firmas domésticas ofreciéndoles salarios más altos (Sinani y Meyer, 2004).

En tercer lugar, el efecto competencia se genera cuando la entrada de firmas extranjeras incrementa la competencia en la economía receptora, obligando a las firmas locales a adoptar nuevas tecnologías y a usar sus recursos de manera más eficiente. Por otra parte, puede restringir el poder de mercado de las empresas nacionales. Sin embargo, la eficiencia de las empresas nacionales puede verse afectada negativamente por este canal, pues la presencia de las firmas multinacionales puede implicar pérdidas significativas de sus cuotas de mercado obligándolas a trabajar a una escala menos eficiente (Aitken y Harrison, 1999) y en el peor de los casos las firmas más productivas pueden expulsar¹ a las firmas domésticas del mercado. En estos casos los *spillovers* de la competencia serían negativos.

Finalmente, varios estudios han resaltado el impacto de las empresas multinacionales en la capacidad exportadora de las empresas nacionales (Aitken, Hanson y Harrisom, 1994; Kokko, Tansini y Zejan, 2001). La actividad exportadora implica costos asociados con el establecimiento de redes de distribución, infraestructura de transporte o conocimiento de los gustos de los consumidores en los mercados extranjeros que las empresas multinacionales son capaces de pagar. Siguiendo los procesos de exportación de las empresas extranjeras (a través de la imitación o la colaboración) las empresas nacionales pueden reducir los costos de entrada al mercado externo. Los beneficios obtenidos de esta manera pueden tener repercusiones favorables en la eficiencia productiva de las empresas nacionales (Crespo, 2006).

B) Spillover verticales (inter industriales)

Los *spillovers* verticales se presentan principalmente por la relación entre clientes – proveedores entre las firmas multinacionales y las firmas domésticas. La literatura plantea que los *spillovers* verticales son más frecuentes que los horizontales pues las empresas extranjeras pueden prevenir la fuga de su tecnología hacia sus competidores, pero no tienen ningún incentivo para prevenir la difusión de tecnología hacia sus proveedores y consumidores.

El mecanismo de los *spillovers* verticales opera a través de los encadenamientos hacia atrás que las empresas extranjeras establecen con proveedores locales y los encadenamientos hacia delante que establecen con los clientes locales.

Los encadenamientos hacia atrás (proveedores) generan *spillover* a través de los siguientes canales:

1 Efecto *Crowd out*

- Las empresas extranjeras pueden transferir conocimiento directamente a los proveedores locales a través de entrenamiento y/o con alianzas estratégicas para el desarrollo de un nuevo producto (Meyer, 2003).
- Los inversionistas extranjeros aumentan la demanda por bienes intermedios, lo cual le permite a los proveedores locales aprovechar las economías a escala (Gersl, Rubene y Zumer, 2007).
- Las empresas extranjeras como demandantes de insumos pueden tener altos requerimientos de calidad en los productos y los servicios adquiridos, lo cual genera incentivos para mejorar la calidad de los productos y procesos de producción. Sin embargo, los *spillovers* podría ser negativos si los proveedores locales no son capaces de mantener los estándares de calidad exigidos por las empresas extranjeras (Gersl, Rubene y Zumer 2007).
- Si las multinacionales adquieren sus insumos en el mercado internacional genera un incremento en la competencia en el mercado doméstico, obligando a las firmas locales a aumentar la calidad de sus productos siguiendo los patrones internacionales o de lo contrario tendrían que salir del mercado. A través de los procesos de subcontratación es muy probable que los empleados entrenados por los inversionistas extranjeros se muevan hacia las firmas que les proveen sus insumos en el mercado local (Meyer, 2003)

Los encadenamientos hacia delante (clientes) generan *spillovers* a través de los siguientes canales:

- Las firmas locales consumidoras de los bienes y servicios producidos por las empresas extranjeras pueden recibir soporte y entrenamiento en técnicas de ventas y suministro de equipos de venta generando economías a escala (Meyer, 2003).
- Las firmas locales pueden adquirir maquinaria y equipo de las firmas extranjeras que producen bienes intermedios y de capital si estas proveen una mejor calidad y servicio postventa que los proveedores locales.

C) Factores que facilitan la generación de spillovers

Se ha demostrado que la existencia, el signo y la magnitud de los *spillovers* de la IED dependen de varios factores relacionados con las características de la inversión extranjera y la empresa multinacional, así como también de las características del país receptor, los sectores y las empresas (Crespo y Velázquez, 2006). A continuación se hará referencia a la capacidad de absorción y a la brecha tecnológica, características de la IED, características de las firmas domésticas y los efectos regionales como determinantes para la generación de *spillovers*.

Narula y Marín (2003) consideran que la capacidad de absorción incluye la capacidad de las firmas de internalizar los conocimientos creados por otros y modificarlos para ajustar

sus aplicaciones, procesos y rutinas. La magnitud de los *spillovers* de la IED se incrementa con la brecha tecnológica, ya que aumenta la posibilidad de que las empresas domésticas obtengan mayores niveles de eficiencia a través de la imitación de la tecnología extranjera (Crespo y Velázquez; 2006; Kokko, 1994). Sin embargo, esta brecha no debe ser muy grande ya que esto dificultaría la absorción de la ventaja tecnológica de las empresas multinacionales.

Por otro lado, la inversión extranjera puede estar asociada a factores como idioma, cultura, nivel tecnológico, distancia, estructuras sectoriales, búsqueda de mercados, entre otras. Se plantea que los encadenamientos hacia atrás tienen una relación positiva con los costos de transporte (es decir, la distancia) entre el país de origen de la IED y el país huésped; si los costos de transporte son muy altos la empresa extranjera tiene incentivos para comprar insumos en el país huésped. Al mismo tiempo, plantea que las diferencias culturales, sociales y legales tienen un efecto similar. Sin embargo, las diferencias culturales y de lenguaje también pueden tener un efecto negativo sobre la capacidad de asimilar la nueva tecnología, por tanto, el efecto neto es ambiguo (Crespo, 2006). Por otro lado, los *spillovers* también se ven afectados por la forma como ingresa la IED ya sea a través de fusiones o adquisiciones o inversiones en nuevas instalaciones. Cuando hablamos del caso de fusiones y adquisiciones se espera que los vínculos intersectoriales de la empresa extranjera con las empresas nacionales sean mucho mayores que cuando la IED se realiza a través de una nueva adquisición, lo cual incrementa la generación de *spillovers*. Adicionalmente, el grado de participación extranjera en los proyectos de inversión también son determinantes para los *spillovers*; cuando la inversión extranjera es minoría el incentivo de transferencia tecnológica por parte de la matriz es extranjera a su filial se reduce debido al poco control que tiene sobre la gestión (Javorcik y Spatareanu, 2003), es decir, la transferencia tecnológica aumenta con el grado de propiedad extranjera lo cual hace que sea más factible la generación de *spillovers* (Ramachandran, 1993).

De otro lado, para las empresas domésticas exportadoras la competencia extranjera no genera mayores presiones dado que éstas ya enfrentan suficiente presión en los mercados internacionales. Por tanto, los *spillovers* se presentarán con mayor probabilidad en las empresas nacionales no exportadoras. Sin embargo, otros autores consideran que las empresas domésticas que ya están expuestas a la competencia extranjera tendrán una mayor capacidad no sólo de absorber la tecnología extranjera sino que también tendrán mayor capacidad para enfrentar la competencia generada por las empresas multinacionales en el mercado local, lo cual impide un efecto negativo a través del canal competencia (Barrios y Strobl, 2002; Schoors y van der Tol, 2002). Por otro lado, el tamaño de las empresas también se ha ligado a su capacidad de absorber los *spillovers*; las empresas pequeñas no tienen una escala de producción suficiente para imitar algunas de las tecnologías introducidas por las empresas multinacionales (Crespo, 2006) y además pueden ser menos capaces de competir con las empresas multinacionales (Aitken y Harrison, 1999).

Finalmente, varios estudios sugieren que los *spillovers* tienen una dimensión geográfica o que al menos disminuyen con la distancia (Crespo, 2006; Audretsch, 1998). Lo anterior está

relacionado con el hecho de que los canales de difusión tecnológica se ven reforzados a nivel regional: la rotación laboral y los efectos demostración son limitados en el espacio; los *spillovers* verticales y el efecto competencia se presentan con mayor probabilidad en un ámbito regional.

D) El caso colombiano

Para el caso de Colombia se han realizado dos estudios empíricos sobre los *spillovers* de la IED. En primer lugar, encontramos el trabajo realizado por Kugler (2005) que tenía como objetivo evaluar si la inversión extranjera Directa en Colombia generó *spillovers* horizontales en el periodo comprendido entre 1974 y 1998. En este trabajo el autor no encuentra una evidencia clara sobre la difusión de los *spillovers* horizontales de la IED en la industria manufacturera colombiana.

Por otro lado, Atallah (2006) investiga la relación entre IED y la productividad de las empresas manufactureras en Colombia para el periodo 1995-2000, principalmente se concentra en los *spillovers* productividad verticales. Los resultados obtenidos indican que los encadenamientos hacia atrás que las empresas extranjeras establecen con proveedores de insumos en Colombia son un importante canal de difusión de *spillovers* productividad, mientras que los encadenamientos hacia adelante que las empresas extranjeras crean con clientes locales no parecen tener ningún efecto en la productividad de los últimos. Los efectos positivos de la IED en los mismos sectores en donde los IED se ubica parecen estar asociados a los efectos de competencia que ésta genera, y parecen disminuir entre mayor sea el grado de apertura en el comercio exterior.

Internacionalmente se han realizado un gran número de trabajos sobre los *spillovers* de productividad horizontales, algunos de ellos han encontrado resultados positivos como realizados en México e Indonesia, sin embargo también se han encontrado resultados negativos como en el caso de Venezuela, Polonia, Rumania y Bulgaria². Por lo anterior, empíricamente no se ha podido comprobar si efectivamente la inversión extranjera directa puede generar *spillovers* horizontales positivos.

Los trabajos realizados sobre los *spillovers* de productividad verticales han sido más escasos, no obstante en este caso los resultados empíricos parecen más concluyentes en términos de los efectos positivos que la inversión extranjera puede tener sobre los proveedores y clientes locales que establecen relación con las empresas extranjeras.

Schoors y Van Der Tol (2002) encontraron para el caso de Hungría que la presencia de firmas extranjeras genera *spillovers* positivos sobre la productividad del trabajo de las firmas locales que están ubicadas en el mismo sector que la multinacional, específicamente en los sectores que están más abiertos al comercio internacional. También encontraron que los

2 En el trabajo de Sasidharan y Ramanathan se presenta un resumen de los diferentes trabajos realizados sobre *spillover* verticales y horizontales.

spillovers interindustriales son mucho más importantes que los intraindustriales. Concluyen que la capacidad de absorción y el grado de apertura desempeñan un papel muy importante en el proceso de transmisión.

Por su parte, Javorcik y Spatareanu (2003) encontraron para el caso de Rumania que la presencia de firmas extranjeras en el mercado doméstico tiene un efecto positivo sobre la productividad de las firmas domésticas que establecen alianzas estratégicas con las firmas extranjeras, sobre todo cuando éstas actúan como proveedoras. Lo anterior pierde validez cuando no se presentan ningún tipo de alianza o acuerdo de colaboración. Por tanto, los autores concluyen que los *spillovers* de productividad se presentan con mayor facilidad cuando los inversionistas extranjeros establecen alianzas estratégicas con las firmas domésticas o cuando realizan adquisiciones parciales que cuando la IED no establece ningún tipo de contacto con las firmas domésticas.

Harris y Robinson (2002) utilizando un modelo de datos de panel para la industria británica encuentran que se dan *spillovers* tanto positivos como negativos de la IED. La principal conclusión de los autores es que no existe un efecto definitivamente positivo de señalando la IE en la industria manufacturera británica. Los autores explican que estos *spillovers* negativos surgen de dificultades en la absorción de nuevas tecnologías por las firmas domésticas.

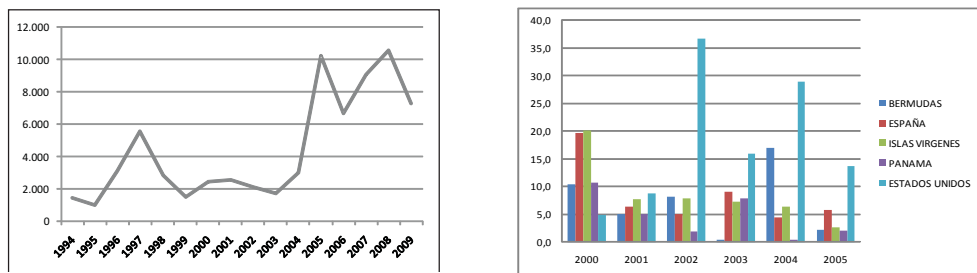
Finalmente, Blalock y Gertler (2005) plantearon que las firmas multinacionales que operan en los mercados emergentes transfieren tecnología a los proveedores locales incrementando su productividad y bajando los precios de los insumos locales. Los autores examinaron la anterior hipótesis en Indonesia y encontraron una fuerte evidencia sobre aumento de productividad, mayor competencia y una caída en los precios en los mercados domésticos que ofrecen insumos a las firmas extranjeras.

III. Comportamiento de inversión extranjera directa en Colombia

La normatividad de la IED se ha venido flexibilizando como consecuencia del proceso de apertura económica iniciado en los noventas, por esta razón surgen una serie de acuerdos, leyes y decretos que tienen como objetivo fundamental incentivar la llegada de mayores flujos de inversión extranjera a nuestro país. Entre las reformas que más contribuyeron a la flexibilización podemos mencionar la Ley 9 de 1991 que permitió la adopción de un régimen de tipo de cambio flexible con intervenciones discretas del Banco de la República, la Ley 6 de 1992 la cual redujo la tarifa de impuesto a la remesas de 12% al 7% y el decreto 4210 de 2004 que permitió remitir al exterior las sumas recibidas producto de la enajenación de la inversión dentro del país, o de la liquidación de la empresa o de la reducción de su capital.

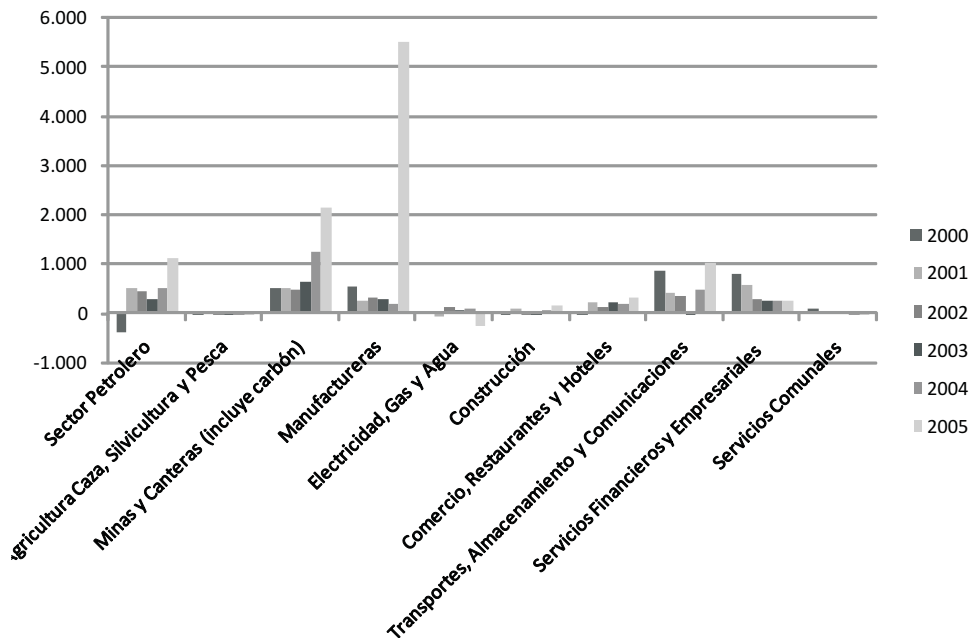
Como se puede apreciar en la Gráfica No.1 los flujos IED han presentado un crecimiento importante, lo cual permite concluir que se están obteniendo los resultados esperados; estos flujos provienen fundamentalmente de Estados Unidos y España. Por otro lado, los sectores más beneficiados han sido Minas y Canteras, Sector Manufacturero, Sector Petrolero, Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones y Establecimientos Financieros (ver Gráfica No. 2).

Gráfico 1. Flujos totales de IED y Países de Origen (USD millones)



Fuente: Banco de la República.

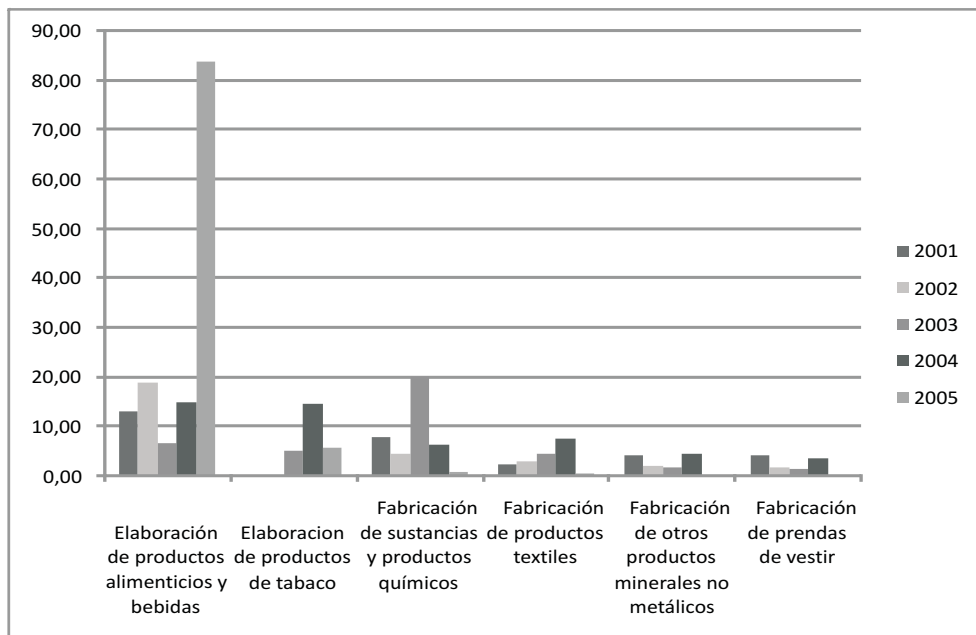
Gráfico 2. Flujos de IED por Actividad Económica



Fuente: Banco de la República.

En el sector manufacturo los subsectores más beneficiados con los flujos de IED son: Elaboración de productos alimenticios y bebidas (D15), Fabricación de sustancias y productos químicos (D24) y Elaboración de productos de tabaco (D16). Ver Gráfica No. 3.

Gráfico 3. Principales receptores de la IED en el sector manufacturero (% de participación)



Fuente: Banco de la República.

IV. Metodología

Para estimar el impacto de IED sobre la productividad se supone una función de producción de la firma *i*, en la cual su nivel de producto (*Y*) depende del capital físico (*K*), el trabajo (*N*), el consumo de bienes intermedios (*CI*) y la productividad total de los factores (*A*)

$$Y_{it} = A_{it} F(K_{it}, N_{it}, CI_{it}) \quad (1)$$

$$A_{it} = F(IED_{it}, BACK_{it}, FORW_{it}) \quad (2)$$

Donde IED_{it} es la inversión extranjera directa en el sector *i* en el período *t*; $BACK_{it}$ es la inversión extranjera directa en los sectores que abastecen al sector de insumos y $FORW_{it}$ es inversión extranjera directa en los sectores clientes del sector *i*.

La ecuación dos indica que la tecnología en el sector i depende la inversión extranjera en el sector i y de los derrames (spillovers) de la IED, por un lado, hacia los sectores que abastecen de insumos a las empresas del sector i ($BACK_{it}$) y, por el otro, hacia los sectores que adquieren productos de las empresas del sector i ($FORW_{it}$). Por tanto la productividad de las empresas del sector i depende tanto de la inversión extranjera directa en el propio sector, como de la inversión en otros sectores de la economía que están relacionados con él³.

Por tanto, con base en las ecuaciones (1) y (2) la función de producción se puede escribir de la siguiente manera:

$$Y_{it} = Y(IED_{it}, BACK_{it}, FORW_{it}, N_{it}, K_{it}, CI_{it}) \quad (3)$$

Se supone que el impacto de N , K y CI es positivo sobre la variable dependiente, por lo que las derivadas parciales son positivas. En este estudio es de gran interés los signos de las derivadas con respecto a las variables IED , $BACK$ y $FORW$, pues miden el impacto del progreso técnico sobre el producto⁴. Cambios en alguna de las variables ligadas a la IED afectaría el nivel de producto (Y_{it}), con los niveles de K , N y CI constantes⁵. Un signo positivo (negativo) de la derivada parcial respecto a IED significa que la presencia de firmas extranjeras en el sector ha tenido un impacto positivo (negativo) en la productividad de las compañías domésticas en el mismo sector; por otro lado, un signo positivo (negativo) de la derivada parcial respecto a la variable $BACK$ significa que la presencia de compañías extranjeras tiene un impacto positivo (negativo) sobre la productividad de las compañías que son proveedoras de las firmas extranjeras y, finalmente, un signo positivo (negativo) para la variable $FORW$ significa que la presencia de firmas extranjeras ha tenido un impacto positivo (negativo) sobre la productividad de las firmas locales que son clientes de las firmas extranjeras.

La ecuación (3) es la base para las estimaciones que se realizan en la siguiente sección.

V. Análisis econométrico⁶

Para la construcción del modelo se emplearon las siguientes variables del sector manufacturero⁷: producción bruta (Q), valor agregado (VA), personal ocupado (N), consumo intermedio (CI), maquinaria y equipo (K) y los indicadores de la inversión extranjera intraindustrial

3 Haddad y Harrison(1993) se formula un modelo utilizando relaciones lineales de las funciones (1) y (2).

4 En la ecuación (2) se supone que el progreso técnico es generado por la presencia de la IED.

5 Gráficamente, esto significaría que la función de producción (1) se desplazaría hacia arriba (abajo), para unos niveles dados de los factores K , N y CI , si el impacto de la IED sobre la producción es positivo (negativo).

6 En el anexo 1 se hace una descripción de los datos empleados.

7 Los datos comprenden información para 16 subsectores de la industria manufacturera para los años 2001-2005.

(IED) e intersectorial para clientes (FORW) y proveedores (BACK)⁸.

En la Tabla 1 se presentan algunos estadísticos para cada una de las variables expresadas en precios constantes y en logaritmos.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas de las variables

Variable	Obs	Media	Desviación Estándar	Min	Max
LQR	80	16.90319	1.001993	14.64566	19.17236
LVAR	80	16.07939	.9917149	13.89435	18.21784
LMR	80	16.30321	1.030112	13.97115	18.68624
LKR	80	16.00131	1.159357	14.12236	18.12065
LN	80	10.06433	.9100317	8.153925	11.75987
LIED	80	.5059003	.146618	.0682047	.6931472
LBACK	80	.2301041	.164398	.0182773	.5578608
LFORW	80	.1873167	.1458751	.0077386	.5414833

Fuente: estimación de los autores.

Se supone que la función de producción (3) es Cobb-Douglas pues se puede linealizar en los parámetros mediante una transformación logarítmica, lo cual facilita el proceso de estimación en un contexto de datos de panel. Posteriormente, esta ecuación se transformó en una ecuación con variables en diferencias, para interpretarlas como tasas de crecimiento. Además, esta última transformación reduce o elimina la posibilidad de correlación serial en los residuales, pues si no se corrige invalida los procedimientos de inferencia.⁹ Por tanto, la motivación para esta forma funcional es que facilita la interpretación en términos económicos de los resultados. Las variables ligadas a la inversión extranjera están en niveles, ya que el objetivo de las estimaciones es medir el impacto de la IED en el crecimiento del producto¹⁰. Así las ecuaciones a estimar son las siguientes:

$$DLQR_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 DLCIR_{it} + \alpha_3 DLKR_{it} + \alpha_4 DLN_{it} + \alpha_5 LIED_{it} + \alpha_6 LBACK_{it} + \alpha_7 LFORW_{it} \quad (4)$$

$$DLVAR_{it} = \beta_1 + \beta_2 DLCIR_{it} + \beta_3 DLKR_{it} + \beta_4 DLN_{it} + \beta_5 LIED_{it} + \beta_6 LBACK_{it} + \beta_7 LFORW_{it} \quad (5)$$

8 Estas variables fueron convertidas a precios constantes mediante el índice de precios al productor para cada sección de la industria, salvo los indicadores Inversión Extranjera Directa. Estas variables se denotan como: QR, VAR, CIR y KR.

9 Las diferencias vuelven estacionarias las series, facilitando los procesos de inferencia. Sin embargo, esto exigiría hacer test de raíces unitarias y también de cointegración lo cual no es aconsejable en este caso dado que la dimensión temporal de la muestra es bastante reducida (T=2001-2005), dado que estos tests sólo son válidos asintóticamente.

10 Balasubramayan, Salisu y Sapsford (1996) utilizan una forma funcional semejante a la utilizada en este trabajo para determinar el impacto de la inversión extranjera directa en el crecimiento del producto.

Para $i = 1, 2, 3, \dots, 16$; y $t = 2001-2005$

La ecuación se estimó tanto por el método de efectos fijos como el de efectos aleatorios. Este último método genera parámetros estimados consistentes si se cumple la condición de ortogonalidad del término de error idiosincrático y los regresores. Para contrastar esta hipótesis se utiliza el test de Hausman, Hausman (1978). El contraste se hizo tanto cuando la variable dependiente es DLQR y como cuando es DLVAR. Los valores de los contrastes, con sus respectivos valores de probabilidad entre paréntesis, son 7.74 (0.26) y 9.15 (0.165) para las regresiones con DLQR y DLVAR, respectivamente. Estas pruebas se distribuyen asintóticamente como χ^2 con 6 grados de libertad bajo la hipótesis nula de independencia entre los regresores y el término de error específico a cada sección cruzada (error idiosincrático). Los niveles de probabilidad por encima del 5% llevan a no rechazar la hipótesis. Por tanto, la estimación de la ecuación por el método de efectos aleatorios generaría estimadores consistentes.

No obstante, se presentan los resultados para el método de efectos fijos pues los datos fueron seleccionados de una manera no aleatoria, por lo que la heterogeneidad no observada se puede considerar como no estocástica. Así asumiendo que este error idiosincrático es constante a lo largo del tiempo, entonces la estimación de las ecuaciones con las variables medidas como desviaciones respecto a su media calculada para los T períodos (estimador intragrupos), elimina este error idiosincrático, lo cual de no hacerse generaría sesgos en los parámetros estimados (sesgos derivados de la heterogeneidad no observada). Otro efecto de esta transformación es que la ecuación de regresión va a tener un intercepto de cero, ya que se supone que estos captan la heterogeneidad de las secciones cruzadas, la cual no es observable. Esta heterogeneidad de la variable dependiente entre las diferentes secciones cruzadas refleja la omisión de variables relevantes, con lo que la estimación de la ecuaciones (4) y (5) podría presentar parámetros sesgados y no consistentes

En las Tablas 2, 3, 4 y 5 se presentan los resultados para las variables DLQR y DVAR estimadas mediante el procedimiento explicado anteriormente. Con respecto a los signos esperados de los parámetros se considera que son positivos para DLN, DLK y DLCIR. Para el coeficiente de la variable IED su signo puede ser tanto positivo como negativo, dependiendo de si la presencia de la inversión extranjera directa en un sector genera incrementos de productividad de las empresas dentro del sector o por el contrario puede contraer la producción del mismo por la exclusión de las firmas domésticas. De otro lado, para las variables que miden los derrames interindustriales la evidencia en general tiende a mostrar un efecto positivo sobre la producción del sector.

Las ecuaciones (4) y (5) se estimaron para 16 subsectores del sector manufacturero colombiano en el período 2001-2005. La selección del período y de los sectores se hizo según la disponibilidad de la información.

En primer lugar, se estimaron las ecuaciones (4) y (5) y se observaron los diagnósticos de correlación serial (AR(1) y AR(2)); en segundo lugar, se simplificaron mediante la exclusión de las variables cuyos coeficientes no son significativos a los niveles convencionales (1 y

5%) con el fin de dar robustez estadística a la ecuación final, dado que esto incrementa los grados de libertad. La ecuación resultante debe ser satisfactoria en términos económicos y econométricos, en el sentido de que tenga una interpretación desde la teoría económica y pase una serie de diagnósticos; en el caso de datos de panel, el diagnóstico es sobre correlación serial, ya que las desviaciones estándares asintóticas de White, White (1980), incorporan la heterocedasticidad presente en la variable dependiente, dada la naturaleza de sección cruzada de los datos. Por tanto, la inferencia a partir de estas estimaciones es válida solo asintóticamente.

A continuación se muestra como se llegó, mediante ese proceso de simplificación, a la ecuación final para los variables dependientes: DLQ y DLVAR, es decir, a las ecuaciones de las Tablas 3 y 5. Para DLQ en la Tabla 2 se observa como el estadístico t asintótico para el coeficiente de LBACK es de 1.3, con un valor de probabilidad de 0.21, por lo que la hipótesis nula de que valga cero no se rechaza. Por tanto se decidió reestimar la ecuación excluyendo esta variable, cuyos resultados se presentan en la Tabla 3. La exclusión de esta variable no deteriora la bondad del ajuste dado que la desviación estándar de la regresión se mantiene constante. Así mismo los diagnósticos de correlación serial (AR(1) y AR(2)) siguen siendo no significativos, lo cual indica que esta simplificación es válida.

**Tabla 2. Estimación de la ecuación para la variable DLQR
(Método: efectos fijos estimación intra-grupos)**

	Coefficient	Std.Error	t-value	t-prob
DLKR	0.0759092	0.03626	2.09	0.041
DLCIR	0.813902	0.03775	21.6	0.000
DLN	0.0679126	0.03294	2.06	0.044
LIED	-0.345798	0.1602	-2.16	0.035
LFORW	0.654346	0.3368	1.94	0.057
LBACK	0.0831043	0.06528	1.27	0.208
sigma	0.07715478	sigma^2		0.005952859
R^2	0.9813511			
RSS	0.33931299037	TSS		18.194838374
no. of observations	79	no. of parameters		22
Diagnósticos:				
Wald	Chi^2(6) =	7854.	[0.000]	
AR(1) test:	N(0,1) =	-1.281	[0.200]	
AR(2) test:	N(0,1) =	-0.4176	[0.676]	

Fuente: estimación de los autores.

**Tabla 3. Estimación de la ecuación para DLQR, excluyendo LBACK.
(Modelo de efectos fijos: estimador intra-grupos)**

	Coefficient	Std.Error	t-value	t-prob
DLKR	0.0785109	0.03456	2.27	0.027
DLCIR	0.810914	0.03589	22.6	0.000
DLN	0.0693070	0.03415	2.03	0.047
LIED	-0.346601	0.1587	-2.18	0.033
LFORW	0.673980	0.3227	2.09	0.041
sigma	0.07669145	sigma^2		0.005881578
R^2	0.9812512			
RSS	0.34113152047	TSS		18.194838374
no. of observations	79	no. of parameters		21
Diagnósticos:				
Wald	Chi^2(5) =	3998.	[0.000]	
AR(1) test:	N(0,1) =	-1.162	[0.245]	
AR(2) test:	N(0,1) =	-0.4513	[0.652]	

Fuente: estimación de los autores.

Igual procedimiento se siguió para la estimación de la ecuación (5). Como para la ecuación de DLQ la variable LBACK no resultó significativa a los niveles convencionales del 1 y 5% (p-value = 0.20), por lo que la hipótesis nula de que este parámetro sea cero no se rechaza a estos niveles de significancia. Por esta razón, esta variable se excluye de la ecuación, cuya estimación se presenta en la Tabla 5. De nuevo, ningún diagnóstico se deteriora y la desviación estándar estimada de la regresión se reduce ligeramente o al menos no se incrementa, lo cual indica que la bondad del ajuste no se deteriora con la exclusión de esta variable,

**Tabla 4. Estimación de la ecuación para la variable DLVAR
(Modelo de efectos fijos: estimador intra-grupos)**

	Coefficient	Std.Error	t-value	t-prob
DLKR	0.198825	0.07526	2.64	0.011
DLCIR	0.549885	0.07595	7.24	0.000
DLN	0.174925	0.07470	2.34	0.023
LIED	-0.768901	0.3389	-2.27	0.027
LFORW	1.37102	0.6744	2.03	0.047
LBACK	0.162746	0.1267	1.28	0.204
sigma	0.162784	sigma ²		0.02649864
R ²	0.9036529			
RSS	1.5104227441	TSS		15.676884627
no. of observations	79	no. of parameters		22
Diagnósticos:				
Wald :	Chi ² (6) =	684.0	[0.000]	
AR(1) test:	N(0,1) =	-1.796	[0.073]	
AR(2) test:	N(0,1) =	-0.04692	[0.963]	

Fuente: estimación de los autores.

**Tabla 5. Estimación de la ecuación para la variable DLVAR, excluyendo LBACK.
(Modelo de efectos fijos: estimador intra-grupos).**

	Coefficient	Std.Error	t-value	t-prob
DLKR	0.203921	0.07215	2.83	0.006
DLCIR	0.544032	0.07154	7.60	0.000
DLN	0.177656	0.07620	2.33	0.023
LIED	-0.77047	0.3361	-2.29	0.026
LFORW	1.40946	0.6470	2.18	0.033
sigma	0.1617468	sigma ²		0.02616202
R ²	0.903208			
RSS	1.5173969659	TSS		15.676884627
no. of observations	79	no. of parameters		21
Diagnósticos:				
Wald :	Chi ² (5) =	574.1	[0.000]	
AR(1) test:	N(0,1) =	-1.769	[0.077]	
AR(2) test:	N(0,1) =	-0.06027	[0.952]	

Fuente: estimación de los autores.

Los resultados presentados en las Tablas 3 y 5 son la base para el análisis que se hace a continuación.

La tasa de crecimiento de la producción industrial (DLQR) y del valor agregado (DLVAR) dependen en forma significativa de las tasas de crecimiento del consumo de los bienes intermedios (DLCIR), del empleo en el sector industrial (DLN) y del crecimiento del stock de capital (DLKR). Estas variables tienen coeficientes con los signos esperados, es decir, positivos.

Las variables ligadas a la IED, resultaron significativas LIED y LFORW, con un efecto negativo de la IED sobre la producción de las empresas dentro de la misma industria, es decir, un efecto intraindustrial negativo, sugiriendo el predominio de efectos de desplazamiento de las firmas extranjeras sobre las domésticas, debido quizás a la mayor competencia que representan las firmas multinacionales para las domésticas. Los efectos verticales resultaron significativos con un impacto positivo tanto para la tasa de crecimiento de la producción industrial como del valor agregado del sector industrial, destacándose este efecto por su magnitud relativamente grande cuando la variable dependiente es la tasa de crecimiento del valor agregado (DLVAR).

En las dos regresiones, todas las variables son importantes para explicar las variaciones de la producción industrial y del valor agregado, según el estadístico de Wald el cual contrasta la hipótesis nula de que cada uno de los coeficientes asociados a las variables DLN, DLCIR, LIED y LFORW sea cero, contra la alternativa de que al menos uno sea diferente de cero. En ambas ecuaciones, el valor de la Chi cuadrado permite rechazar contundentemente esta hipótesis nula.

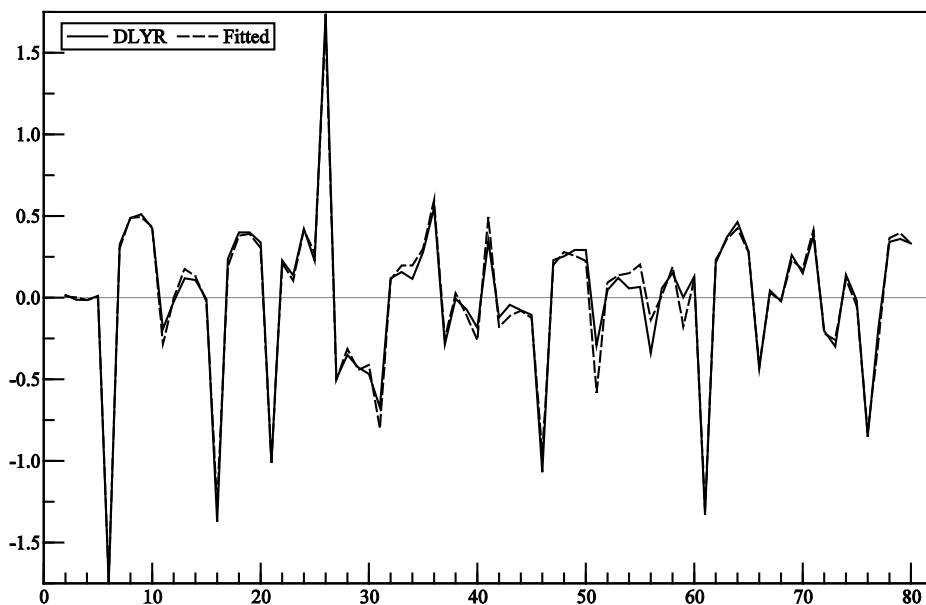
Adicionalmente, las estimaciones son satisfactorias desde el punto de vista estadístico, por cuanto no presentan correlación serial de orden uno y dos, según los estadísticos AR(1) y AR(2), ya que sus valores estimados están dentro del intervalo de 95% para una distribución normal, es decir (-1.96, 1.96), tal como se señaló antes. Esto permite no rechazar la hipótesis nula de no correlación serial de orden uno y dos. En las Gráficas siguientes se presentan los valores observados y ajustados para las ecuaciones 3 y 5, así como el correlograma de los residuales de ambas ecuaciones. Se resalta el buen ajuste y la ausencia de correlación serial en ambas ecuaciones, dado por el carácter bastante aplanado de los correlogramas¹¹.

VI. Consideraciones finales

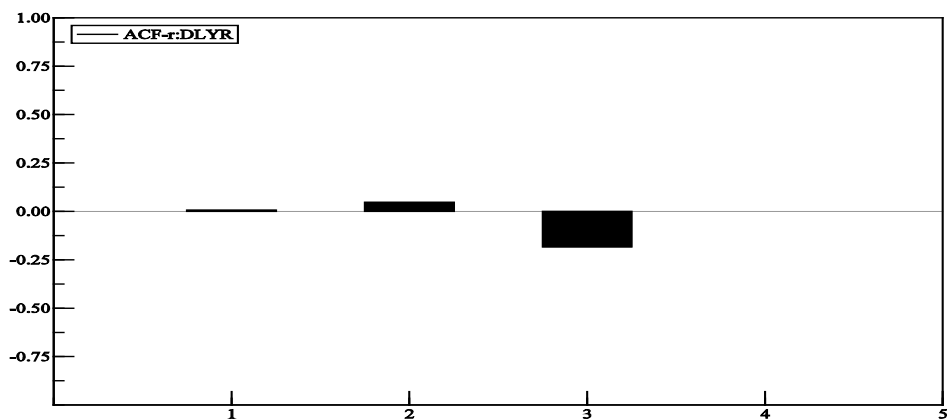
La Inversión Extranjera directa puede generar unos efectos directos e indirectos sobre las economías receptoras. Los efectos indirectos son conocidos en la literatura económica como *spillovers* de productividad. Los *spillovers* se clasifican entre *spillovers* horizontales y verticales y, a su vez, estos últimos generan unos efectos hacia atrás – proveedores – y hacia delante – clientes-. Los estudios empíricos básicamente se han concentrado en estudiar

11 Ver Arellano y Bond (1991) para estos contrastes.

Gráfica 4. Valores observados y ajustados de DLJR .



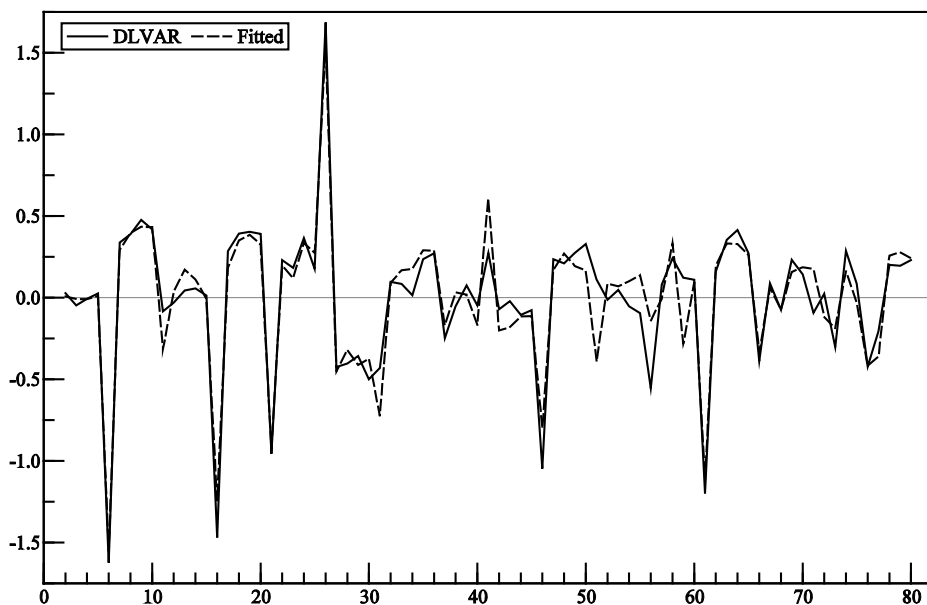
Gráfica 5. Correlograma de los residuales de la ecuación de la ecuación de DLJR



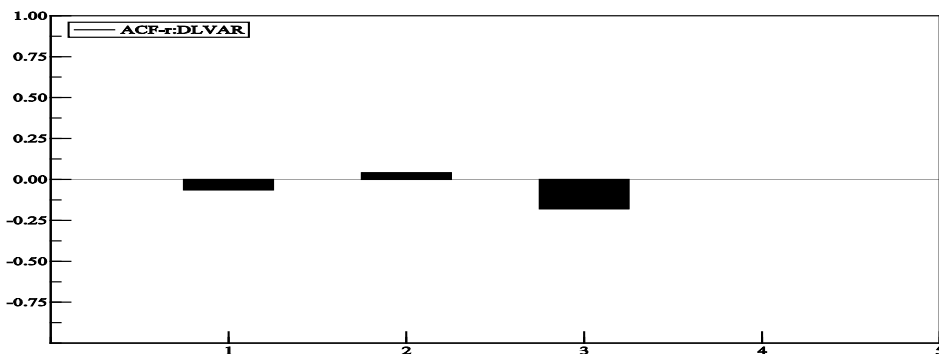
los *spillovers* de productividad horizontales, los cuales han mostrado que estos efectos han sido negativos o prácticamente nulos.

En este trabajo se estudió la presencia de *spillovers* de productividad horizontales y verticales para la industria manufacturera colombiana para el período comprendido entre 2001-

Gráfica 6. Valores observados y ajustados de DLVAR.



Gráfica 7. Correlograma de los residuales de la ecuación de DLVAR.



2005. Para el caso de Colombia se han realizado dos estudios sobre los spillover de productividad de la industria manufacturera. El estudio realizado por Kugler (2005) se concentra en los *spillovers* horizontales en el periodo 1974-1998; el autor no encuentra evidencia sobre la difusión de *spillovers* horizontales en la industria manufacturera. Por otro lado, Atallah (2006) investigó sobre la presencia de *spillovers* verticales en la industria manufacturera colombiana en el periodo 1995-2000 encontrando unos efectos positivos en los encadena-

mientos hacia atrás, mientras que en los encadenamientos hacia delante no encontró un efecto significativo.

En este estudio se encontró que la tasa de crecimiento de la producción industrial y del valor agregado dependen en forma significativa del crecimiento del consumo de los bienes intermedios, del empleo en el sector industrial y del stock de capital.

Por otro lado, las variables ligadas a la Inversión Extranjera Directa (LIED y LFORW) resultaron significativas, con un efecto intraindustrial negativo, sugiriendo el predominio de efectos de desplazamiento de las firmas extranjeras sobre las domésticas, debido probablemente a la mayor competencia que representan las firmas multinacionales para las domésticas. Los efectos verticales resultaron significativos con un impacto positivo tanto para el crecimiento de la producción industrial como del valor agregado del sector industrial, destacándose este efecto por su magnitud relativamente grande cuando la variable dependiente es la tasa de crecimiento del valor agregado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aitken, B & Harrison, A. (1999). Do domestic Firms Benefit from Direct Foreign Investment? Evidence from Venezuela. *The American Economic Review*, 89(3), 605-617.
- Aitken, B. , Hanson, G. & Harrison, A. (1994). Spillovers, foreign investment and export behavior. *NBER, working paper*, 4967.
- Arellano, M. & Bond, S. (1991). Some tests of Specification for Panel Data: Montecarlo Evidence and an Application To Employment Equations. *Review of Economic Studies*, 58(2):277-297.
- Atallah, S. (2006). Revaluando la transmisión de spillovers de la IED: un estudio de productividad colombiana. *Desarrollo y Sociedad*, 57, 163-213.
- Audretsch, D. (1998). Agglomeration and the location of innovative activity. *Oxford Review of Economic Policy*, 14 (2), 18–29.
- Barrios, S. & Strolb, E. (2002). Foreign direct investment and productivity spillovers: evidence from spanish experience. *Review of World of Economcis*, 138(3), 459-481.
- Blaclok, G. & Gertler, P. (2005). Welfare gains from foreign direct investment through technology transfer to local suppliers. *Journal of International Economics*, 74(2), 402-421.
- Crespo, N. (2006). Determinant factors of FDI Spillovers –what do really know?. *World development*, 35(3), 410-425.
- Crespo, J. & Velásquez, F. (2006). Externalidades tecnológicas de la inversión extranjera directa. Medición y efectos. *ICE*, 830.
- Fosfuri, A., Motta, M. & Ronde, T. (2001). Foreign direct investment and spillovers through workers' mobility. *Journal of International Economics*, 53(1), 205–222.
- Gersl, A., Rubene, I. & Zummer, T. (2007). Foreign direct investment and productivity spillover: update evidence from Central and Eastern Europe. *CNB Czech National Bank, Working Paper Series No. 8*

- Glass, A. & Saggi, K. (2002). Multinational firms and technology transfer. *Scandinavian Journal of Economics*, 104(4), 495–513.
- Haddad, M. & Harrison, A. (1993). Are there positive spillovers from direct foreign investment? Evidence from panel de data for Morrocco. *Journal of development economics*, 42(1), 51-74.
- Harris, R. & Robinson, C. (2002). Productivity Spillovers to Domestic Plants from Foreign Direct Investment Evidence from Uk manufacture, 1974-1995. *Royal Economic Society Annual Conference 2002* 96.
- Hausman, J. (1976). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251-1271.
- Javorcik, B. & Spatareanu, M. (2003). To share or not to share: does local participation matter for spillovers from foreign direct investment?. *World Bank policy research, working paper* No. 3118.
- Kokko, A. (1994). Technology, market characteristics, and spillovers. *Journal of development economics*, 43(2), 279-293.
- Kokko, A., Tanzini, R. & Zejan, M. (2001). Trade regimes and effects of FDI: evidence from Uruguay. *Weltwirtschaftlischers Archiv*, 137, 124-149.
- Kugler, M. (2005). Spillover from direct foreign investment: within and between industries?. *Borradores de Economía*, 80(2), 444-447.
- Meyer, K. (2003). FDI spillovers in emerging markets: a literature review and new perspectives. *DRC, Working Paper*, 15.
- Narula, R. & Marin, A. (2003). FDI spillovers, absorptive capacities and Human Capital Development: Evidence from Argentine. *Maestrich Research Institute. (MERIT), Working Paper*, 24.
- Ramachandran, V. (1993). Technology transfer, firm ownership, and investment in human capital. *Review of Economics and Statistics*, 75(4):664–670.
- Sinani, E. & Meyer, K. (2004). Spillovers of technology transfer from FDI: the case of Estonia. *Journal of Comparative Economics*, 32(3), 445–466.
- Sasidharan, S. & Ramanathan, A. (2007). Foreign Direct Investment and spillover: evidence from Indian manufacturing. *International Journal Trade and Global Markets*, 1(1), 5-22.
- Schoors, K. & Van Der Tol, B. (2002). Foreign direct investment spillovers within and between sectors: evidence from Hungarian data. *Working paper University of Gent, 2002/157*.
- UNCTAD. (2007). *Foreign direct investment and the challenge of development. World investment Report*. New York and Genova: United Nations.
- White, H. (1980). A heterocedasticity consistent covariance matrix estimator and a direct test of heterocedasticity. *Econometrica*, 48(4), 817-818

ANEXO 1**DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS**

Las fuentes empleadas para la construcción de las variables fueron obtenidas de la Superintendencia de Sociedades y Banco de la República. Se tomaron datos anuales para la industria manufacturera para el periodo comprendido entre 2001 - 2005 (CIIU Rev. 3 A.C. División D15-D37, se tomaron datos a dos dígitos). Para que la información obtenida, por código CIIU, en el DANE y en el Banco de la República coincidiera para algunos dígitos fue necesario realizar las siguientes agregaciones:

D15 (Elaboración de productos alimenticios y bebidas): Total de Carnes y Pescados; Aceites y Grasas Animales y Vegetales; Productos Lácteos; Productos de Molinería, almidones y sus productos; Productos de café y trilla; Azúcar y panela; Cacao, chocolate y productos de confitería; Productos alimenticios no clasificado previamente (n.c.p); y Bebidas.

D17 (Fabricación de productos textiles): Contiene los renglones 20 y 21 correspondientes a Hilazas e hilos; tejidos de fibras textiles artículos textiles, excepto prendas de vestir; y artículos.

D18 (Fabricación de prendas de vestir): Incluye tejidos de punto y ganchillo correspondientes a la CIIU D17.

D27 (Fabricación de metales comunes): Incluye la CIIU D28 -Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo-.

D34 (Fabricación de vehículos automotores, remolques y semiremolques): Incluye CIIU D35 -Fabricación de otros tipos de equipo de transporte n.c.p.

D36 (Fabricación de muebles): De la Matriz de Utilización del DANE incluye los renglones 35 y 36 correspondientes a Muebles y Otros bienes manufacturados n.c.p.

Las variables empleadas fueron Producción Bruta a precios corrientes, Personal Ocupado, Consumo Intermedio a precios corrientes y Maquinaria y Equipo industrial¹². La variable Inversión Extranjera Directa (IED)¹³ se pasó a pesos colombianos empleando el tipo de cambio nominal promedio anual correspondiente, finalmente multiplicó por \$1000¹⁴ para dejarla expresada en miles de pesos corrientes. Para deflactar las anteriores variables se usó el Índice de Precios al Productor (IPP) para cada subsector.

La matriz de coeficientes técnicos se construyó a partir de la Matriz de Utilización (consumo

12 Tomadas del Sistema de Consulta de la página web del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

13 Fuente página web del Banco de la República

14 Todas las variables del panel están en miles de pesos corrientes.

intermedio) del DANE a precios constantes del 2000. Según esta matriz las filas miden lo que cada sector vende, y las columnas, lo que cada sector compra al resto de la economía y a su mismo sector.

Para calcular los coeficientes técnicos, se dividió lo que vende el sector j (fila) al sector i entre la producción de j ; y lo que consume el sector i (columna) del sector j entre la producción de i . Lo anterior da como resultado el porcentaje de “insumos” o consumo intermedio que cada uno de los sectores utiliza de otro sector y del mismo.

Los encadenamientos hacia delante¹⁵ se calcularon multiplicando el coeficiente técnico del sector j en el momento t por el flujo de IED del sector j en el momento t , a continuación se realiza la sumatoria horizontal de cada una de las industrias:

$$IED_{forwjt} = \sum_{k : k \neq j} \beta_{kj} IED_{sec\ torialkt} \quad (7)$$

β_{ji} : coeficiente que indica el porcentaje de la producción total del sector j que es vendido al sector cliente i .

Los encadenamientos hacia atrás se calcularon multiplicando el coeficiente técnico del sector i en el momento t por el flujo de IED del sector i en el momento t , a continuación se realiza la sumatoria vertical de cada una de las industrias:

$$IED_{backjt} = \sum_{k : k \neq j} \beta_{jk} IED_{sec\ torialkt} \quad (8)$$

β_{ji} : Coeficiente técnico que indica el porcentaje de compras que realiza i al sector j .

15 Se multiplicó el flujo total de IED de cada sector en un año dado, por las filas de la matriz de coeficientes técnicos, luego, se sumaron los resultados de la anterior multiplicación horizontalmente.

