

---

# DETERMINANTES DE LA INNOVACIÓN EN PRODUCTOS O PROCESOS: EL CASO COLOMBIANO

---

*Germán Daniel Lambardi\**

*Jhon James Mora\*\**

Es difícil subestimar la importancia de la innovación, en especial en los países en desarrollo. Los economistas concuerdan en que la innovación es clave para el éxito económico de las firmas en ciertas industrias y para el crecimiento económico de los países. La evidencia empírica parece indicar que la magnitud de los efectos es considerable. A nivel de las firmas, por ejemplo, la innovación en procesos, como la incorporación de nuevas tecnologías, explica gran parte de sus aumentos de productividad. En un estudio de la industria manufacturera en Estados Unidos, Sakellaris y Wilson (2002) muestran que cerca de dos tercios del aumento de la productividad total de los factores entre 1972 y 1996 pueden ser explicados por la incorporación de tecnología a través de nueva maquinaria.

Los esfuerzos de las empresas para mejorar productos y procesos de producción no solo aumentan su eficiencia económica sino que tienen efectos sobre la tasa agregada de crecimiento de la productividad. El incremento de la participación de mercado de las firmas más innovadoras a costa de las menos innovadoras y la eventual salida del mercado de estas últimas son claves para explicar los efectos sobre la productividad agregada generados por la inversión en innovación de las firmas. Con datos de innovación de firmas de Dinamarca, Lentz y

\* Doctor en Economía, profesor del Departamento de Economía, Universidad Icesi, Cali, Colombia [gd lambardi@icesi.edu.co].

\*\* Doctor en Economía y miembro del Grupo de Métodos Cuantitativos de la Universidad Icesi y de Alcamétrica de la Universidad de Alcalá [jjmora@icesi.edu.co]. Este artículo es parte de los trabajos del Grupo de Investigación en Economía, Políticas Públicas y Métodos Cuantitativos de la Universidad Icesi. Fecha de recepción: 15 de julio de 2013, fecha de modificación: 18 de febrero de 2014, fecha de aceptación: 29 de octubre de 2014. Sugerencia de citación: Lambardi, G. D. y J. J. Mora. "Determinantes de la innovación en productos o procesos: el caso colombiano", *Revista de Economía Institucional* 16, 31, 2014, pp. 251-262.

Mortensen (2008) encuentran que un 53% de la tasa de crecimiento agregada se puede atribuir al aumento de la participación de mercado de las firmas más innovadoras y un 21% a la salida del mercado de las menos innovadoras y la entrada de nuevas firmas. Los efectos agregados de la innovación sobre la productividad son especialmente relevantes para Colombia, donde la reducción de la pobreza requiere aumentos significativos de la productividad.

El creciente interés por los temas de innovación en América Latina se refleja en un esfuerzo conjunto de varios países para hacer encuestas estandarizadas y comparables<sup>1</sup>. La Encuesta de Desarrollo e Innovación en Tecnología (EDIT) es parte de ese esfuerzo.

Este artículo analiza empíricamente los determinantes de la decisión de innovar en las empresas manufactureras colombianas. Para ello se usan datos de la segunda encuesta de desarrollo e innovación en tecnología realizada en conjunto por el DANE, el DNP y Colciencias. Más en particular, estudia el grado de interdependencia entre la innovación en productos y procesos, considerando la innovación en productos como aquellas actividades orientadas a mejorar o introducir nuevos productos; y la innovación en procesos, como el desarrollo de nuevas maneras de producir mediante la adopción de técnicas y equipo tecnológico. A diferencia de otros trabajos realizados en Colombia, que analizan por separado la innovación en productos y procesos, en este artículo consideraremos que existe cierta complementariedad entre ambos tipos de innovación, de modo que la probabilidad de hacer una innovación en productos depende de la probabilidad de introducir una innovación en procesos y viceversa.

El artículo se divide en tres secciones. En la primera se revisa la literatura empírica sobre innovación tecnológica más relevante para este trabajo. En la segunda sección se usa un modelo probit bivariado para estimar conjuntamente los determinantes de la innovación en productos y procesos tomando en cuenta la correlación entre ellos. En la última sección se presentan y discuten los resultados.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

Este artículo explora las diferencias entre los determinantes en productos y en procesos utilizando un probit bivariado. El uso de modelos logit y probit bivariados para estudiar el grado de dependencia entre la innovación en productos y procesos no es nuevo. Han sido utilizados en una serie de artículos que estudian el impacto de la innovación

<sup>1</sup> Esos esfuerzos se sintetizan en el Manual de Bogotá, que adapta los estándares europeos del Manual de Oslo a los países en desarrollo; ver Bogliacino et al. (2009).

sobre el desempeño económico de las firmas utilizando el esquema de Crépon et al. (1998) o una versión modificada de ese esquema<sup>2</sup>.

El modelo de Crépon et al. (1998), CMD, como se conoce en la literatura, utiliza un procedimiento secuencial para estimar el efecto de la innovación sobre la productividad; primero se determina la decisión y la intensidad de la inversión en innovación, y luego se estima una función de resultados de la innovación (o función de producción de conocimiento) usando la intensidad de la innovación como insumo; por último, se estima el impacto del resultado de la innovación sobre la productividad de la firma.

Cuando se estima la función de resultados de la innovación es usual considerar varios tipos de resultados, distinguiendo particularmente entre innovación en productos y en procesos. Si bien algunos autores, como Griffith et al. (2006) y Parisi et al. (2002) estiman por aparte las ecuaciones de innovación en productos y en procesos, en trabajos más recientes, como los de Robin y Mairesse (2008), Polder et al. (2010), Masso y Vahter (2008) y Hall et al. (2008), se usan especificaciones bivariadas para tener en cuenta la posibilidad de que se determinen conjuntamente.

Fuera del contexto del modelo CMD, otros artículos estiman los determinantes de distintos tipos de innovación. Utilizando un modelo probit multivariado, Ziegler (2008) analiza los determinantes de la inversión en productos y en procesos ambientales y no ambientales en la industria manufacturera alemana. Conte y Vivarelli (2006) estiman los determinantes de la innovación en productos y en procesos, y la intensidad de la innovación, en firmas italianas. Y encuentran que mientras que la investigación y desarrollo está fuertemente ligada a la innovación en productos, la adquisición de nueva tecnología está más relacionada con la innovación en procesos; y, además, que mientras que en firmas pequeñas y sectores de baja tecnología se utilizan más la adquisición de nueva tecnología y los acuerdos de cooperación a la hora de innovar, las empresas más grandes hacen esfuerzos de investigación y desarrollo.

Barge-G. y López (2011) usan datos de firmas españolas para estimar la función de producción de conocimiento con distintas medidas de resultados de la innovación: patentes, innovación en productos y en procesos y ventas relacionadas con innovación. Ellos analizan el efecto diferencial de los gastos en investigación frente al gasto en desarrollo y encuentran que este último es más importante para la

<sup>2</sup> Para un resumen de esos artículos ver Raffo et al. (2008) y Polder et al. (2010)

innovación en productos, mientras que los efectos de la investigación son más importantes para la innovación en procesos.

El tamaño de las firmas como determinante de la innovación ha sido abordado, entre otros, por Acs y Audretsch (1988), quienes en el caso de Estados Unidos encontraron que la actividad innovadora está asociada a firmas grandes de sectores concentrados, intensivos en capital, que venden productos diferenciados; y a firmas más pequeñas de industrias intensivas en trabajo calificado. Martínez y Labeaga (2002), por su parte, encuentran una relación no lineal entre tamaño de la empresa e innovación; si se controla el tamaño, las firmas de tamaño intermedio son las más innovadoras. Y usando un probit bivariado, Romero y Martínez (2010) estudian la innovación en productos y procesos en firmas pequeñas de Andalucía (España), de trabajadores auto empleados, para encontrar que el nivel de educación de los trabajadores es el factor clave para explicar la innovación.

En el caso colombiano existe una creciente literatura sobre innovación, inducida por la EDIT. El primer estudio de este tipo fue realizado por Alvarado (2000) quien, utilizando la primera etapa de la EDIT estimó la decisión y la intensidad de la inversión en investigación y desarrollo de las firmas colombianas.

Utilizando un modelo Tobit, Langebaek y Vásquez (2007) estudiaron los determinantes de la inversión en innovación de las firmas manufactureras con datos de la segunda EDIT. Consideraron como variable dependiente la inversión en innovación por trabajador y no distinguieron entre distintos resultados posibles.

Bogliacino y Naranjo (2008) usaron la primera y la segunda EDIT para estimar un modelo de protección óptima de propiedad intelectual que requiere comparar los beneficios obtenidos con el régimen de propiedad intelectual y la elasticidad de la función de producción de conocimiento. Para estimar esta función, consideraron distintas medidas de resultados: patentes, nuevos productos introducidos al mercado y registros de propiedad intelectual.

Utilizando el esquema de Crépon et al., Arbeláez y Torrado (2011) estudiaron el efecto de la innovación sobre la productividad de las firmas utilizando la segunda etapa de la EDIT. Para estimar la función de producción de conocimiento consideraron cuatro medidas de resultados: adaptación de bienes y servicios, innovación de bienes y servicios, innovación en procesos e innovación en gestión y mercadeo. Además consideraron una medida agregada de resultados de la innovación. Estimaron las distintas medidas de resultados con

modelos probit, pero no explotaron la posibilidad de que existan dependencias entre esas medidas.

Juliao et al. (2013) utilizaron datos de la segunda y tercera etapa de la EDIT para estimar el efecto de la inversión de las firmas en IyD sobre el número de solicitudes de registro de patente. Encontraron una correlación negativa entre inversión en IyD y patentes. A diferencia de nuestro artículo, incluyeron la innovación en procesos y productos como variable independiente. Y concluyeron que, mientras que la innovación en productos tiene un efecto positivo sobre el número de patentes, la innovación en procesos tiene un efecto negativo.

Por último, Sánchez et al. (2013) utilizaron la segunda etapa de la EDIT para analizar el efecto de las redes externas formales e informales (universidades, clientes, casa matriz) sobre el número de innovaciones de la firmas, sin distinguir el efecto diferencial sobre productos y procesos.

### EL MODELO

Como se infiere de la revisión anterior, el proceso de innovación tecnológica en las empresas es complejo y tiene diversos determinantes. Estas innovaciones tecnológicas pueden estar orientadas a productos o a procesos. Y es fundamental preguntar: ¿cuál es el grado de dependencia entre estos tipos de innovación? Para responder esta pregunta, proponemos el siguiente modelo econométrico:

Innovación en productos\* =  $\beta'$  invprod  $X_j + \epsilon$  invprod,<sub>j</sub>, Innovación en productos,<sub>j</sub>

$$= 1(\text{Innovación en productos}^* > 0); \begin{pmatrix} \epsilon_{\text{invprod},j} \\ \epsilon_{\text{invprod},j} \end{pmatrix} \sim N \left[ \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{pmatrix} \right]$$

Innovación en procesos\* =  $\beta'$  invprod  $Z_j + \epsilon$  invprod,<sub>j</sub>, Innovación en procesos,<sub>j</sub>

$$= 1(\text{Innovación en procesos}^* > 0); \begin{pmatrix} \epsilon_{\text{invprod},j} \\ \epsilon_{\text{invprod},j} \end{pmatrix} \sim N \left[ \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{pmatrix} \right]$$

En este modelo, la elección de la empresa *j* de innovar en productos no necesariamente depende de los mismos factores que la elección de innovar en procesos, por ello los vectores de las variables explicativas *X* y *Z* son diferentes, aunque incluyan variables comunes como el tamaño de la empresa.

Los errores de la innovación en productos y en procesos también pueden estar interrelacionados. Es decir,  $\rho$  es el grado de correlación entre los errores de ambas ecuaciones. Cuando  $\rho$  es igual a 0 la probabilidad de innovar en productos se puede estimar en forma indepen-

diente de la probabilidad de innovar en procesos. Así, la probabilidad de innovar en productos y en procesos se puede estimar con un probit o un logit. Pero si los errores están correlacionados,  $\rho$  diferente de 0, la probabilidad de innovar en productos dependerá de la probabilidad de innovar en procesos y viceversa. Y la probabilidad de innovación no se podrá estimar usando por separado un modelo logit o probit para cada ecuación. De modo que la probabilidad de que las empresas hayan innovado en productos e innovado en procesos vendrá dada por:

$$\begin{aligned} & \Pr(\text{Innovación en productos} = 1, \text{Innovación en procesos} = 1) \\ &= \int_{-\infty}^{\varepsilon_{\text{in vprod},j}} \int_{-\infty}^{\varepsilon_{\text{in vprod},j}} \phi(\beta_{\text{invprod},j} X_j, \beta_{\text{invprod},j} Z_j, \rho) \partial \varepsilon_{\text{invprod},j} \partial \varepsilon_{\text{invprod},j} \\ &= \Phi(\beta_{\text{invprod},j} X_j, \beta_{\text{invprod},j} Z_j); \{\varepsilon_{\text{invprod},j}, \varepsilon_{\text{invprod},j}\} \sim \phi(0,0,1,1,\rho) \end{aligned}$$

La variable dependiente innovación en productos es dicotómica y toma un valor de 1 si la empresa innovó en productos y de 0 en caso contrario; la variable dependiente innovación en procesos también es dicotómica y toma un valor de 1 si la empresa innovó en procesos y de 0 en caso contrario. Esta probabilidad solo se puede estimar con modelos probit bivariados (Greene, 1999). Cabe observar que si las variables explicativas son diferentes, en los vectores  $X$  y  $Z$ , se debe utilizar un SUR-biprobit.

## DATOS Y RESULTADOS

Los datos provienen de la segunda EDIT realizada en 2004. Solo se consideraron las respuestas a la pregunta de si la empresa había hecho o no inversiones en tecnologías incorporadas al capital que incluyen adquisición de: maquinaria y equipo nuevo y de segunda para modernizar la producción de bienes y servicios; equipos de laboratorio de pruebas, ensayos y calidad; nuevas tecnologías biológicas y genéticas; nuevos equipos de información y comunicaciones; equipos de control numérico; diseños asistidos por computador, manufactura asistida por computador y manufactura integrada por computador.

En la encuesta se preguntó a las empresas si la innovación fue en productos, en procesos o en ambos. En la muestra final se seleccionaron 4.529 empresas y las principales estadísticas se resumen en el cuadro 1.

La variable de inversión en innovación de productos es dicotómica y toma un valor de 1 si la firma respondió que invirtió en innovación de productos y de 0 en caso contrario. El cuadro 1 muestra que 1.222

firmas respondieron que habían invertido en innovación de productos. La variable de inversión en innovación de procesos se construyó de la misma manera: 1.902 firmas invirtieron en innovación de procesos. Casi la mitad de las empresas innovó los procesos y la cuarta parte en productos y en procesos<sup>3</sup>.

Cuadro 1  
Estadísticas descriptivas

Variable	Número de firmas
Inversión en innovación de productos	1.222
Inversión en innovación de procesos	1.902
Inversión en innovación de productos y de procesos	996
<i>Tamaño de la empresa</i>	
Microempresas	1.951
Empresas pequeñas	2.459
Empresas medianas y grandes	119
<i>Capital</i>	
Tipo de propiedad	216
<i>Fuente de ideas</i>	
Casa matriz	498
Universidades	679
Ferias y exposiciones	1.495
TIC	408

Fuente: EDIT (2004), cálculos de los autores.

La variable tamaño de la empresa se construyó a partir del número de empleados: cuando este es igual o inferior a 10 se clasificó como microempresa, si es mayor de 10 e inferior a 50 se clasificó como pequeña, y cuando es superior a 50 se clasificó como mediana y grande<sup>4</sup>. El tamaño es relevante en la decisión de innovar, como muestran Acs y Audretsch (1988), Romero y Martínez (2010) y Martínez y Labeaga (2002), quienes además encuentran que las más grandes son más innovadoras.

La variable tipo de propiedad se construyó a partir de la información de la encuesta. Se construyó una variable *dummy* que toma un valor de 1 si la empresa declaró que más del 50% de su capital es de origen extranjero y de 0 en caso contrario. Vélez (2009) usa una variable similar, pero el valor de referencia es un capital de más del 25% en propiedad de accionistas extranjeros.

<sup>3</sup> Consideramos que no existe sesgo de selección en el modelo ya que se tiene tanto a las empresas que realizaron la innovación como a las que no realizaron el proceso de innovación, a diferencia de trabajos como el de Robin y Shubert (2010), en el que solo se tiene a las empresas que innovaron.

<sup>4</sup> En Colombia, las empresas se clasifican de acuerdo a su tamaño siguiendo el art. 2.º de la Ley 590 de 2000, modificado por el art. 2.º de la Ley 905 de 2004. Las microempresas y las empresas pequeñas se definen de acuerdo a lo anterior, y se agruparon las medianas y grandes empresas.

Por último, con respecto a las fuentes de ideas se tomó una serie de variables que da cuenta del origen de estas ideas. Con una muestra de 137 empresas de manufacturas chinas, Zeng et al. (2010) encontraron que la cooperación entre firmas, con instituciones intermedias y con instituciones de innovación tiene un efecto positivo sobre la innovación en empresas pequeñas y medianas. Para examinar esa idea, aquí se desagregó el origen: el 11% de las empresas respondió que las ideas provienen de la casa matriz, el 15% de universidades, el 33% de ferias y exposiciones, el 9% de tecnologías de información, el 10% de bases de datos, entre otras.

Los resultados del modelo SUR-biprobit se muestran en el cuadro 2. Igual que en Rosa (2002), aquí se utilizó como ponderación el número de empresas en cada sector. Las dos primeras columnas indican la probabilidad de que la empresa haya invertido en productos o en procesos. La probabilidad de que las empresas colombianas inviertan en innovación de productos se incrementa en un 9,2% cuando son medianas y grandes, mientras que la probabilidad de que las microempresas inviertan en productos es de menos del 1%. Estas probabilidades son muy similares cuando la empresa invierte en innovación de procesos. Al probar si los coeficientes de ambas ecuaciones son diferentes se obtiene un valor de 2,36 y un valor p de 0,30; de modo que no se puede rechazar la hipótesis de que esos valores no son estadísticamente similares.

#### Efectos marginales para la inversión en capital

Variable	Inversión en innovación de productos		Inversión en innovación de procesos		Inversión en innovación de productos y de procesos	
	$\partial y/\partial x$	z	$\partial y/\partial x$	z	$\partial y/\partial x$	z
	<i>Tamaño de la empresa</i>					
Microempresas	0,0042125	6,03	0,0048357	6,24	0,0039085	6,91
Medianas y grandes	0,0927211	37,98	0,0991816	39,21	0,0874743	41,37
	<i>Capital</i>					
Tipo de propiedad	0,0394251	23,27	-0,0088035	-4,9	0,0214755	15,91
	<i>Fuentes de ideas</i>					
Casa matriz	0,0126707	10,92			0,0079658	11,02
Universidades	0,0098146	9,62			0,0061876	9,68
Ferias y exposiciones			0,018113	22,98	0,0045778	23,2
TIC			0,040013	30,2	0,0096784	31,88
$\rho$					0,7177785	920,35
Lr-tamaño					chi <sup>2</sup> (4) = 2132,95	
Lr-fuentes					chi <sup>2</sup> (4) = 2271,07	
Probabilidad	0,27746643		0,4267725		0,2241183	

Fuente: EDIT (2004); cálculos de los autores.

Los resultados también muestran que la probabilidad de invertir en innovación de productos aumenta en un 3% cuando el capital extranjero de la empresa es superior al 50%. La probabilidad de invertir en innovación en procesos se reduce en menos de un 1% cuando el capital extranjero de la empresa es superior al 50%.

En cuanto a las fuentes de ideas, la probabilidad de que se invierta en innovación de productos se incrementa en un 1% si las ideas provienen de la casa matriz y en un 0,9% cuando provienen de universidades. Cuando provienen de ferias y exposiciones la probabilidad de que se invierta en innovación de procesos aumenta en un 1,8%; y cuando provienen del uso de TIC se incrementa en un 4%.

La última columna del cuadro 2 muestra la probabilidad de que las empresas inviertan en productos y procesos. La significancia estadística de  $\rho$  (920,35) muestra que las decisiones de invertir en productos y en procesos son interdependientes; por ello, están altamente correlacionadas, con un valor cercano a 0,72. Así, la probabilidad de que las empresas inviertan en innovación de productos y de procesos aumenta en menos de un 1% cuando son microempresas. Y si son medianas o grandes se incrementa en un 8%. Además, se hizo una prueba,  $L_r$ -tamaño, con la hipótesis nula de que las innovaciones en productos y en procesos se podían modelar sin incluir el tamaño de la empresa. Los resultados rechazan esa hipótesis al nivel del 1%<sup>5</sup>.

La probabilidad de que las firmas inviertan en innovación de productos y de procesos se incrementa en un 2% cuando el capital extranjero es superior al 50%. Un resultado similar al que encontró Vélez, para quien la presencia de capital extranjero tienen un efecto positivo en la transmisión de tecnología (2009, 141).

También cabe señalar que si las ideas provienen de la casa matriz, universidades, ferias y exposiciones y TIC la probabilidad de que las empresas inviertan en innovación de productos y de procesos aumenta en menos del 1%, aunque más en el caso de las TIC. Igual que con el tamaño de la empresa, se probó ( $L_r$ -fuentes) si las innovaciones en productos y en procesos se podían modelar sin incluir las fuentes de ideas. Los resultados también rechazaron esta hipótesis al nivel del 1%.

## CONCLUSIONES

Los efectos agregados de la innovación sobre la productividad son especialmente relevantes para los países en desarrollo, en los que se requieren grandes aumentos de productividad para reducir la pobreza.

<sup>5</sup> EL valor del contraste  $L_r$  fue de 2.132,9, que comparado con el valor de  $\chi^2$  con 4 grados de libertad, 13,27, lleva a rechazar la hipótesis.

El proceso de innovación es complejo, muchas decisiones son interdependientes y no se toman en forma aislada. De ahí la necesidad de modelar las decisiones de innovación en productos y en procesos como decisiones interdependientes y, por tanto, correlacionadas.

Nuestros resultados corroboran que el proceso de innovación es interdependiente, con una correlación cercana al 70%. Los trabajos anteriores subestiman o sobrestiman la probabilidad de invertir en productos o en procesos al considerar que las decisiones son independientes. También son interesantes nuestros resultados sobre la probabilidad de que las microempresas y las empresas pequeñas hagan innovaciones, pues indican que es 7 puntos porcentuales inferior a la probabilidad de que las empresas medianas o grandes inviertan en productos o en procesos. Un resultado que requiere más estudio, pues un 43% de las empresas tiene 10 o menos trabajadores, un porcentaje no muy diferente del resto de América Latina, como observan Lora y Pages, para quienes:

América Latina tiene una sobreabundancia de empresas extremadamente pequeñas. En Estados Unidos, por ejemplo, un 54% de las empresas tienen 10 trabajadores o menos. En Argentina, esa cifra es del 84%, y en México y Bolivia, de más del 90%. La baja productividad es mucho más común entre las empresas más pequeñas. En México, las empresas manufactureras que ocupan el 10% inferior de la distribución de la PTF necesitan el cuádruple de recursos de capital y trabajo por unidad de producción que las que ocupan el 10% superior. Estas diferencias son mucho más grandes que en Estados Unidos o en China (Lora y Pages, 2011).

Cabe mencionar, por último, que los resultados sobre la propiedad de las empresas y las fuentes de ideas son muy sugestivos, y que invitan a estudiar con sumo detenimiento el papel de las multinacionales y las universidades en la generación del conocimiento que utilizan las empresas colombianas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acs, Z., Audretsch, D. "Innovation and firm size in manufacturing", *Technovation* 7, 1988, pp. 197-210.
2. Alvarado B., A. "Dinámica de la estrategia de innovación: el caso de Colombia", *Coyuntura Económica* 30, 3, 2000, pp. 61-119.
3. Arbeláez, M. A. y M. Parra T. "Innovation, research and development investment and productivity in Colombian firms", *RES Working Papers* 4717, IADB, 2011.
4. Barge-G., A. y A. López. "R versus D: Estimating the differentiated effect of research and development on innovation results", MPRA Paper 29083, Universidad de Múnich, 2011.
5. Bogliacino, F. y A. Naranjo R. "Optimal intellectual property rights protection: The case of Colombia", *Economics Bulletin, AccessEcon* 15, 20, 2008, pp. 1-15.

6. Bogliacino F., G. Perani et al. "Innovation in developing countries. The evidence from innovation surveys", presentado en la conferencia FIRB-RISC, Milán, septiembre de 2009.
7. Conte, A. y M. Vivarelli. "One or many knowledge production functions? Mapping innovative activity using microdata", *IZA Discussion Papers* 1878, 2005.
8. Crépon, B.; E. Duguet y J. Mairesse. "Research, innovation, and productivity: An econometric analysis at the firm level", NBER working paper 6696, 1998.
9. Greene, W. *Análisis econométrico*, 3.<sup>a</sup> ed., Madrid, Prentice Hall, 1999.
10. Griffith, R.; E. Huergo et al. "Innovation and productivity across four European countries", *Oxford Review of Economic Policy* 22, 4, 2006, pp. 483-498.
11. Hall, B.; F. Lotti y J. Mairesse. "Innovation and productivity in SMEs: Empirical evidence for Italy", NBER working paper 14594, 2008.
12. Juliao R., J.; F. Barrios A. et al. "Relación entre la estrategia de innovación de la firma y su decisión de patentar: evidencia de empresas pertenecientes al sector manufacturero colombiano", *Estudios Gerenciales* 29, 128, 2013, pp. 313-321.
13. Langebaek, A. y D. Vásquez. "Determinantes de la actividad innovadora en la industria manufacturera colombiana", *Borradores de Economía* 433, 2007.
14. Lentz, R. y D. Mortensen. "An empirical model of growth through product innovation", *Econometrica* 76, 6, 2008, pp. 1317-1373.
15. Lora, E. y C. Pages. "Cara a cara con la productividad", *Finanzas & Desarrollo* 48, 1, 2011, pp. 16-19.
16. Masso J. y P. Vahter. "Technological innovation and productivity in late-transition Estonia: Econometric evidence from innovation surveys", *European Journal of Development Research* 20, 2, 2008, pp. 240-261.
17. Martínez-R., E. y J. Labeaga. "The relationship between firm size and innovation activity: A double decision approach", *Economics of Innovation and New Technology* 11, 1, 2002, pp. 35-50.
18. Parisi, M. L.; F. Schiantarelli y A. Sembenelli. "Productivity, innovation creation and absorption, and R&D: Micro evidence for Italy", *Boston College Working Papers in Economics* 526, 2002.
19. Polder, M.; G. van Leeuwen et al. "Product, process and organizational innovation: drivers, complementarity, and productivity effects", MPRA paper 23719, University Library of Munich, 2010.
20. Raffo, J.; S. Lhuillery y L. Miotti. "Northern and Southern innovativity: A comparison across European and Latin American countries", *European Journal of Development Research* 20, 2, 2008, pp. 219-239.
21. Robin, S., y J. Mairesse. "Innovation and productivity: A firm-level analysis for French manufacturing and services using CIS3 and CIS4 data (1998-2000 and 2002-2004)", presentado en la conferencia DRUID, Copenhague, junio de 2008.
22. Romero, I. y J. Martínez-R. "Self-employment and innovation. Exploring the determinants of innovative behavior in small businesses", *Research Policy* 41, 1, 2010, pp. 178-189.

23. Rosa, J. “Determinants of product and process innovation in Canada’s Dynamic Service Industries”, Statistics Canada. Cat. n.º 88F0006X-IE2002017, 2002.
24. Sakellaris, P. y D. J. Wilson. “Quantifying embodied technological change”, European Central Bank, *Working Paper Series* 58, 2002.
25. Sánchez, I. D.; J. L. Juliao y J. C. Zuluaga. “La relación de las redes externas de trabajo y el desempeño innovador de las pymes colombianas: un análisis del rol moderador del ambiente industrial”, *Estudios Gerenciales* 29, 128, 2013, pp. 339-349.
26. Syverson, C. “What Determines Productivity?”, *Journal of Economic Literature* 49, 2, 2011, pp. 326-365.
27. Vélez, J. A. “Determinantes de la inversión en innovación en el sector de Bogotá: estimaciones econométricas a nivel de la firma”, *Ensayos sobre Política Económica* 27, 60, 2009, 110-167.
28. Zeng, S. X.; X. M. Xie y C. M. Tam. “Relationship between cooperation networks and innovation performance of SMEs”, *Technovation* 30, 2010, pp. 181-194.
29. Ziegler, A. “Disentangling specific subsets of innovations: A micro-econometric analysis of their determinants”, CER-ETH Economics working paper series 08/100, Zürich, Center of Economic Research, 2008.