



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

El desempeño innovador de las empresas extranjeras y nacionales en las manufacturas de Colombia

ALVAREZ, I.; ALBIS, N.

El desempeño innovador de las empresas extranjeras y nacionales en las manufacturas de Colombia

Autoras:

NADIA ALBIS

Instituto Complutense de Estudios Internacionales
Universidad Complutense Madrid
nadia.albis@estudiante.uam.es

ISABEL ÁLVAREZ

Instituto Complutense de Estudios Internacionales
Universidad Complutense Madrid.
isabel.alvarez@ccee.ucm.es

Resumen: En este trabajo analizamos el desempeño innovador de las subsidiarias de empresas extranjeras en las manufacturas colombianas en comparación con las empresas nacionales y, en particular, las diferencias en el uso de insumos de conocimiento y la generación de innovaciones. Los resultados muestran que la probabilidad de ejecutar actividades de innovación es similar entre subsidiarias extranjeras y empresas nacionales que no exportan, siendo superior en las exportadoras. Las unidades extranjeras hacen un uso relativamente más intensivo de insumos de conocimiento, la investigación y desarrollo (I+D) es fundamentalmente de carácter extramuros, siendo muy importante su gasto en otras actividades de innovación; también es mayor la probabilidad de que obtengan innovaciones reales (para el mercado internacional) y patentes sus invenciones, no siendo superior la obtención de innovaciones adaptativas.

1. Introducción

El positivo comportamiento de los flujos de inversión extranjera directa (IED) de las últimas décadas ha ido acompañado de un incremento sustancial de la participación de los países en desarrollo (PED), principalmente de Asia, economías en transición y en menor medida de América Latina y el Caribe (UNCTAD, 2010). Aunque las actividades de innovación de las empresas multinacionales (EMN) y en particular, la investigación y el desarrollo –I+D–, sigue altamente concentrada en los países de origen (principalmente desarrollados), recientemente se ha dado una expansión también hacia los PED, sugiriendo nuevas motivaciones en los procesos de relocalización de esas actividades (UNCTAD, 2005; Athreye & Cantwell, 2007). Es reseñable, por lo tanto, el cambio gradual de la geografía de las actividades de innovación de las subsidiarias de EMN y una mayor descentralización de sus actividades tecnológicas para crear competencias que refuercen sus fortalezas competitivas, frente al más tradicional mandato de explotación de competencias (Archibugi & Michie, 1995; Narula & Zanfei, 2004; Cantwell & Mudambi, 2005; Dunning & Lundan, 2009).

La literatura tradicional sobre los efectos de desbordamiento de la IED en las economías locales parten del supuesto de la superioridad tecnológica de las subsidiarias de EMN frente sus contrapartidas domésticas, así como la existencia de activos de conocimiento que se crean centralmente para posteriormente ser transmitidos a las subsidiarias y de allí filtrarse a las firmas domésticas (Blomström &

Kokko, 1998; Crespo & Fontoura, 2007). Esa superioridad se revela en las ventajas de productividad de las EMN y también en la superior capacidad innovadora de las subsidiarias de empresas extranjeras (Castellani & Zanfei, 2007; Criscuolo et al., 2010). La evidencia reciente ha mostrado que las diferencias en el desempeño tecnológico de las subsidiarias juegan un papel relevante en la explicación de los efectos positivos en las economías de acogida. En particular, se tienen que dar ciertas condiciones en las subsidiarias para que éstas constituyan un canal efectivo para la transferencia de conocimiento hacia los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) receptores (Driffield & Love, 2007; Marin & Sasidharan, 2010); no obstante, aún sigue siendo escaso el número de estudios sobre el desempeño innovador de las subsidiarias en los países en desarrollo, lo que justifica aportar nueva evidencia empírica al respecto.

Por todo ello, aquí analizamos empíricamente si las subsidiarias de empresas extranjeras en Colombia exhiben un comportamiento innovador superior a las domésticas (incluidas las exportadoras) y si así fuera, pasamos a identificar cuáles son los factores que explicarían esa superioridad. Para ello empleamos un modelo estructural en el que se comparan las diferencias en la decisión de invertir en actividades de innovación, el esfuerzo realizado en esas inversiones y el proceso de producción de innovaciones, entre empresas subsidiarias extranjeras y empresas nacionales. La información estadística que utilizamos procede de la Segunda Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en las empresas industriales en Colombia – EDIT IV- y la Encuesta Anual Manufacturera –EAM.

El interés de aplicar este análisis en el caso de Colombia se sostiene en el sustancial aumento de los flujos de IED en las manufacturas en tiempos recientes. Además, nos permitirá conocer cuál es la potencial contribución de las multinacionales a los procesos locales de aprendizaje e innovación. Y, por último, teniendo en cuenta que Colombia ha implementado una serie de políticas orientadas a atraer un mayor volumen de IED desde los noventa, los resultados permitirían aportar nuevos elementos para mejorar el diseño de esas políticas y su efectividad.

En la siguiente sección, se presenta el marco conceptual que soporta la investigación. En la tercera, se describe la metodología y los datos utilizados. En la sección cuarta, se muestran y discuten los resultados obtenidos para, finalmente, aportar algunas conclusiones en la sección quinta.

2. Antecedentes teóricos y empíricos

Una línea de investigación que se ha ido consolidando recientemente en la literatura es aquella que combina el estudio de la internacionalización económica y la innovación, intentando dilucidar la explicación de los dos procesos y sus efectos sobre los SNI tanto locales como de origen. Mientras que una de las motivaciones tradicionales de las inversiones en I+D de las subsidiarias ha sido la necesidad de adaptar productos y procesos a los mercados externos (Mansfield et al., 1979), el rápido crecimiento de la IED y la fuerte dinámica del cambio tecnológico global han generado importantes cambios en las estrategias empresariales de diversificación de sus competencias tecnológicas, con el fin de absorber y combinar el conocimiento y las capacidades geográficamente dispersas. El hecho es que las empresas multinacionales han evolucionado hacia una mayor integración a través de redes internacionales, derivando en estructuras corporativas menos jerarquizadas en las que a las subsidiarias se les asigna un papel cada vez más activo en las actividades globales tales como la innovación y la generación de conocimiento (Hedlund, 1994; Cantwell, 1995; Cantwell & Piscitello, 2000; Zanfei, 2000). Igualmente, las EMN son cada vez más activas en establecer alianzas tecnológicas con empresas foráneas y

organizaciones para desarrollar nuevas tecnologías, productos y procesos (Reddy, 2005; Castellani & Zanfei, 2007; Dunning, 2009).

Según Cantwell (1995), en una organización que trabaja en red, cada subsidiaria se especializa de acuerdo a las características específicas de la producción, las capacidades tecnológicas y los requerimientos de los clientes, beneficiándose así de economías de escala a través de la concentración de líneas particulares de actividad, de las economías de aglomeración por el intercambio con otros agentes en campos similares y de las economías de alcance a través de la coordinación internacional de actividades dentro de las EMN. En este sentido, la existencia de estas redes facilita la difusión de conocimiento y la innovación en el interior de la empresa así como de un país a otro. Sin embargo, no todas las subsidiarias desarrollan en el extranjero las mismas capacidades tecnológicas y de innovación; esto depende del tipo de estrategias de la corporación multinacional, de la evolución misma de las subsidiarias, de las ventajas de localización específicas de los países receptores e incluso de las oportunidades tecnológicas de los sectores (Birkinshaw & Hood, 1998; Balcer & Evangelista, 2005; Cantwell & Mudambi, 2005).

La evidencia empírica sobre el comportamiento innovador de las subsidiarias de empresas extranjeras encuentra como primer punto de referencia la relación entre productividad e internacionalización de las empresas, mostrando por lo general las EMN y las exportadoras un nivel de productividad superior a las domésticas (Doms & Jensen, 1998; Helpman et al., 2004; Girma et al., 2005). Trabajos recientes profundizan en la explicación de la heterogeneidad en el desempeño tecnológico empresarial, más allá de la productividad, incluyendo explícitamente medidas de insumos (esfuerzo en actividades de innovación) o de outputs del proceso innovador (patentes o innovaciones tecnológicas). En estos trabajos, las diferencias de productividad entre las EMN (ya sea de capital nacional o extranjero) y las domésticas, parecen obedecer a las diferencias en la producción de conocimiento y a su grado de integración en las redes internacionales (Castellani & Zanfei, 2007; Frenz & Ietto-Gillies, 2007; Criscuolo, et al., 2010). Algunas de esas contribuciones se basan en modelos que interrelacionan el esfuerzo en I+D, la innovación y la productividad (Crépon, et al, 1998), aproximación que ha servido de base para evaluar de manera más detallada las diferencias en el desempeño innovador entre firmas domésticas y multinacionales (e.g Dachs et al., 2008; Masso et al., 2013).

Los resultados empíricos para los países desarrollados en general soportan la hipótesis de superioridad tecnológica de las subsidiarias extranjeras. Así, la propiedad extranjera tiene un impacto positivo sobre la probabilidad de alcanzar innovaciones de producto en las firmas manufactureras en Escocia (Love et al., 1996), y en Frenz & Ietto-Gilles (2007) se confirma para el Reino Unido una mayor propensión a innovar, especialmente cuando las subsidiarias emprenden actividades de innovación sobre bases continuas en vez de ocasionales. Dachs et al (2008) muestran que para los países nórdicos no hay diferencias en la propensión e intensidad de realizar I+D y sí en la obtención de innovaciones, además de ser mayor la colaboración de las filiales extranjeras con otros agentes del SNI. En contraste, Masso et al (2013) encuentran para Estonia que las subsidiarias extranjeras tienen una mayor intensidad de gasto en innovación pero una baja capacidad de producir innovaciones. En Holanda, Sadowsky & Sadowsky-Rasters (2006) obtienen que las subsidiarias de EMN son más innovadoras que las firmas domésticas aunque predominan las innovaciones tecnológicas de tipo imitativo (nuevas para la firma) sobre las “reales” (nuevas para el mercado). Criscuolo et al. (2010) obtienen que las firmas con un compromiso global (multinacionales y exportadoras) innovan más que las domésticas, lo cual se debe a que utilizan mayores insumos de conocimiento (I+D) y a su mayor capacidad de aprendizaje, su acceso a redes de conocimiento global y a las relaciones con otros

agentes del SNI; además, la importancia relativa de cada una de las fuentes de conocimiento en las subsidiarias varía con el tipo de innovación, ya sea patentes o innovaciones tecnológicas. Igualmente, Castellani & Zanfei (2007), encuentran que las empresas internacionalizadas en Italia realizan mayor esfuerzo en I+D y son superiores en su producción de innovaciones.

Salvo algunas excepciones, en la mayoría de los trabajos sobre América Latina, la evaluación del impacto de la propiedad extranjera sobre la innovación ha sido secundaria y los resultados son más heterogéneos. Para Chile, Álvarez (2001) encuentra que la exportación es más relevante que la propiedad extranjera para explicar el desempeño innovador; en particular, no se asocia con una mayor I+D ni con la introducción de innovaciones tecnológicas, pero sí afecta la probabilidad de introducir innovaciones en comercialización y diseño de productos. Un hallazgo similar aparece en Álvarez & Robertson (2004) para México: mientras la exportación afecta la mayor parte de las medidas de innovación, la propiedad extranjera sólo afecta las innovaciones asociadas a la convergencia hacia la frontera tecnológica - de proceso y la adquisición de licencias en el extranjero. Sin embargo, para este mismo país, Romo y Hill (2006) encuentran que aunque la IED no tiene efecto sobre la propensión y la intensidad en innovación, sí lo tiene en la generación de innovaciones graduales y radicales, en las ventas por productos innovadores y la generación de patentes.

En un conjunto de trabajos recientes que utilizan el modelo de Crépon et al (1998) adaptado a las especificidades de la región, se llega a que los esfuerzos en innovación se encuentran débilmente relacionados con la propiedad extranjera. En Chudnovski et al. (2006) para Argentina, las firmas extranjeras no tienen mayor propensión ni intensidad a gastar en innovación y tampoco obtienen más innovaciones que las domésticas. Este resultado lo confirman Arza y López (2010), aunque éstos encuentran un efecto positivo y significativo de la propiedad extranjera sobre la innovación de proceso. Para Uruguay, Cassoni & Ramada (2010) muestran que la propiedad extranjera minoritaria no aumenta la propensión a realizar actividades de innovación y tiene un efecto negativo sobre la intensidad del gasto en esas actividades. Por último, Arbeláez y Torrado (2009) muestran que la presencia de capital extranjero en Colombia no se asocia con una mayor probabilidad e intensidad de la I+D pero sí con un mayor gasto en innovación y una mayor probabilidad de obtener innovaciones de mayor novedad respecto a las firmas domésticas.

3. Metodología

El análisis del desempeño innovador de las subsidiarias extranjeras frente a las firmas domésticas (incluidas las exportadoras) en Colombia y los factores que explicarían tales diferencias, se realiza aquí combinando la aproximación planteada por Criscuolo et al (2010) y la aplicación del modelo de Crépon, Duguet y Maraisse (1998) -en adelante CDM. En ese sentido, además de analizar las diferencias en la producción de innovaciones, se evalúan también los determinantes de la probabilidad y la intensidad del gasto en actividades de innovación (AI), habiéndose optado por incorporar algunas modificaciones al modelo CDM para ajustarlo al objetivo de investigación planteado.

Partiendo del *modelo de stock de conocimiento* (Griliches, 1979), en el modelo CDM se intentan corregir los problemas asociados a los sesgos de selección y de endogeneidad propios de la relación entre insumos de la innovación, producción de innovaciones y productividad. A diferencia del modelo CDM estándar, la especificación que utilizamos incluye a todas las firmas en las estimaciones, y no sólo a las innovadoras (Griffith et al., 2006); además, se considera un amplio conjunto de actividades de innovación y no sólo el gasto en I+D, para captar otros elementos del proceso innovador y comparar las diferencias en las estrategias tecnológicas de

subsidiarias extranjeras y empresas domésticas¹; por otra parte, siguiendo a Criscuolo et al (2010), en el análisis nos centramos en las características del proceso innovador en sí mismo sin abordar los determinantes de la productividad.

El modelo general es un sistema de cuatro ecuaciones en el que, la Ecuación 0 representa el esfuerzo en actividades de innovación de las empresas, siendo $i=1, \dots, N$ el subíndice relativo a las firmas:

Cuadro 1. Variables dependientes de las ecuaciones 1 y 2

Probabilidad I+D total	Intensidad inversión en I+D total
Probabilidad I+D intramuros	Intensidad inversión en I+D intramuros
Probabilidad I+D extramuros	Intensidad inversión en I+D extramuros
Probabilidad actividades de innovación	Intensidad inversión en actividades de innovación
Probabilidad tecnología incorporada	Intensidad inversión en tecnología incorporada
Probabilidad tecnología no incorporada	Intensidad inversión tecnología no incorporada
Probabilidad mercadeo de innovaciones	Intensidad inversión en mercadeo innovaciones
Probabilidad ingeniería y diseño industrial	Intensidad inversión en I+D total
Probabilidad capacitación	Intensidad inversión en I+D intramuros

Fuente: elaboración propia

Cuadro 2. Variables independientes de las ecuaciones 1 y 2

Subsidiaria extranjera	Subsidiaria extranjera
Doméstica exportadora	Doméstica exportadora
Doméstica no exportadora (referencia)	Doméstica no exportadora (referencia)
Tamaño	Financiación pública de la innovación
Protección formal	Protección formal
Financiación pública de la innovación	Empuje de demanda
Sector industrial	Cooperación en actividades de innovación
Subsidiaria extranjera	Información grupo
	Información vertical
	Información horizontal
	Información de universidades/centros de I+D
	Sector industrial

Fuente: elaboración propia

Finalmente, la última ecuación corresponde a la Función de Producción de Conocimiento –*knowledge production function* o KPF- que describe el proceso de transformación de los insumos de la innovación a la producción de conocimiento

económicamente valioso (la innovación) (Griliches, 1979). En el modelo CDM esta ecuación sería:

captura las diferencias en el desempeño innovador entre éstas y las domésticas exportadoras y no exportadoras.

Cuadro 3. Variables independientes de la ecuación 3

Grupo		Variable
I	Tipo de empresa	Subsidiaria extranjera Doméstica exportadora Doméstica no exportadora (referencia)
II	Insumos de conocimiento	Modelo 1 (M1): intensidad inversión en I+D estimada Modelo 2 (M2): intensidad inversión en AI estimada Modelo 3 (M3): intensidad inversión de los seis tipos de actividades de innovación estimadas por separado
III	Flujos de conocimiento	<u>Intra-firma</u> Cooperación grupo <u>Externos</u> Cooperación vertical Cooperación horizontal Cooperación con universidades/centros de I+D
IV	Variables de control	Tamaño Financiación pública de la innovación Protección formal Sector industrial

⁽¹⁾ Inversión en tecnología incorporada, tecnología no incorporada, mercadeo de innovaciones, ingeniería y diseño industrial y capacitación. Fuente: elaboración propia

Los datos utilizados proceden de la Cuarta Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica – EDIT IV, realizada en el año 2009 por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia -Dane. Dicha encuesta proporciona información censal referida a 2007 y 2008, aplicada al conjunto de las 8.654 empresas incluidas en el directorio de la Encuesta Anual Manufacturera - EAM²; de éstas, el Dane obtuvo información de 7.683, esto es, una tasa de respuesta del 89%³. A esta base de datos se agregaron algunas variables de la Encuesta Anual Manufacturera –EAM como el aspecto de ser una firma exportadora. La fusión de estas dos bases de datos implicó valores perdidos en la muestra, reduciéndose el número de empresas incluido en las estimaciones a 7.069 firmas, equivalentes al 82% del universo de empresas manufactureras de la EAM y al 92% de las empresas encuestadas por la EDIT IV. Del total de las firmas incluidas en el estudio, 476 son subsidiarias de empresas extranjeras, 1.692 son empresas domésticas exportadoras y 4.901 son domésticas no exportadoras.

Antes de proceder con la estimación de los modelos, cabe mencionar aquí que el análisis se realiza con datos de sección cruzada que no permiten capturar el carácter

² Para más detalle ver Dane (2011a).

³ La diferencia se explica porque las empresas presentaron novedades tales como cambio de actividad económica, liquidación, absorción, sin localización en el operativo, empresas inactivas o rechazos (Dane, 2011b).

dinámico de los procesos de innovación y controlar los factores inobservados asociados a las características específicas de las firmas, a lo que se suma la subjetividad que presentan gran parte de las preguntas de las encuestas de innovación (Mohnen & Mairesse, 2010), aspectos éstos que pueden considerarse como limitaciones del trabajo. Además, a título meramente descriptivo, en el Cuadro 4 se puede observar que las subsidiarias extranjeras en Colombia contribuyen de manera significativa a agregados industriales como las ventas y el empleo, así como a capacidades de innovación. El promedio de la intensidad de la inversión en actividades de innovación, la obtención de innovaciones y la cooperación en innovación se presenta en el Cuadro 5; en todos estos aspectos destaca la superioridad de la subsidiarias extranjeras respecto al resto de firmas.

Cuadro 4. Contribución de las subsidiarias a los agregados industriales (en %)

	Subsidiarias	Domésticas exportadoras	Domésticas no exportadoras
Firmas	6.6	23.0	70.4
Ventas	33.1	43.0	23.9
Personal	23.8	40.2	36.0
Inversión en I+D	23.1	51.2	25.7
Inversión en actividades de innovación	30.3	46.8	22.9

Fuente: Cálculos propios con base en EDIT IV y EAM, Dane

Cuadro 5. Comparativo de insumos, innovación y flujos de conocimiento

	Subsidiarias	Domésticas exportadoras	Domésticas no exportadoras
Insumos (intensidad)¹			
I+D total	498.2	396.7	214.3
I+D intramuros	414.2	344.3	183.1
I+D extramuros	84.0	52.4	31.2
Tecnología incorporada	6,431.6	4,055.2	1,635.2
Tecnología no incorporada	1,129.9	221.0	95.6
Mercadeo de innovaciones	517.4	318.2	136.0
Ingeniería y diseño industrial	116.9	96.8	34.4
Capacitación	66.9	36.9	12.2
Total actividades de innovación	8,760.8	5,124.9	2,127.5
Innovación²			
Adaptativa o imitativa	42.6	38.7	25.1
Innovación real o radical	13.9	12.1	1.6
Propensión a patentar	4.6	2.4	1.0
Flujos de conocimiento²			
Grupo	16.4	8.3	3.1
Vertical (clientes y proveedores)	26.7	24.6	12.2
Horizontal (competidores)	3.8	3.0	2.0
Universidades/centros de I+D	12.6	11.8	4.3

Fuente: Cálculos propios con base en EDIT IV y EAM, Dane

¹ Inversión sobre el personal de la empresa en miles de pesos de 2008.

² Datos expresados en porcentajes.

4. Discusión de resultados

4.1. Insumos de la innovación

El Cuadro 6 muestra los resultados de la estimación de los modelos de determinantes de la probabilidad y de la intensidad de la inversión en actividades de innovación, reportándose los efectos marginales a la media muestral⁴; dado que el estimador

Cuadro 6. Estimación de la decisión e intensidad de la inversión en actividades de innovación

Tipo de actividad		Subsidiarias	Domésticas exportadoras	Rho	Wald chi2
I+D total	Probabilidad	0.021 (0.014)	0.040*** (0.009)	0.848***	78.4***
	Intensidad	0.535** (0.235)	0.370*** (0.139)		
I+D intramuros	Probabilidad	0.026* (0.014)	0.040*** (0.009)	0.859***	77.2***
	Intensidad	0.337 (0.240)	0.382*** (0.146)		
I+D extramuros	Probabilidad	0.002 (0.006)	0.004 (0.004)	1.199***	33.7***
	Intensidad	0.917** (0.493)	0.453* (0.270)		
Actividades de innovación	Probabilidad	0.027 (0.026)	0.066*** (0.016)	0.636*	222.1***
	Intensidad	0.626*** (0.119)	0.309*** (0.068)		
Tecnología incorporada	Probabilidad	0.024 (0.026)	0.064*** (0.015)	0.740*	117.2***
	Intensidad	0.508*** (0.131)	0.218*** (0.076)		
Tecnología no incorporada	Probabilidad	0.028* (0.016)	0.025*** (0.009)	0.861***	118.0***
	Intensidad	1.123*** (0.204)	0.361*** (0.124)		
Mercadeo de innovaciones	Probabilidad	0.009 (0.013)	0.026*** (0.008)	0.680***	39.0***
	Intensidad	0.504* (0.289)	0.264* (0.150)		
Ingeniería y diseño industrial	Probabilidad	0.032** (0.014)	0.028*** (0.009)	0.881***	22.1***
	Intensidad	0.181 (0.202)	0.234* (0.138)		
Formación y capacitación	Probabilidad	0.032** (0.012)	0.018*** (0.007)	0.803***	47.4***
	Intensidad	0.144 (0.185)	0.154 (0.135)		

Nota: se reportan el efecto marginal condicional a la media muestral y la desviación estándar robusta en paréntesis. El detalle de las estimaciones para resto de regresores se puede ver en Albis & Alvarez (2014).

* Significativo al 10% ** Significativo al 5% *** Significativo al 1%. Observaciones: 7.069 empresas Fuente: elaboración propia

4.2. Producción de innovaciones

Se plantearon diversas versiones de la función de producción de conocimiento (ecuación 3) en el ejercicio econométrico para evaluar si el hecho de ser una subsidiaria extranjera genera una ventaja en la producción de innovaciones -en términos de eficiencia en el uso de insumos y flujos de conocimiento. En el Cuadro 7 se presentan los resultados de las estimaciones, mostrándose los efectos marginales de las variables independientes de mayor interés en el análisis.

Las estimaciones indican que las subsidiarias extranjeras no muestran una probabilidad de obtener innovaciones adaptativas más elevada que sus contrapartidas domésticas. De hecho, con excepción del modelo reducido (M0), la relación entre innovación adaptativa y la condición de ser una subsidiaria resultó ser negativa y estadísticamente significativa. Bien al contrario, las subsidiarias tienen una mayor probabilidad de obtener innovaciones de mayor alcance, tales como las innovaciones reales (productos nuevos para el mercado internacional) así como de patentar invenciones (esto último sólo en M1). Las firmas que exportan también muestran una mayor probabilidad de alcanzar innovaciones para el mercado internacional⁸ y de patentar frente a las domésticas que no exportan, pero los efectos marginales asociados son algo menores que en el caso de las subsidiarias.

Este ejercicio también permite mostrar que la inclusión en el modelo reducido de la innovación real de variables asociadas a los insumos de la innovación y aquéllas relacionadas con flujos de conocimiento (distintos tipos de cooperación), afecta muy poco la significancia estadística de los coeficientes. Sin embargo, con excepción del M1, al introducir en el modelo reducido el gasto total en innovación (M2) y el desagregado (M3), respectivamente, disminuye sustancialmente los efectos marginales atribuidos a las firmas extranjeras (la probabilidad de obtener innovaciones reales pasa del 7.7% al 1.7% en M2 y al 2.8% en M3). Por el contrario, el efecto marginal de la variable asociada a las subsidiarias cambia ligeramente en M1, pasando de 7.7% a 6.2%. Por su parte, la tendencia es distinta en el caso de la probabilidad de patentar, dado que el efecto marginal de ser una empresa extranjera es mayor al incluir como regresores el gasto en I+D y la cooperación en innovación en M1 y disminuye fuertemente en el caso de M2 y M3.

Cabe pensar que la superioridad de las subsidiarias en la obtención de innovaciones reales está relacionada con la alta orientación exportadora de las subsidiarias de empresas extranjeras en Colombia: alrededor de un 74% de las subsidiarias son exportadoras. Los resultados indicarían la posible presencia de unidades extranjeras con mandatos de creación de competencias tecnológicas generadoras de ventajas competitivas en los mercados internacionales a través de, por ejemplo, la adaptación de innovaciones a los mercados regionales ya presentes en el rango de productos del grupo multinacional (Papanastasslou & Pearce, 1997; Pearce, 1999).

Por su parte, la mayor probabilidad de patentar de las subsidiarias puede estar relacionado con la necesidad de proteger las innovaciones ya existentes en el grupo multinacional (Criscuolo et al, 2010), no sólo en el mercado nacional sino también su posible extensión a los mercados subregionales, lo que puede deberse al efecto de acuerdos comerciales con países de la región en los que existen cláusulas especiales para la protección de la propiedad intelectual.

⁸Esta evidencia es consistente con Arbeláez y Parra (2010), pese a que dichos autores utilizan un indicador distinto (porcentaje de propiedad extranjera), y una especificación econométrica del modelo CDM diferente.

Cuadro 7. Estimación de la función de producción de conocimiento

Variables independientes	Innovación adaptativa				Innovación real o radical				Propensión a patentar			
	M0 ^(a)	M1 ^(b)	M2 ^(c)	M3 ^(d)	M0 ^(a)	M1 ^(b)	M2 ^(c)	M3 ^(d)	M0 ^(a)	M1 ^(b)	M2 ^(c)	M3 ^(d)
Tipo de empresa												
Subsidiaria	-0.018 (0.023)	-0.073*** (0.023)	-0.246*** (0.017)	-0.200*** (0.025)	0.077*** (0.016)	0.062*** (0.015)	0.017 ^ˆ (0.009)	0.028 ^ˆ (0.015)	0.014** (0.007)	0.018** (0.008)	0.006 (0.005)	0.012 (0.010)
Doméstica exportadora	0.033** (0.014)	-0.045** (0.019)	-0.290*** (0.027)	-0.460*** (0.019)	0.072*** (0.008)	0.054*** (0.009)	0.018*** (0.007)	-0.015*** (0.006)	0.005 ^ˆ (0.003)	0.008** (0.004)	0.000 (0.003)	0.001 (0.004)
Insumos												
I+D		0.175*** (0.045)				0.051** (0.025)				0.006 ^ˆ (0.004)		
Actividades de innovación			0.630*** (0.071)				0.037*** (0.007)				0.007*** (0.003)	
I+D intramuros				-0.052 (0.166)				0.041 ^ˆ (0.024)				0.015 (0.012)
I+D extramuros				3.482*** (0.366)				0.128*** (0.034)				0.022 (0.015)
Tecnología incorporada				1.140*** (0.094)				0.057*** (0.011)				0.007 ^ˆ (0.004)
Tecnología no incorporada				0.300 (0.227)				0.009** (0.004)				0.005 (0.014)
Mercadeo de innovaciones				-0.405** (0.185)				-0.050** (0.025)				-0.014 (0.011)
Ingeniería y diseño.				3.048*** (0.379)				0.264*** (0.054)				-0.018 (0.023)
Formación y capacitación				-3.702*** (0.420)				-0.292*** (0.056)				-0.018 (0.023)
Flujos de conocimiento												
Grupo		0.061 ^ˆ (0.033)	-0.003 (0.035)	-0.027 (0.034)		0.061** (0.030)	0.008 ^ˆ (0.005)	0.011 (0.007)		0.000 (-0.003)	-0.002 (-0.002)	-0.001 (0.002)
Vertical (clientes/proveedores)		0.363*** (0.019)	0.204*** (0.026)	0.217*** (0.024)		0.045*** (0.008)	0.024*** (0.007)	0.024*** (0.007)		0.003 (-0.003)	0.001 (-0.003)	0.002 (0.003)
Horizontal (competidores)		0.080 ^ˆ (0.048)	0.062 (0.050)	0.048 (0.050)		-0.001 (0.008)	-0.003 (0.007)	-0.004 (0.007)		-0.002 (-0.003)	-0.002 (-0.003)	-0.002 (0.003)
Universidades/centros I+D		0.083*** (0.030)	0.013 (0.033)	-0.002 (0.032)		0.020** (0.008)	0.014** (0.007)	0.017** (0.008)		0.007 (-0.005)	0.005 (-0.004)	0.005 (0.004)
Log likelihood	-3864.3	-3531.7	-3212.8	-2967.9	-1129.1	-1056.4	-1023.9	-998.9	-476.5	-471.7	-469.6	-466.3
Wald chi2	802.3***	1076.5***	1054.9***	1077.5***	426.8***	567.6***	655.2***	751.5***	216.8***	207.2***	221.4***	199.0***
R2-p	0.10	0.18	0.25	0.31	0.19	0.24	0.27	0.28	0.17	0.18	0.18	0.19

Nota: se reportan los efectos marginales a la media de la muestra y las desviaciones típicas robustas en paréntesis.

Significativo al 10% ** Significativo al 5% *** Significativo al 1%

(a) M0: es el modelo reducido estimado con las variables de tipo de empresa y las variables de control básicas.

(b) M1: incluye como variable independiente la intensidad de la inversión en I+D total estimada.

(c) M2: incluye como variable independiente la intensidad de la inversión total en actividades de innovación estimada.

(d) M3: incluye como variables independiente la intensidad de la inversión en las 6 actividades de innovación estimadas.

Fuente: elaboración propia

5. Conclusiones

Es amplia la evidencia que confirma el papel de la inversión extranjera en el fortalecimiento de las bases de conocimiento y la innovación de las economías receptoras; sin embargo, existe un intenso debate en la literatura acerca de la generación global de innovaciones a través de la acción de las multinacionales, que gira alrededor del balance entre centralización y descentralización de estas actividades. Las diferencias en las muestras y los métodos de análisis contribuyen a alentar la falta de consenso sobre los efectos de las empresas extranjeras o subsidiarias en los sistemas productivos receptores, y justifican el análisis aquí realizado. Este trabajo trata de contribuir, además, aportando evidencia sobre el desempeño innovador de las subsidiarias en comparación a sus contrapartidas domésticas en el contexto de una economía en desarrollo como la colombiana, haciendo uso de un modelo estructural que relaciona la decisión de invertir en actividades de innovación, el esfuerzo realizado en esas inversiones y el proceso de producción de innovaciones.

Entre los hallazgos del análisis realizado cabe mencionar, primero, que es similar la probabilidad de ejecutar actividades de I+D y de innovación por parte de las subsidiarias de empresas extranjeras y las domésticas que no exportan, siendo superior en las empresas domésticas exportadoras. Segundo, las subsidiarias exhiben una mayor intensidad en I+D y en innovación en comparación con las domésticas exportadoras y no exportadoras. Sin embargo, el mayor esfuerzo de las subsidiarias es en actividades de I+D realizadas por otras organizaciones públicas o privadas (extramuros) y en otras actividades de innovación de menor alcance -compra de maquinaria y equipo, o la adquisición de tecnología no incorporada.

La estimación de la función de producción de conocimiento muestra que las subsidiarias tienen un desempeño innovador inferior al de las firmas domésticas en el caso de innovaciones adaptativas, de manera similar a las empresas exportadoras domésticas. Sin embargo, las subsidiarias revelan una mayor probabilidad de obtener innovaciones reales (hacia el mercado internacional) y de patentar invenciones. La evidencia aquí expuesta indicaría que las subsidiarias de empresas multinacionales en Colombia parecen seguir mandatos diferenciados, combinándose estrategias de creación y explotación de competencias, y siendo éstas últimas las más dominantes; esto es, las multinacionales deciden localizar sobre todo actividades de I+D y de innovación para explotar sus ventajas competitivas en el mercado colombiano o subregional, más que para crear nuevas capacidades tecnológicas para el grupo. Sin embargo, para llegar a afirmaciones más conclusivas sobre este particular, se requiere de un estudio en mayor profundidad, lo que abordaremos en futuras investigaciones.

6. Bibliografía

Albis, N., & Alvarez, I. (2014). *Empresas extranjeras e innovación en el sector manufacturero colombiano*. ICEI Working Paper (en prensa). Madrid: Instituto Complutense de Estudios Internacionales. Retrieved from <https://www.ucm.es/icei>

Alvarez, R. (2001). External sources of technological innovation in Chilean manufacturing industry. *Estudios de economía*, 28(1), 53-68.

Alvarez, R., & Robertson, R. (2004). Exposure to foreign markets and plant-level innovation: evidence from Chile and Mexico. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 13(1), 57-87.

- Arbeláez, M., & Torrado, M. (2009). Innovation, R&D Investment and Productivity in Colombia. Bogota: Fedesarrollo y Inter-American Development Bank.
- Archibugi, D., & Michie, J. (1995). The globalisation of technology: a new taxonomy. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 121-140.
- Arza, V., & López, A. (2010). Innovation and Productivity in the Argentine Manufacturing Sector (IDB Working Paper Series No. IDB-WP-187). Washington D.C: Inter-American Development Bank.
- Athreye, S., & Cantwell, J. (2007). Creating competition?: Globalisation and the emergence of new technology producers. *Research Policy*, 36(2), 209-226.
- Balcet, G., & Evangelista, R. (2005). Global technology: innovation strategies of foreign affiliates in Italy. *Transnational corporations*, 14(2), 53.
- Birkinshaw, J., & Hood, N. (1998). Multinational subsidiary evolution: capability and charter change in foreign-owned subsidiary companies. *Academy of management review*, 773-795.
- Blomström, M., & Kokko, A. (1998). Multinational corporations and spillovers. *Journal of Economic surveys*, 12(3), 247-277.
- Cantwell, J. (1995). The globalisation of technology: what remains of the product cycle model? *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 155-155.
- Cantwell, J., & Mudambi, R. (2005). MNE competence creating subsidiary mandates. *Strategic Management Journal*, 26(12), 1109-1128.
- Cantwell, J., & Piscitello, L. (2000). Accumulating technological competence: its changing impact on corporate diversification and internationalization. *Industrial and Corporate Change*, 9(1), 21-51.
- Cassoni, A., & Ramada, M. (2010). Innovation, R&D investment and productivity: Uruguayan manufacturing firms. IDB Working Paper Series N° IDB-WP-191. Washington, D.C.: Inter-American Development Bank.
- Castellani, D., & Zanfei, A. (2005). Multinational Firms and Productivity Spillovers: the role of firms heterogeneity. In B. G. & H. Greve (Eds.), *Entrepreneurship in the Global Firm (Progress In International Business Research)* (Vol. 30). Bingley: Emerald Group Publishing Limited.
- Castellani, D., & Zanfei, A. (2007). Internationalisation, Innovation and Productivity: How Do Firms Differ in Italy? *The World Economy*, 30(1), 156-176.
- Crepon, B., et al. (1998). Research, Innovation And Productivity: An Econometric Analysis At The Firm Level. *Economics of Innovation and New technology*, 7(2), 115-158.
- Crespo, N., & Fontoura, M. P. (2007). Determinant factors of FDI spillovers—what do we really know? *World development*, 35(3), 410-425.

- Criscuolo, C., et al. (2005). Global engagement and the innovation activities of firms *NBER Working Paper Series, N° 11479*. Cambridge: National Bureau of Economic Research
- Criscuolo, C., et al. (2010). Global engagement and the innovation activities of firms. *International Journal of Industrial Organization, 28(2)*, 191-202.
- Chudnovsky, D., et al. (2006). Innovation and productivity in developing countries: A study of Argentine manufacturing firms' behavior (1992-2001). *Research Policy, 35(2)*, 266-288.
- Dachs, B., et al. (2008). The innovative performance of foreign-owned enterprises in small open economies. *The Journal of Technology Transfer, 33(4)*, 393-406.
- Dane. (2011a). Documento Metodológico Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera-EDIT. Bogota: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Dane. (2011b). Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica EDIT IV – Industria manufacturera 2007-2008. Comunicado de prensa. Bogota: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Doms, M., & Jensen, J. (1998). Comparing wages, skills, and productivity between domestically and foreign-owned manufacturing establishments in the United States. Chicago: University of Chicago Press.
- Driffield, N., & Love, J. H. (2007). Linking FDI motivation and host economy productivity effects: conceptual and empirical analysis. *Journal of International Business Studies, 38(3)*, 460-473.
- Dunning, J. (2009). Location and the multinational enterprise: A neglected factor&quest. *Journal of International Business Studies, 40(1)*, 5-19.
- Dunning, J., & Lundan, S. (2009). The Internationalization of Corporate R&D: A Review of the Evidence and Some Policy Implications for Home Countries. *Review of Policy Research, 26(1-2)*, 13-33.
- Fedesarrollo. (2007). Impacto de la Inversión Extranjera en Colombia: Situación Actual y Perspectivas. Informe de proyecto elaborado por Fedesarrollo para Proexport. Bogotá: Fedesarrollo.
- Frenz, M., & Ietto-Gillies, G. (2007). Does multinationality affect the propensity to innovate? An analysis of the third UK Community Innovation Survey. *International Review of Applied Economics, 21(1)*, 99-117.
- Girma, S., et al. (2005). Exports versus FDI: an empirical test. *Review of World Economics, 141(2)*, 193-218.
- Griffith, R., et al. (2006). Innovation and productivity across four European countries. *Oxford Review of Economic Policy, 22(4)*, 483-498.
- Griliches, Z. (1979). Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *Bell Journal of Economics, 10*, 92-116.

- Heckman, J. J. (1979). Sample selection bias as a specification error. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 153-161.
- Hedlund, G. (1994). A model of knowledge management and the N-form corporation. *Strategic Management Journal*, 15(S2), 73-90.
- Helpman, E., et al. (2004). Export Versus FDI with Heterogeneous Firms. *The American Economic Review*, 94(1).
- Hoffmann, R., & Kassouf, A. L. (2005). Deriving conditional and unconditional marginal effects in log earnings equations estimated by Heckman's procedure. *Applied Economics*, 37(11), 1303-1311.
- Long, S., & Freese, J. (2006). *Regression models for categorical dependent variables using stata*. Texas: Stata Corporation, College Station.
- Love, J., et al. (1996). Corporate structure, ownership and the likelihood of innovation. *Applied Economics*, 28(6), 737-746.
- Mairesse, J., & Mohnen, P. (2002). Accounting for innovation and measuring innovativeness: an illustrative framework and an application. *American Economic Review*, 226-230.
- Mansfield, E., et al. (1979). Overseas research and development by US-based firms. *Economica*, 46(182), 187-196.
- Marin, A., & Arza, V. (2010). The role of multinational corporations in national innovation systems in developing countries: from technology diffusion to international involvement. In B. Å. Lundvall, K. Joseph & C. Chaminade (Eds.), *Handbook of innovation systems and developing countries: building domestic capabilities in a global setting*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Marin, A., & Sasidharan, S. (2010). Heterogeneous MNC subsidiaries and technological spillovers: Explaining positive and negative effects in India. *Research Policy*, 39(9), 1227-1241.
- Masso, J., et al. (2013). Foreign direct investment and innovation in Estonia. *Baltic Journal of Management*, 8(2), 231-248.
- Narula, R., & Zanfei, A. (2004). Globalisation of innovation *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 318-345). Oxford: Oxford University Press.
- Papanastasslou, M., & Pearce, R. (1997). Technology sourcing and the strategic roles of manufacturing subsidiaries in the UK: local competences and global competitiveness. *MIR: Management International Review*, 37(1), 5-25.
- Pearce, R. (1999). The evolution of technology in multinational enterprises: the role of creative subsidiaries. *International Business Review*, 8(2), 125-148.
- Reddy, P. (2005). R&D-related FDI in developing countries: implications for host countries. In U. Nation (Ed.), *Globalisation of R&D in Developing Countries* (pp. 85-105). New York/Geneva: United Nations.

Romo, D., & Hill, P. (2006). Los determinantes de las actividades tecnológicas en México. (CIDE CyT No 06-01). México D.F.: Centro de Investigación y Docencia Económicas.

Sadowski, B. M., & Sadowski-Rasters, G. (2006). On the innovativeness of foreign affiliates: Evidence from companies in The Netherlands. *Research Policy*, 35(3), 447-462.

UNCTAD. (2005). *Informe sobre las inversiones en el mundo: Las empresas transnacionales y la internacionalización de la investigación y el desarrollo*. Nueva York/Ginebra: UNCTAD.

UNCTAD. (2010). *World Investment Report 2011*. Nueva York/Ginebra: UNCTAD.

Zanfei, A. (2000). Transnational firms and the changing organisation of innovative activities. *Cambridge Journal of Economics*, 24(5), 515-542.

Anexo 1. Definición de variables

Variables dependientes

Indicador	Definición
Probabilidad I+D total	Dummy igual a 1 si la empresa ha realizado inversiones en I+D
Probabilidad I+D intramuros	Dummy igual a 1 si la empresa ha realizado inversiones en I+D intramuros
Probabilidad I+D extramuros	Dummy igual a 1 si la empresa ha realizado inversiones en I+D extramuros
Probabilidad tecnología incorporada	Dummy igual a 1 si la empresa ha realizado inversiones para la adquisición de tecnología incorporada; igual a 0 en otro caso
Probabilidad tecnología no incorporada	Dummy igual a 1 si la empresa ha realizado inversiones para la adquisición de tecnología no incorporada
Probabilidad mercadeo de innovaciones	Dummy igual a 1 si la empresa ha realizado inversiones en mercadeo de innovaciones
Probabilidad ingeniería y diseño industrial	Dummy igual a 1 si la empresa ha realizado inversiones en ingeniería y diseño industrial
Probabilidad capacitación	Dummy igual a 1 si la empresa ha realizado inversiones capacitación
Probabilidad actividades de innovación total	Dummy igual a 1 si la empresa ha gastado en actividades de innovación
Intensidad I+D total	Logaritmo de la inversión en I+D por trabajador
Intensidad I+D intramuros	Logaritmo de la inversión en I+D intramuros por trabajador
Intensidad I+D extramuros	Logaritmo de la inversión en I+D extramuros por trabajador
Intensidad tecnología incorporada	Logaritmo de la inversión en tecnología incorporada por trabajador
Intensidad tecnología no incorporada	Logaritmo de la inversión en tecnología no incorporada por trabajador
Intensidad mercadeo de innovaciones	Logaritmo de la inversión en mercadeo de innovaciones por trabajador
Intensidad ingeniería y diseño industrial	Logaritmo de la inversión en ingeniería y diseño industrial por trabajador
Intensidad capacitación	Logaritmo de la inversión en capacitación por trabajador
Intensidad actividades de innovación total	Logaritmo de la inversión en actividades de innovación por trabajador
Innovación de producto	Dummy igual a 1 si la empresa obtuvo bienes o servicios nuevos o significativamente mejorados entre 2007 y 2008
Innovación de proceso	Dummy igual a 1 si la empresa obtuvo nuevos o significativamente mejorados métodos de producción, distribución, entrega, o sistemas logísticos entre 2007 y 2008
Innovación adaptativa o imitativa	Dummy igual a 1 si la empresa obtuvo bienes o servicios nuevos o significativamente mejorados para sí misma o para el mercado nacional entre 2007 y 2008
Innovación real o radicales	Dummy igual a 1 si la empresa obtuvo bienes o servicios nuevos o significativamente mejorados para el mercado internacional entre 2007 y 2008
Propensión a patentar	Dummy igual a 1 si la empresa ha solicitado o a obtenido patentes de invención

Nota: Las definiciones de actividades de innovación pueden ser consultadas en Albis & Álvarez (2014) y en Dane (2011a)

Fuente: elaboración propia

VARIABLES INDEPENDIENTES

Indicador	Definición
Subsidiaria	Dummy igual a 1 si la empresa tiene capital extranjero superior al 25%
Doméstica exportadora	Dummy igual a 1 para las empresas domésticas exportadoras
Doméstica no exportadora (referencia)	Dummy igual a 1 para las empresas domésticas no exportadoras
Tamaño	Grande: Dummy igual a 1 si la empresa tiene más de 200 empleados
	Mediana: Dummy igual a 1 si la empresa tiene entre 50 y 200 empleados
	Pequeña: Dummy igual a 1 si la empresa tiene menos de 50 empleados
Empuje de demanda	Aspectos medioambientales: Dummy igual a 1 si la empresa señala con grado de importancia alta el impacto que tiene la innovación sobre los siguientes aspectos: reducción de vertimientos o emisiones tóxicas o mejora de las condiciones de seguridad industrial.
	-Estándares y regulación: Dummy igual a 1 si la empresa señala con grado de importancia alta el impacto que tiene la innovación la mejora en el cumplimiento de regulaciones, normas y reglamentos técnicos.
Cooperación	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa cooperó con otros agentes en actividades de innovación
Cooperación interna grupo	Dummy igual a 1 si la empresa cooperó con otras empresas de su grupo en actividades de innovación
Cooperación vertical	Dummy igual a 1 si la empresa cooperó con clientes y proveedores en actividades de innovación
Cooperación horizontal	Dummy igual a 1 si la empresa cooperó con competidores en actividades de innovación
Cooperación con universidades/centros de I+D	Dummy igual a 1 si la empresa cooperó con universidades, Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT) o de investigación en actividades de innovación
Financiación pública	Dummy igual a 1 si la empresa recibió recursos públicos para desarrollar actividades de innovación
Protección formal	Dummy igual a 1 si la empresa entre 2007 y 2008 utiliza patentes de invención, modelos de utilidad, derechos de autor, registros de software, diseños industriales y signos distintivos y marcas para proteger sus invenciones
Sector	Cuatro Dummies con base en taxonomía Paviit (1984) y actualizada por Tidd & Pavitt (2001).
Información grupo	Dummy igual a 1 si la empresa utiliza como fuentes de información para innovar su casa matriz u otra empresa relacionada
Información vertical	Dummy igual a 1 si la empresa utiliza como fuentes de información para innovar a los clientes y proveedores
Información horizontal	Dummy igual a 1 si la empresa utiliza como fuentes de información para innovar a sus competidores
Información de Universidades/Centros de I+D	Dummy igual a 1 si la empresa como fuentes de información para innovar a universidades, Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT) o Centros de investigación

Fuente: elaboración propia