



Persistencia en la imitación de innovaciones en productos en la industria manufacturera de Colombia

Persistence in the imitation of innovations in products in the manufacturing industry of Colombia

Jorge Luis Juliaio-Rossi¹, Julia Andrea Pineda Acero*²

¹Universidad de La Salle, Colombia

²Universidad de La Sabana, Colombia

Recibido el 16 de diciembre de 2016; aceptado el 13 de diciembre de 2017

Disponible en Internet el: 26 de noviembre de 2018

Resumen

La persistencia en la innovación, entendida como el fenómeno que se observa cuando una firma que ha innovado en un período muestra actividad o resultados de innovación en períodos subsecuentes, ha sido explicada por tres enfoques teóricos: i) costos hundidos en investigación y desarrollo (I&D); ii) restricciones financieras, y iii) capacidades de innovación. Esta investigación tiene como objetivo evaluar el efecto que tienen los determinantes propuestos por estos tres enfoques sobre la persistencia en la imitación de innovaciones en productos en la industria manufacturera. Se usan datos de tres encuestas de innovación y desarrollo tecnológico de Colombia (EDIT) y modelos ordenados inflados en cero (ZIOP). Los resultados obtenidos, muestran que los costos hundidos en I&D no explican la ocurrencia de este tipo de persistencia. Por su parte, el acceso continuo a fuentes de financiamiento internas y externas a la firma es fundamental para la imitación continua. Finalmente, el enfoque de capacidades demuestra que el aprendizaje relacionado con la interacción con otros agentes y la inversión en entrenamiento a los trabajadores tiene efectos positivos sobre la persistencia estudiada.

*Autor para correspondencia

Correo electrónico: julia.pineda@unisabana.edu.co (J. Pineda)

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Código JEL: O31, O32, O33.

Palabras clave: Persistencia; imitación; costos hundidos; capacidades; restricciones financieras

Abstract

Persistence in innovation has been explained by three theoretical approaches: i) sunk costs in research and development (R&D), ii) financial constraints, and iii) innovation capabilities. This research aims to evaluate the effect of determinants proposed by these three approaches on the occurrence of persistence in the imitation of innovations in products in manufacturing industries. To achieving this goal are used research data from three surveys of innovation and technological development of Colombia (EDIT) and one zero inflate ordered probit models is estimated (ZIOP). The results obtained show that sunk costs do not explain the persistence imitation. On the other hand, the continuous access to internal and external financial resources are essentials for this persistence. Finally, the capabilities approach, which is associated with learning forms indicates that interacting learning and training explain the occurrence of persistence in the imitation of innovations in products.

JEL code: O31, O32, O33.

Keywords: Persistence; imitation; sunk costs; capabilities; financial constraints.

Introducción

En términos estadísticos, persistencia en la innovación se define como la probabilidad condicional que innovadores en tiempo t innoven en tiempo $t+1$ (Malerba, Orsenigo y Peretto, 1997). En otras palabras, la persistencia en la innovación se entiende como el fenómeno que se observa cuando una firma que ha innovado en un período muestra actividad o resultados de innovación en períodos subsecuentes. Es importante resaltar que se evidencia un interés investigativo creciente durante los últimos diez años respecto a este tema (consultar al respecto a Le Bas y Scellato, 2014). Este se fundamenta en que las investigaciones empíricas respecto a este tema aportan evidencia a favor de: i) las teorías de crecimiento endógeno (Duguet y Monjon, 2004), ii) el crecimiento y la rentabilidad diferencial de firmas e industrias (Cefis y Orsenigo, 2001), iii) la existencia de regímenes de innovación sectoriales (Malerba et al., 1997), teorías estratégicas basadas en la acumulación y desarrollo de capacidades de la firma (Cefis y Orsenigo, 2001) y finalmente, con el logro de ventaja competitiva de las empresas (Cefis y Ciccarelli, 2005).

El término *innovación* hace referencia a la introducción al mercado de un nuevo producto, tecnología de producción (Nelson y Rosenberg, 1993) o proceso organizativo o de distribución (Damanpour y Wischnevsky, 2006). Un aspecto central del concepto de innovación, es su novedad (Diyamett y Wangwe, 2006). Una innovación puede ser considerada “nueva para el individuo adoptante, para la mayoría de personas en la unidad de adopción, para la organización, para una población de organizaciones o nueva para cualquier firma en el mundo” (Damanpour y Wischnevsky, 2006, p. 272). Acorde con Damanpour y Wischnevsky (2006), en esta investigación se diferencia entre el concepto de *innovación en sentido estricto de productos* del de *imitación de innovaciones en productos*: i) innovación en sentido estricto hace alusión al desarrollo y explotación comercial de un producto que es nuevo para el mercado internacional,

ii) Por otra parte, la imitación de una innovación es el resultado de la asimilación e introducción al mercado de productos o tecnología ya existentes y que se consideran nuevos para la unidad adoptante. Consecuentemente, en esta investigación por *imitación de innovaciones en productos* se entenderá que es el desarrollo de un producto por parte de una firma que ya había sido introducido previamente tanto en el mercado internacional, como en el nacional.

Los estudios sobre procesos de imitación han estado en el centro de la agenda investigativa en el área de innovación durante las últimas dos décadas (Lundvall, Joseph, Chaminade y Vang, 2011). Este interés creciente se debe a que las actividades de imitación se consideran centrales en el desarrollo y acumulación de capacidades tecnológicas, creativas y comerciales de firmas (Kim, 1997). A este respecto se ha aseverado que la imitación ha sido fundamental en los extraordinarios procesos de desarrollo evidenciados recientemente por países como Corea (Kim, 1997) o Taiwán (Fagerberg, Srholec y Verspagen, 2010).

Dentro del contexto anterior, para Colombia los datos oficiales proporcionados por el Departamento Nacional de Estadística (DANE, 2015, 2016), muestran que en este país la inversión promedio en I&D para el periodo 2006 – 2016 es inferior al 0.3 % del PIB: cifra que ubica al país por debajo de la inversión media de Latinoamérica y lo clasifica entre los últimos lugares acorde con el indicador de *exportaciones e importaciones per cápita de productos de intensidad tecnológica media y alta* publicado por la CEPAL (2016). Adicionalmente, los niveles de registro de patentes (141 para el 2015) (DANE, 2016) y el índice de registro de patentes por millón de habitantes (igual a 0.5 para los años 2012 a 2015) es muy bajo (tendencia que se repite en la mayoría de países latinoamericanos) (CEPAL, 2016). En forma coherente, la introducción de innovaciones nuevas para el mundo (o mercado internacional) por parte de las empresas de este país es muy bajo: sólo el 0.1 % de las empresas manufactureras reportan el logro de este tipo de innovación para el periodo 2013 - 2014 (DANE, 2015); mientras que, para el mismo periodo, el 19.3 % de las empresas del mismo sector reportan el desarrollo de algún tipo de imitación (DANE, 2015). En síntesis, los anteriores datos demuestran que la industria manufacturera de Colombia basa gran parte de sus procesos competitivos en la imitación, razón por la cual se considera un escenario idóneo para el desarrollo de la presente investigación.

Esta investigación se inspira en la pregunta de Geroski, Van Reenen y Walters (1997): *¿Qué determina que una firma se mantenga como imitadora a lo largo del tiempo?* La literatura propone tres enfoques explicativos de la persistencia (descritas brevemente en el título 1: Proposición de hipótesis): (1) costos hundidos de inversiones previas de la firma en investigación y desarrollo (I&D), estos costos actúan como barreras de entrada y salida significativas a la actividad innovadora (Antonelli, Crespi y Scellato, 2012); (2) restricciones de recursos financieros: en este se propone la existencia de un ciclo virtuoso de retroalimentación entre el éxito comercial de innovaciones pasadas y el capital disponible a ser invertido en las actividades de innovación (Duguet y Monjon, 2004); y (3) economías dinámicas de escala: en este se argumenta que la persistencia se debe a la existencia de economías dinámicas de escala en torno al aprendizaje en innovación de la firma (Geroski et al., 1997).

No obstante la existencia de estos enfoques explicativos, la mayoría de investigaciones empíricas (v.gr. Peters, 2009; Triguero y Córcoles, 2013; Suárez, 2014) se centra en constatar si hay verdadera persistencia en la innovación (a través del uso de un modelo probit o logit dinámico): esta ocurre cuando se evidencia un efecto positivo y significativo del comportamiento innovador pasado de la firma, sobre su desempeño innovador actual, después de controlar por la influencia de la heterogeneidad observada y parte de la no observada (Peters, 2009). Estos

estudios no relacionan la persistencia con características de las firmas, las tecnologías o el mercado (Malerba et al., 1997). La escasez de estudios empíricos explicativos ha llevado a que Suárez (2014) asevere que, en la relación entre innovaciones pasadas y presentes, median características y comportamientos que no han sido aún investigados.

El segundo vacío, se centra en que, a pesar de la importancia de los procesos de imitación en el desarrollo económico, existen muy pocos estudios de persistencia en la imitación (e.g. Clausen y Pohjola, 2013; Ganter y Hecker, 2013). Esta cantidad se reduce aún más cuando se trata de investigaciones llevadas a cabo en países en desarrollo (e.g. Juliaio-Rossi y Schmutzler, 2016). Es importante resaltar que todas las investigaciones sobre persistencia en la imitación revisadas se centran en constatar la existencia de verdadera persistencia; por lo tanto, comparten las limitaciones, descritas arriba, por Malerba et al., (1997) y Suárez (2014).

Este estudio aborda estos dos vacíos, al ofrecer una respuesta al siguiente interrogante: ¿cuáles de los determinantes postulados por los tres enfoques teóricos tiene poder explicativo en la ocurrencia de persistencia en la imitación de innovaciones en productos? El análisis empírico está basado en tres encuestas de innovación y desarrollo tecnológico (EDIT) llevadas a cabo entre 2003 y 2008 por el Departamento Nacional de Estadística de Colombia (DANE) a empresas pertenecientes al sector manufacturero. En esta encuesta, acorde con las pautas conceptuales del Manual de Oslo, se pregunta para el periodo correspondiente si la empresa introdujo “Bienes o servicios nuevos únicamente para su empresa (ya existían en el mercado nacional y/o internacional)”¹ (DANE, 2017, p. 37). Es evidente, que esta pregunta de la EDIT es coherente con la definición de imitación presentada previamente por Damanpour y Wischnevsky (2006). A partir de esta pregunta, se distinguió entre las empresas que imitan persistentemente productos nuevos para la empresa (aquellas que presentan resultados en imitación en al menos dos periodos consecutivos), las que lo hacen esporádicamente (aquellas que presentan resultados en imitación en un periodo) y las que no lo hacen (aquellas que en los periodos de análisis reportan cero imitaciones). Posteriormente, se estimó un modelo probit ordenado inflado en ceros (ZIOP) (descrito en la sección de metodología).

El resto de este artículo se estructura en cuatro secciones. En la primera, se formulan las hipótesis de investigación. En la segunda, se describe la metodología implementada. En la sección tres se presentan los resultados y los del modelo ziop. La discusión y conclusiones se presentan en la sección cuatro.

Proposición de hipótesis

Los tres enfoques teóricos que explican la persistencia en la innovación surgen en distintas tradiciones de investigación y se asocian con variables diferenciadas que permiten contrastarlos.

Los costos hundidos incluyen los pagos de salarios y el entrenamiento de científicos, ingenieros o técnicos con alta formación y experiencia (Hall, 2002), y la compra de activos con “costos fijos independientes del tamaño del mercado para la innovación” (Syrneonidis, 1996, p. 17). Desde esta perspectiva, I&D es una actividad que no puede ser fácilmente descontinuada, debido a que las inversiones de este tipo se caracterizan por ser altamente idiosincráticas, lo cual hace que, en caso de suspenderse, los costos sean irre recuperables (Stiglitz, 1987) y se pierda la experiencia acumulada (Máñez et al., 2009).

¹ Dentro de la encuesta se define que “Un bien o servicio nuevo, es un producto cuyas características fundamentales (especificaciones técnicas, componentes y materiales, software incorporado o usos previstos) revisten novedad con relación a los correspondientes a productos anteriores producidos por la empresa” (DANE, 2017, p. 37).

Se comprobará la siguiente hipótesis derivada del enfoque de costos hundidos:

Hipótesis 1: La inversión en I&D tiene un efecto positivo sobre la persistencia en la imitación de productos nuevos para la firma.

El segundo enfoque teórico, denominado éxito llama éxito (success breeds success) (Duguet y Monjon, 2004) o de restricciones de recursos financieros (Ganter y Hecker, 2013). Una de las principales fuentes internas de recursos es el éxito comercial de innovaciones previas, que permite obtener los fondos necesarios para financiar los proyectos de innovación actuales (Baldwin y Hanel, 2003) e innovar persistentemente (Duguet y Mojon, 2004). Por otra parte, el éxito de innovaciones pasadas tiene efectos sobre la consecución de recursos externos para futuros proyectos de innovación (Máñez et al., 2009).

Se probarán las siguientes hipótesis derivadas del enfoque de restricciones financieras:

Hipótesis 2a: El acceso a fondos internos orientados a financiar innovaciones, tiene un efecto positivo sobre la persistencia en la imitación de productos nuevos para la firma.

Hipótesis 2b: El acceso a fondos externos orientados a financiar innovaciones, tiene un efecto positivo sobre la persistencia en la imitación de productos nuevos para la firma.

Hipótesis 2c: La continuidad en el acceso a fondos internos orientados a financiar innovaciones, tiene un efecto positivo sobre la persistencia en la imitación de productos nuevos para la firma.

Hipótesis 2d: La continuidad en el acceso a fondos externos orientados a financiar innovaciones, tiene un efecto positivo sobre la persistencia en la imitación de productos nuevos para la firma.

El último enfoque es el de las capacidades de innovación. En este se propone que la persistencia en la innovación se debe a la existencia de economías dinámicas de escala, en torno a las competencias que tiene la firma para transformar conocimiento tecnológico acumulado y convertirlo en creación o mejoramiento de productos o procesos (Geroski et al., 1997). La capacidad de innovar se desarrolla en la firma a lo largo del tiempo a través de distintos tipos de aprendizaje: actividades formales de I&D (Cohen y Levinthal, 1990), en conjunto con learning by doing, using, interacting y training (Amara, Landry, Becheikh y Ouimet, 2008).

Con respecto a este enfoque se probará la siguiente hipótesis:

Hipótesis 3: La acumulación de capacidades de innovación tiene un efecto positivo sobre la persistencia en la imitación de productos nuevos para la firma.

Metodología

Para comprobar las hipótesis propuestas se usan tres encuestas de innovación y desarrollo tecnológico (EDIT II (2003 -2004), III (2005 - 2006) y IV (2007 - 2008).), aplicadas por el DANE a empresas industriales colombianas con 10 o más trabajadores. La muestra final fue de 4491 firmas. En forma coherente con el concepto de persistencia, la definición de las variables dependientes se hizo con datos de las encuestas EDIT III y IV. Las variables independientes se calcularon con las EDIT II y III.

Modelo a estimar Probit ordenado inflado en ceros (ziop)

Cada tipo de persistencia estudiada se midió a través de una variable aleatoria discreta. Esta es observable y asume los valores discretos ordenados de 0, 1 o 2: si una empresa no reporta innovaciones en los períodos 2005-2006 y 2007- 2008, se considera no innovadora y la variable asume el valor cero. Si la empresa reporta haber innovado en uno de estos períodos, es considerada como innovadora esporádica y la variable asume el valor 1. Si la empresa ha innovado en los períodos 2005-2006 y 2007- 2008, es innovadora persistente y asume el valor 2.

La definición de persistencia como una variable discreta ordenada y , hace posible el uso de un modelo logit o probit ordenado (o variaciones de estos) para probar su relación con un conjunto de covariables z . No obstante, por varias razones, el modelo seleccionado fue el probit ordenado inflado en ceros (ziop). La principal razón es que este tipo de modelo proporciona estimaciones robustas ante la presencia de dos fuentes de heterogeneidad, en relación a las firmas que reportan cero innovaciones (Bagozzi, Hill, Moore y Mukherjee, 2014). A este respecto, es posible que muchas empresas a pesar de poseer características, hacer esfuerzos o tomar decisiones estratégicas parecidas a las innovadoras, no hayan logrado aún (a la fecha de la encuesta) la obtención de algún resultado al respecto. Este conjunto de firmas se diferencia claramente de un tercer grupo que no invierten, ni tienen dentro de sus objetivos innovar. Nos encontramos entonces con dos mecanismos distintos generadores de ceros. En el primero, conocido como *ceros circunstanciales* o *incidentales* (Winkelmann, 2008), las empresas no han innovado aún, pero participan o han iniciado procesos de innovación. En el segundo caso, denominado *ceros estructurales* o *estratégicos* (Winkelmann, 2008), las empresas no innovan, porque no tienen la intención de hacerlo. Ignorar la diferencia entre estos dos procesos generadores de ceros o forma de heterogeneidad no observada o usar un probit o logit ordenado para modelar este tipo de situaciones, conlleva a errores en la especificación del modelo (Gurmu y Elder, 2008; Bagozzi et al., 2014) y a problemas con la precisión de la inferencia (especialmente errores de tipo II) (Perumean-Chaney, Morgan, McDowall y Aban, 2013).

Otra razón de la elección de un ziop, es que este modelo, trata en forma efectiva el problema de sobre dispersión debida al exceso de ceros (Perumean-Chaney et al., 2013). Acorde con la tabla 1, la variable dependiente usada exhibe un valor de cero en el 63.43% de las observaciones. Este porcentaje caen dentro del rango de ceros (10% - 90 %) apropiado para que los modelos probit inflados generen estimaciones no sesgadas y eficientes (Bagozzi et al., 2014).

Descripción del ziop

El modelo ziop desarrollado por Harris y Zhao (2007) discrimina entre sujetos participantes (categoría constituida por firmas que evidencian resultados positivos en innovación y por las que tienen ceros circunstanciales) y no participantes (categoría constituida por firmas con ceros estructurales). Esta distinción resulta de un proceso virtual en el que los individuos tienen que decidir sobre si participan o no en el fenómeno estudiado (v.gr. si deciden innovar o no) y luego en un proceso condicional a la decisión de participar, en el que se determina a qué metas de desempeño le apuestan o logran (v.gr. cuántos proyectos de innovación emprenden o terminan). En este segundo grupo se incluyen empresas que en un período determinado hayan obtenido un nivel de desempeño cero (cero innovaciones), así hayan decidido previamente que la innovación es una de sus estrategias. Estos procesos son modelados en el ZIOP por dos ecuaciones latentes: una ecuación de selección probit y un probit ordenado.

El modelo de selección probit representa en esta investigación la decisión de participar en procesos de innovación o no. Acorde con Harris y Zhao (2007), r es una variable binaria que indica la división entre el régimen 0 (con $r = 0$, para los sujetos no participantes) y el régimen 1 (con $r = 1$, para participantes). r se relaciona con una variable latente r^* , de la siguiente forma: $r = 1$ para $r^* > 0$ y $r = 0$ para $r^* \leq 0$. r^* representa la propensión a participar y es dada por (Maddala, 1983):

$$r^* = x'\beta + \varepsilon \quad (1)$$

Donde x , es un vector de covariables que afectan, en nuestro caso, la decisión de innovar o no; β es un vector de coeficientes desconocidos y ε es el termino error que se asume distribuido en forma normal estándar. Dentro de este modelo, la probabilidad de estar en el régimen 1 (o participar) está dada por:

$$\Pr (r = 1/x) = \Pr (r^* > 0) = \Phi (x'\beta) \quad (2)$$

$\Phi (\cdot)$ es la función de distribución acumulada de la distribución normal univariada.

Con respecto al nivel de participación, Harris y Zhao (2007) proponen que bajo la condición de que $r = 1$, el nivel de consumo o de innovación logrado puede ser representado por una variable discreta y' ($y' = 0, 1, \dots, J$), la cual es generada por un proceso probit ordenado standard vía una segunda variable latente y'^* :

$$y'^* = z'\lambda + u \quad (3)$$

z es un vector de variables explicativas con coeficientes desconocidos λ y error u , el cual se asume que sigue una distribución normal estándar. La variable y' se relaciona con y'^* de la siguiente manera:

$$y' = \begin{cases} 0, & \text{si } y'^* \leq 0, \\ j, & \text{si } w_{j-1} < y'^* \leq w_j \quad (j = 1, \dots, J-1), \\ J, & \text{si } w_{J-1} < y'^*, \end{cases} \quad (4)$$

Donde w_j ($j = 1, \dots, J-1$), son parámetros límites a ser estimados junto con el vector de parámetros λ . Se asume además, que $w_0 = 0$. Es importante anotar, que este segundo proceso modelado incluye como resultado posible un nivel de innovación o consumo cero. En adición, no existe la restricción de que x sea igual a z (Zhao y Harris, 2007). Bajo las anteriores consideraciones, la probabilidad de un valor específico de innovación es generada por (Maddala, 1983):

$$\Pr (y') = \begin{cases} \Pr (y' = 0/z, r = 1) = \Phi (w_0 - z'\lambda) \\ \Pr (y' = j/z, r = 1) = \Phi (w_j - z'\lambda) - \Phi (w_{j-1} - z'\lambda) \quad (j = 1, \dots, J-1) \\ \Pr (y' = J/z, r = 1) = 1 - \Phi (w_{J-1} - z'\lambda) \end{cases} \quad (5)$$

Harris y Zhao (2007) proponen que r y y' son observables a través del siguiente criterio:

$$y = ry' \quad (6)$$

En consecuencia, para observar $y = 0$ se requiere una de las siguientes condiciones: i) $r = 0$ (la firma no participa en procesos de innovación), o ii) $r = 1$ (la firma participa en procesos de innovación) y $y' = 0$ (el nivel de innovación logrado a la fecha por la firma es cero). Por su parte, para observar una valor positivo de y , se requiere que $r = 1$ y que $y'^* > 0$. Bajo el supuesto de que ε y u siguen en forma independientes distribuciones gaussianas estándar, la ecuación del modelo probit ordenado aumentado del ziop es, acorde con Harris y Zhao (2007), dado por:

$$\Pr(y) = \begin{cases} \Pr(y = 0/z, x) = \Pr(r = 0/x) + \Pr(r = 1/x) \Pr(y' = 0/z, r = 1) \\ \Pr(y = j/z, x) = \Pr(r = 1/x) \Pr(y' = j/z, r = 1), \quad (j = 1, \dots, J-1) \end{cases}$$

Reemplazando:

$$\Pr(y) = \begin{cases} \Pr(y = 0/z, x) = [1 - \Phi(x'\beta)] + \Phi(x'\beta) \Phi(-z'\lambda) \\ \Pr(y = j/z, x) = \Phi(x'\beta) [\Phi(w_j - z'\lambda) - \Phi(w_{j-1} - z'\lambda)], \quad (j = 1, \dots, J-1) \\ \Pr(y = J/z, x) = \Phi(x'\beta) [1 - \Phi(w_{J-1} - z'\lambda)]. \end{cases}$$

La ecuación del probit ordenado aumentado calcula la probabilidad de desempeño cero (no innovar) como una combinación de la probabilidad proveniente del modelo probit que evalúa la no participación, más la proporcionada por el proceso ordenado para cero consumo (Harris y Zhao, 2007). Como resultado, como lo verifican los trabajos empíricos de Harris y Zhao (2007) y Bagozzi et al., (2014), en los casos en que la variable dependiente evidencia inflación en ceros, los modelos ZIOP permiten la obtención de estimaciones más confiables que un modelo ordenado estándar.

Variable Dependiente

Persistencia en productos nuevos para la empresa (Persistence_firm). Asume valores ordenados: 2, si reporta productos nuevos para la empresa en los períodos 2005-2006 y 2007-2008; 1, si los reporta en un período, y 2 si no los reporta en ninguno de estos períodos.

En la tabla 1 se presentan los estadísticos descriptivos de la variable dependiente.

Variables Independientes

Variables asociadas al enfoque de costos hundidos Intensidad de la inversión en I&D (Intensidad_I&D). Suma de la inversión en I&D hecha por la firma en los períodos 2003-2004 y 2005-2006, dividido por el número de empleados.

Variables asociadas al enfoque de restricciones financieras.

Los datos disponibles no permiten establecer el éxito financiero de las innovaciones en forma directa. Por ello se proponen las siguientes variables proxy:

Intensidad del financiamiento con recursos propios de la innovación (Finan. Interno): Monto de financiamiento propio usado por la firma en actividades de innovación durante los períodos 2003-2004 y 2005-2006, dividido por el número de empleados.

Continuidad del financiamiento propio (Cont. Finan. Interno): asume un valor de 2 si la firma ha financiado sus actividades de innovación con recursos propios durante los períodos 2003-2004 y 2005-2006; 1 si la financiación con recursos propios ocurrió sólo en uno de estos períodos; y 0 si esta fuente de recursos no fue usada.

Intensidad en el uso de fuentes externas de financiamiento (Finan. Externo): Monto de financiamiento externo (recursos públicos, banca privada, fondos de capital) usado por la firma en actividades de innovación durante los períodos 2003-2004 y 2005-2006, dividido por el número de empleados.

Continuidad en el uso de fuentes externas de financiamiento (Cont. Finan. Externo): Asume el valor 2 si la firma ha financiado sus actividades de innovación con recursos externos durante los períodos 2003-2004 y 2005-2006; 1 si la financiación con recursos externos se dio sólo en uno de estos períodos; y 0 si esta fuente no fue usada.

Variables asociadas al enfoque de acumulación de capacidades de innovación.

Dentro del enfoque de capacidades de innovación se propone incluir el porcentaje de profesionales dentro de la nómina de la empresa y un conjunto de variables que sugieren las definiciones de Amara et al. (2008), de distintos tipos de aprendizaje de la firma.

Nivel Educativo: proporción de empleados con al menos grado universitario en los períodos 2003-2004 y 2005-2006.

Learning by training: monto invertido por empleado en capacitación tecnológica en los períodos 2003-2004 y 2005-2006.

Learning by doing: monto de la inversión por empleado en maquinaria y equipo en los períodos 2003-2004 y 2005-2006.

Learning by using: inversión por empleado en transferencia tecnológica (derechos de propiedad, licencias o inventos no patentados) en los períodos 2003-2004 y 2005-2006.

Learning by interacting: Suma de fuentes de ideas para la innovación provenientes de clientes, proveedores, competencia, universidades y centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico, gremios y cámara de comercio, que la firma reporta haber usado en los períodos 2003-2004 y 2005-2006.

Variables de control². Se incluyen los siguientes determinantes reconocidos de la innovación, medidos en el período t:

1. Tamaño de la firma: Logaritmo natural del número de personal ocupado por la firma en el período 2003-2004.
2. Propiedad extranjera: si el 25% o más del capital de la firma es de propiedad extranjera, esta variable asume el valor de 1. En cualquier otro caso, asume el valor de 0.
3. Dummies sectoriales Pavitt (Pavitt): Una manera de tener en cuenta las características sectoriales, es el uso de la agrupación de empresas de acuerdo a la clasificación propuesta por Pavitt (1984). Agrupa los sectores industriales de acuerdo con similitudes en los procesos de innovación: dominados por los proveedores; intensivos en economías de

² No se incluyó la edad de la firma debido a que la fuente de los datos (EDIT) no suministra esta información.

escala; proveedores especializados, y basados en ciencia. Se incluyen tres de las siguientes cuatro variables, que indican pertenencia a alguno de estos grupos: *pavitt_supp*, *pavitt_scale*, *pavitt_special* y *pavitt_science*.

En las tablas 2 y 3 se presentan los estadísticos descriptivos de las variables independientes. La prueba VIF en Stata descarta problemas de multicolinealidad entre las variables independientes.

Tabla 1
Resumen de estadísticas descriptivas de las variables dependientes

Persistencia Adopción Empresa			
Valor observado	Freq.*	Percent	Cum.
0	3 015	63.43	63.43
1	1 437	30.23	93.67
2	301	6.33	100.00
Total	4 753	100.00	

*Frecuencia (Freq.) se mide en miles.

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 2
Resumen de estadísticos de las variables independientes

Variable	Descriptivos			
	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Intensidad_I&D	87.12911	635.7786	0	20 916.85
Finan. Interno	4 725.99	21 634.91	0	644 512.6
Finan. Externo	3 101.347	12 788.2	0	379 502.4
Nivel Educativo	.2439051	.2092149	0	1.584603
Learning by Training	235.8228	1 726.242	0	67 160
Learning by DoingEdit3	2 810.409	11 998.63	0	594 701.7
Learning by Using	240.6904	2 127.956	0	97 939.98
Learning by Interacting	2.265538	3.093661	0	14
Tamaño Firma	3.5935	1.200953	.6931472	8.839711

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 3
 Estadísticos descriptivos de las variables independientes binarias u ordenas

Variable	Valor observado				Total	
	0	1	2			
Cont. Finan. Interno	1 571	2 805	821	5 197	Freq.*	
	30.23	53.97	15.80	100.00	Percent	
Cont. Finan. Externo	3 287	1 575	335	5 197	Freq.	
	63.25	30.31	6.45	100.00	Percent	
Propiedad Extranjera	6 246	423	-	6 669	Freq.	
	93.66	6.34	-	100.00	Percent	
pavitt_supp	4 053	2 616	-	6 669	Freq.	
	60.77	39.23	-	100.00	Percent	
pavitt_scale	4 271	2 398	-	6 669	Freq.	
	64.04	35.96	-	100.00	Percent	
pavitt_special	6 251	418	-	6 669	Freq.	
	93.73	6.27	-	100.00	Percent	
pavitt_science	5 425	1 244	-	6 669	Freq.	
	81.35	18.65	-	100.00	Percent	

*Frecuencia (Freq.) se mide en miles.

Fuente. Elaboración propia.

Resultados

La tabla 4 muestra, en el modelo 1, que el enfoque de costos hundidos, representado por la intensidad en I&D, no explica la persistencia en productos nuevos para la empresa.

Tabla 4

Modelo ZIOP de persistencia

Variables	Persistencia Productos Nuevos para la Empresa	
	Modelo1 Outcome equation	Modelo 2 Inflate
Enfoque de costos hundidos		
Intensidad_I&D	0.0126 (0.0163)	20.82* (11.28)
Enfoque financiero		
Finan. Interno	-0.0103 (0.0175)	2.320 (2.049)
Finan. Externo	0.0103 (0.0181)	-0.410 (0.283)
Cont. Finan. Interno	0.155*** (0.0344)	-0.455 (0.305)
Cont. Finan. Externo	0.174*** (0.0363)	-0.197 (0.309)
Enfoque de capacidades		
Nivel Educativo	-0.0112 (0.0362)	2.968 (2.797)
Learning by Training	0.0722** (0.0326)	-0.433 (0.335)
Learning by Doing	0.0111 (0.0121)	0.994 (0.824)
Learning by Using	-0.0298 (0.0235)	-0.154* (0.0877)
Learning by Interacting	0.170*** (0.0255)	0.194 (0.165)
Variables de control		
Tamaño Firma	0.216*** (0.0219)	-0.215 (0.327)
Propiedad Extranjera	-0.0403 (0.0846)	-0.295 (0.540)
pavitt_science	0.174*** (0.0554)	
pavitt_scale	0.0580 (0.0481)	
pavitt_special	0.142* (0.0810)	
cut2	1.498*** (0.0421)	
Constant	-1.682*** (0.0963)	8.263 (5.373)
Observations	4 491	4 491
Wald chi2	849.74	
Prob > chi2	0.0000	
Log pseudolikelihood intercept only	-3 744.03	
Log pseudolikelihood full model	-3 134.47	
Maximum Likelihood R2	0.162807	

* = nivel de significancia del 10%; ** = nivel de significancia del 5%; *** = nivel de significancia del 1%.

Fuente. Elaboración propia.

El enfoque de restricciones financieras explica la ocurrencia de persistencia en la imitación. A este respecto, las variables de acceso a fondos financieros presentan un patrón similar de relaciones. La continuidad de financiamiento interno y la de financiamiento externo, exhiben un impacto positivo y significativo al 1%. El monto de financiamiento interno y el externo no son significativos.

Desde el enfoque de capacidades de innovación, se observa que, el modelo 1 reporta que sólo los aprendizajes generados por entrenamiento (learning by training) y por interacción (learning by interacting) tienen efectos positivos (al 5% y 1%, respectivamente).

Los resultados de los modelos fueron sometidos a tres pruebas que indican que son robustos (disponibles a solicitud). Inicialmente se incluyeron dos variables nuevas. La primera es continuidad de la inversión en I&D. También, para tener en cuenta parte de la heterogeneidad no observada en relación a las condiciones iniciales de las firmas respecto a cada tipo de innovación estudiado, se introdujo en los respectivos modelos, una variable que indica si la firma obtuvo o no en la encuesta EDIT II productos nuevos para la empresa. Estas regresiones ofrecen resultados similares a los de los modelos centrales. En pruebas adicionales, los resultados se mantienen cuando se reemplazan las variables independientes agregadas a dos encuestas, calculadas con base en la suma de los rubros reportados en las EDIT II y III por sus valores en cada encuesta individual. En la segunda prueba, no se observan grandes cambios cuando se asume que los errores de la regresión ordenada y la probit se correlacionan (zero inflated ordered probit with correlated errors –ziopc-). En la tercera prueba, se estimó como forma funcional alterna una regresión zero inflated poisson (zip) y se concluye que el cambio de la forma funcional muestra robustez de los modelos centrales de la tabla anterior.

Discusión y conclusiones

Se ha contrastado el poder explicativo de los tres enfoques teóricos de persistencia en la imitación de productos nuevos para la firma con una muestra de empresas pertenecientes a la industria manufacturera colombiana. A continuación se exponen los principales resultados:

a. Costos hundidos. El enfoque de costos hundidos no explica la persistencia en la imitación de productos nuevos para la empresa. Es decir, no se encuentra soporte para la hipótesis 1, la cual presumía efectos positivos en esta relación (*significancia estadística*³ es mayor al 10 %). Esta evidencia por una parte coincide con la proporcionada por la investigación de Juliao-Rossi y Schmutzler (2016) para empresas manufactureras de Colombia (estos autores usan un probit dinámico con efectos aleatorios en un panel constituido por tres encuestas EDIT). No obstante, este resultado contrasta lo que ocurre en una economía emergente, en relación a lo que proponen algunos investigadores: parte importante de los gastos en I&D en países industrializados se dirige a actividades de imitación (Mansfield, Schwartz y Wagner, 1981). En su estudio sobre persistencia, Ganter y Hecker (2013) también reportan un efecto positivo dinámico de I&D sobre la obtención de productos nuevos para la firma. No obstante, Clausen y Pohjola (2013) no encuentran evidencia de esta relación, al estimar un modelo estadístico similar (ambos usan modelos similares a los de Juliao-Rossi y Schmutzler (2016)). Ganter y Hecker usan continuidad en I&D, mientras que Clausen y Pohjola (2013), intensidad en I&D y esto puede explicar sus

³ Se han elegido el 1 y el 5% como niveles de significancia (α) o probabilidades de cometer el error de tipo I (rechazar incorrectamente la hipótesis nula; tal como es el convencionalismo aceptado. Véase Hair, Black, Babin y Anderson, 2014).

diferencias. Otra explicación sugiere que, a mayor liderazgo tecnológico del país de origen, es probable que las firmas locales usen estrategias más sofisticadas de imitación que requieran I&D (Ganter y Hecker, 2013). En este sentido, como lo demuestran nuestros resultados, es de esperar que las empresas en una economía emergente imiten de manera más informal.

b. Restricciones financieras. La persistencia en la imitación de productos nuevos para las empresas, del sector manufacturero, se apoya en la continuidad del acceso a fuentes internas y externas. Específicamente, con una significancia del 1% se confirman las hipótesis 2c y 2d. Este resultado es coherente con varias investigaciones que han identificado las dificultades en el acceso a recursos financieros, como obstáculo principal para emprender proyectos de innovación (v.gr. Suárez, 2014).

La inclusión de otra dimensión de la financiación, en este caso la continuidad y la estructura de rezago de datos usada, permitió capturar un comportamiento estratégico más complejo que el sugerido por la teoría de estructura financiera de pecking order (Myers y Majluf, 1984): cuando se presenta asimetría de información entre gerente e inversionista potencial (como ocurre en proyectos de innovación), las firmas tienden a financiar inicialmente sus proyectos con recursos propios, luego con deuda, y finalmente capitalizando. Varias investigaciones sobre innovación aportan evidencia en favor de esta teoría para países industrializados (v.gr. Giudici y Paleari, 2000). Nuestros resultados, en contraste, sugieren que las empresas colombianas que imitan persistentemente han logrado implementar una estrategia financiera de complementariedad entre recursos internos y externos.

c. Capacidades de innovación. La persistencia en productos nuevos para la firma se sustenta en sólo dos aprendizajes. Los resultados muestran que el aprendizaje basado en entrenamiento de los trabajadores (*learning by training*) se relaciona en forma positiva y con una significancia del 5 % con la persistencia en la imitación. Adicionalmente, el aprendizaje basado en la obtención de ideas de fuentes externas (*learning by interacting*) muestra una relación positiva y significativa al 1 % con nuestra variable dependiente. El resto de aprendizajes (*learning by doing* y *learning by using*) presentan una relación no significativa con la persistencia en la imitación.

El reducido número de aprendizajes relacionados con este tipo de innovación puede deberse a dos razones. La primera, es que la mayoría de incertidumbres e interrogantes en relación a las características, producción y consumo del producto a imitar, estén resueltas (Mansfield et al., 1981). La segunda, es que los procesos de imitación no exigen a la firma crear conocimiento nuevo (Kim, 1997). No obstante, nuestros resultados demuestran que este tipo de imitación no ocurre en el vacío: parece indispensable que la empresa aprenda rutinas o que desarrolle capacidades para elegir la asistencia técnica adecuada y asimilarla (Kim, 1997). Finalmente, nuestros resultados contrastan con los de Juliao-Rossi y Schmutzler (2016). Estos autores no encontraron evidencia que relacione algún tipo de aprendizaje con la ocurrencia de persistencia en la imitación.

La principal limitación de esta investigación es que sólo se usaron datos provenientes de tres encuestas, razón por la cual, se construyó un panel corto. No obstante, una ventaja del uso de estas encuestas, es que las variables independientes de los modelos usados en esta investigación, fueron calculadas con base en las EDIT II y III. Estas cubren el período comprendido entre 2003 y 2006, el cual se caracteriza por alta estabilidad y crecimiento económico de Colombia

(durante este período el crecimiento promedio del PIB de este país fue de 4.8 %). Lo anterior, permitió blindar los resultados obtenidos de variaciones macroeconómicas bruscas e identificar en forma más precisa los determinantes de cada tipo de persistencia.

A pesar de las anteriores limitaciones, esta investigación significa un avance en los estudios de innovación. Por una parte, esta es la primera de las investigaciones conocidas sobre este tema en usar un modelo ziop. Por otra parte, en el enfoque de restricciones financieras, se ha propuesto y probado que la continuidad del acceso a recursos financieros (externos e internos) es otra dimensión que determina los tres tipos de persistencia estudiados. Finalmente, también se hacen dos aportes al enfoque de capacidades de innovación. En las investigaciones precedentes, las capacidades de innovación generalmente han sido medidas a través de variables de nivel educativo promedio del personal. En este estudio se comprobó que las capacidades relacionadas con la persistencia en la adopción son generadas por un conjunto mayor de aprendizajes.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero para esta investigación recibido de Colciencias en el marco del proyecto: Dinámicas de Innovación en Contextos Poco Intensivos en I+D: el caso de la Industria Manufacturera Colombiana (121577657885).

Referencias

- Amara, N., Landry, R., Becheikh, N. & Ouimet, M. (2008). Learning and novelty of innovation in established manufacturing SMEs. *Technovation*, 28, 450 – 463. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2008.02.001>
- Antonelli, C., Crespi, F., & Scellato, G. (2012). Inside innovation persistence: New evidence from Italian micro-data. *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(4), 341-353. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2012.03.002>
- Bagozzi, B. E., Hill Jr, D. W., Moore, W. H., & Mukherjee, B. (2014). Modeling Two Types of Peace: The Zero-inflated Ordered Probit (ZiOP) Model in Conflict Research. *Journal of Conflict Resolution* 59 (4), 728-752. <https://doi.org/10.1177/0022002713520530>
- Baldwin, J. R., & Hanel, P. (2003). *Innovation and knowledge creation in an open economy. Canadian Industry and International Implications*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Cefis, E., & Ciccarelli, M. (2005). Profit differentials and innovation. *Economics of Innovation and New Technology*, 14(1-2), 43-61. <https://doi.org/10.1080/1043859042000232160>
- Cefis, E., & Orsenigo, L. (2001). The persistence of innovative activities: A cross-country and cross-sector comparative analysis. *Research Policy*, 30: 1139-1158. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00139-6](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00139-6)
- CEPAL, N. (2016). *Ciencia, tecnología e innovación en la economía digital: la situación de América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL. Available in https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40530/3/S1600833_es.pdf. Date of consultation 15/06/2017.
- Clausen, T. H., & Pohjola, M. (2013). Persistence of product innovation: comparing breakthrough and incremental product innovation. *Technology Analysis & Strategic Management*, 25(4), 369-385. <https://doi.org/10.1080/09537325.2013.774344>
- Cohen, W., & Levinthal, D. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35, 1, 128 – 152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- DANE. (2015). Boletín Técnico: Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica Industria Manufacturera - EDIT VII 2013-2014. Available in https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/edit/boletin_EDIT_Manufacturera_2013_2014.pdf. Date of consultation 22/06/2017.
- DANE. (2017a). Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica Industria Manufacturera 2015 – 2016. Available in https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/edit/presentacion_EDIT_manufacturera_2015_2016.pdf. Date of consultation 02/03/2018.

- DANE. (2017b). Metodología General Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera – EDIT. Available in <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/DSO-EDIT-MET-01.pdf>. Date of consultation 22/06/2017.
- Damanpour, F., & Wischnevsky, D. (2006). Research on innovation in organizations: Distinguishing innovation-generating from innovation-adopting organizations. *Journal of Engineering and Technology Management*, 23(4), 269–291. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2006.08.002>
- Duguet, E., & Monjon, S. (2004). Is innovation persistent at the firm level. An econometric examination comparing the propensity score and regression methods. *Cahiers de la Maison des Sciences Economiques*, v04075, Paris. <https://doi.org/10.2139/ssrn.565923>
- Diyamett, B., & Wangwe, S. (2006). Innovation indicators within Sub-Saharan Africa: A specific case for Tanzania. In W. Blankley, M. Scerri, N. Molotja, & I. Saloojee (Eds.), *Measuring innovation in OECD and NON-OECD countries selected seminar papers* (pp. 183–199). South Africa: HSRC Press.
- Fagerberg, J., Srholec, M., & Verspagen, B. (2010). The role of innovation in development. *Review of economics and institutions*, 1(2), 1431–1445. <https://doi.org/10.4337/9781788110266>
- Ganter, A., & Hecker, A. (2013). Persistence of innovation: Discriminating between types of innovation and sources of state dependence. *Research Policy*, 42 (8), 1431–1445. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.04.001>
- Geroski, P., Van Reenen, J. & Walters, C. (1997). How persistently do firms innovate? *Research Policy*, 26, 33 – 48. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(96\)00903-1](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(96)00903-1)
- Giudici, G., & Paleari, S. (2000). The provision of finance to innovation: a survey conducted among Italian technology-based small firms. *Small Business Economics*, 14(1), 37-53. <https://doi.org/10.1023/A:1008187416389>
- Gurmu, S., & Elder, J. (2008). A bivariate zero-inflated count data regression model with unrestricted correlation. *Economics Letters*, 100(2), 245–248. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2008.02.001>
- Hair, J., Black, W., Babin, B., & Anderson, R. (2014). Multivariate data analysis: Seven edition. *Pearson New International Edition*. Pearson Education limited. Essex: England.
- Hall, B. (2002). The financing of Research and Development. *Oxford Review of Economic Policy* 18, 35–51. <https://doi.org/10.3386/w8773>
- Harris, M. N., & Zhao, X. (2007). A zero-inflated ordered probit model, with an application to modelling tobacco consumption. *Journal of Econometrics*, 141(2), 1073-1099. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.01.002>
- Juliao-Rossi, J., & Schmutzler, J. (2016). Persistence in generating and adopting product innovations: Evidence for manufacturing firms in a developing country. *Academia Revista Latinoamericana de Administración*, 29(2), 125-146. <https://doi.org/10.1108/arla-08-2015-0197>
- Kim, L. (1997). *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*. Harvard: Harvard Business School Press.
- Le Bas, C., & Scellato, G. (2014). Firm innovation persistence: a fresh look at the frameworks of analysis. *Economics of Innovation and New Technology*, 23(5-6), 423-446. <https://doi.org/10.1080/10438599.2014.895511>
- Lundvall, B. Å., Joseph, K. J., Chaminade, C., & Vang, J. (Eds.). (2011). *Handbook of innovation systems and developing countries: building domestic capabilities in a global setting*. Edward Elgar Publishing.
- Maddala, G.S. (1983). *Limited Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*. Cambridge, UK.: Cambridge University Press.
- Malerba, F., Orsenigo, L., & Peretto, P. (1997). Persistence of innovative activities, sectoral patterns of innovation and international technological specialization. *International Journal of Industrial Organization*, 15(6), 801–826. [https://doi.org/10.1016/s0167-7187\(97\)00012-x](https://doi.org/10.1016/s0167-7187(97)00012-x)
- Máñez, J., Rochina, M., Sanchis, A., & Sanchis, J. (2009). The Role of Sunk Costs in the Decision to Invest in R&D. *The Journal of Industrial Economics*, 57, 4, 637 – 870. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6451.2009.00398.x>
- Mansfield, E., Schwartz, M., & Wagner, S. (1981). Imitation costs and patents: an empirical study. *The Economic Journal*, 91, 364, 907-918. <https://doi.org/10.2307/2232499>
- Myers, S., & Majluf, N. (1984). Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. *Journal of Financial Economics* 13(2), 187 – 221. [https://doi.org/10.1016/0304-405x\(84\)90023-0](https://doi.org/10.1016/0304-405x(84)90023-0)

- Nelson, R., & Rosenberg, N. (1993). Technical innovation and national systems. In Nelson, R. (ed.). *National innovation systems: a comparative analysis* (pp. 1 – 18). Oxford University Press, Oxford.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13, 6, 343 – 373. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(84\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0048-7333(84)90018-0)
- Perumean–Chaney, S. E., Morgan, C., McDowall, D., & Aban, I. (2013). Zero–inflated and overdispersed: what’s one to do? *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 83(9), 1671–1683. <https://doi.org/10.1080/00949655.2012.668550>
- Peters, B. (2009). Persistence of innovation: stylized facts and panel data evidence. *The Journal of Technology Transfer*, 34, 226 – 243. <https://doi.org/10.1007/s10961-007-9072-9>
- Stiglitz, J. E. (1987). Technological Change, Sunk Costs and Competition. *Brookings Papers on Economic Activity*, 3, 883 – 937. <https://doi.org/10.2307/2534456>
- Suárez, D. (2014). Persistence of innovation in unstable environments Continuity and change in the firm’s innovative behavior. *Research Policy*, 43(4), 726–736. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.002>
- Symeonidis, G. (1996). *Innovation, Firm Size and Market Structure: Schumpeterian Hypotheses and Some New Themes*. OECD Economics Department Working Papers, No. 161. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/603802238336>
- Triguero, Á., & Córcoles, D. (2013). Understanding innovation: An analysis of persistence for Spanish manufacturing firms. *Research Policy*, 42, 340– 352. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.08.003>
- Winkelmann, R. (2008). *Econometric analysis of count data*. Berlin: Springer Publishing Company, Incorporated.