

Efectos entre las actividades de innovación, exportación y productividad: un análisis de las empresas manufactureras peruanas

Effects between innovation, export and productivity: An analysis of Peruvian manufacturing firms

José Luis Nolzco¹

DOI: 10.13043/DYS.85.2

Resumen

El objetivo de este artículo es examinar la relación entre los esfuerzos innovativos, el nivel de exportaciones y la productividad en las empresas manufactureras peruanas. Con información de la Encuesta Nacional de Innovación en la Industria Manufacturera (ENIIM) se realizaron estimaciones Tobit y quintiles que permitieron concluir que la productividad inicial de la empresa peruana es un determinante del nivel de exportaciones (autoselección), lo que a su vez incentiva a realizar un gasto en innovación (exportaciones como determinante de la innovación) para competir en el mercado internacional. Posteriormente, la innovación realizada por la empresa conlleva una mayor oferta de productos exportables (innovación como determinante de las exportaciones) y un aumento en la productividad (aprendizaje por exportar). Así, se encuentra que los efectos directos e indirectos de la innovación tecnológica se ven reflejados en incrementos de 23 %-44 % y 16 %-45 % según quintil de productividad laboral y PTF, respectivamente.

Palabras clave: Tobit, quintiles, Perú.

Clasificación JEL: C31, C34, L6, O32, O54.

1 Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas de la Universidad de Lima. Instituto de Investigación Científica (IDIC). Lima, Perú. Correo electrónico: jnolzco@ulima.edu.pe.

Este artículo fue recibido el 22 de marzo de 2019, revisado el 1 de octubre de 2019 y finalmente aceptado el 17 de enero de 2020.

Abstract

The aim of this work is to examine the relationship between innovative efforts, the level of exports and productivity in Peruvian manufacturing firms. Using data from the National Manufacturing Industry Innovation Survey (ENIIM), I estimate Tobit and quintile estimates to conclude that the initial productivity of the Peruvian firms is a determinant of the level exports (self-selection), which in turn encourages spending on innovation (exports as the determinant of innovation) to compete in the international market. Subsequently, the firm's innovation leads to a greater supply of exportable products (innovation as determining exports) and an increase in productivity (learning by exporting). Thus, it is found that the direct and indirect effects of technological innovation are reflected in increments of 23 %-44 % and 16 %-45 % according to labor productivity quintile and TFP, respectively.

Key words: Tobit, quintiles, Peru.

JEL Classification: C31, C34, L6, O32, O54.

Introducción

Desde una perspectiva empírica, la literatura internacional ha constatado que cerca de la mitad de las disparidades en ingresos per cápita y tasas de crecimiento entre países (o incluso entre empresas de una misma industria) pueden explicarse por las diferencias en la productividad total de factores (PTF) (Hall y Jones, 1999; Gómez y Borrastero, 2018). Pero lo que es aún más importante es que las actividades de investigación y desarrollo (I+D) podrían explicar hasta un 75 % de las variaciones de la PTF (Álvarez *et al.*, 2011; Griliches, 1995).

En efecto, tal como se observa en Lederman y Sáenz (2005) y Álvarez *et al.* (2011), el rápido crecimiento de las economías de Asia es un claro ejemplo de la importancia de las actividades de I+D en el desarrollo de estas economías. Por ejemplo, la República de Corea, presentaba en 1960 una relación I+D/PBI cercana a 0.4 %. No obstante, en las siguientes cuatro décadas esta cifra se incrementó de forma casi constante, alcanzando en los últimos años un 2.4 %. Este aumento fue considerado como una de las principales causas del incremento de la PTF (1.1 %) y el PBI per cápita (6 % anual) durante 1960-2000.

De manera similar, se ha encontrado fuerte evidencia de una mayor productividad cuando se desarrollan actividades de innovación en Europa (Löf y Heshmati, 2002; Löf *et al.*, 2001), Malasia (Hegde y Shapira, 2007), Taiwán (Yan Aw *et al.*, 2008) y China (Jefferson *et al.*, 2006).

Así, la evidencia de estudios que evalúan la relación entre innovación y productividad entre países desarrollados concluye que la implementación de la tecnología permite usar los recursos productivos de manera más eficiente, permitiendo la transformación de nuevas ideas a nuevos productos, procesos o servicios, lo cual representa ventajas competitivas para cualquier empresa (Baumann y Kritikos, 2016; Baum *et al.*, 2017; Crepón *et al.*, 1998; Griffith *et al.*, 2004; Griffith *et al.*, 2006; Hall y Rosenberg, 2010).

En contraste, el desempeño de los países de América Latina en las últimas cuatro décadas muestra resultados económicos deficientes caracterizados por una baja productividad y solo dependientes de coyunturas económicas favorables debido principalmente a un mejor contexto externo (BID, 2010a, 2010b). Perú no es la excepción, ya que su PTF es aproximadamente un tercio respecto a los países desarrollados, y el gasto en I+D está por debajo del 0.1 % del PBI², significativamente menor al promedio de las economías avanzadas (cerca del 1.6 % del PBI) y similar al resto de países latinoamericanos (0.17 % del PBI) (OCDE, 2016).

En ese sentido, Arbeláez y Torrado (2009, 2011) y Cassoni y Ramada (2010) demuestran que las actividades de innovación (en productos y procesos) tienen un impacto directo y positivo sobre la productividad de las empresas colombianas y uruguayas (respectivamente). De manera similar, Álvarez *et al.* (2011) encuentran evidencia de que un mayor gasto en I+D aumenta la probabilidad de innovar en procesos, y que esta es la que repercute en mayor medida sobre la productividad. Crespi y Zuñiga (2010, 2012) muestran una fuerte evidencia de una relación positiva entre innovación y productividad para Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Panamá y Uruguay; sin embargo, el impacto es heterogéneo³ respecto a las economías avanzadas. Para el caso peruano, los

2 Así, en varios estudios se evidencia que Perú adolece de un déficit en innovación (Díaz y Kuramoto, 2011; Granda y Coricollocla, 2013; Kuramoto, 2007, 2010; Kuramoto y Torero, 2009).

3 Crespi y Zuñiga (2010, 2012) muestran evidencia de que la semielasticidad de la innovación tecnológica sobre la productividad es en Argentina (0.24), Chile (0.60), Colombia (1.92), Costa Rica (0.63), Panamá (0.65) y Uruguay (0.80).

mecanismos de transmisión descritos anteriormente no han sido cuantificados en estudios previos.

Otro aspecto importante, y muy poco abordado por la literatura económica, es cómo las actividades de innovación pueden ser explicadas o impactan sobre el comportamiento exportador, y cómo ambas finalmente repercuten sobre la productividad de las empresas. Sobre esto, existen muy pocos estudios en América Latina que evalúan el nexo entre estas variables de manera simultánea.

En particular, Bravo-Ortega *et al.* (2014), Cirera *et al.* (2015) y Cintio *et al.* (2017) presentan evidencia para Chile, Brasil e Italia, respectivamente, indicando que cuando la inversión en I+D estimula la actividad exportadora, las empresas incrementan su productividad no solo por el efecto directo de I+D, sino también por el efecto indirecto a través de las exportaciones.

Por tal motivo, el objetivo de esta investigación es examinar la relación entre el gasto en I+D, la productividad y exportaciones a partir del cumplimiento de las siguientes hipótesis discutidas en la literatura internacional, pero no evaluadas en el caso peruano: 1) autoselección (*self-selection*), 2) exportaciones como determinante de la innovación (*innovating by exporting*), 3) innovación como generador de una mayor oferta de productos exportables (*exporting by innovating*), 4) aprendizaje por exportar⁴ (*learning by exporting*) y 5) el impacto directo e indirecto de la innovación sobre la productividad.

A partir de estimaciones Tobit y quintiles, se encuentra evidencia de que la productividad inicial de la empresa peruana es un determinante del nivel de exportaciones (*self-selection*), lo que a su vez incentiva a realizar un gasto en innovación (*innovating by exporting*) para competir en el mercado internacional. Posteriormente, la innovación tecnológica realizada por la empresa conlleva una mayor oferta de productos exportables (*exporting by innovating*) y un aumento en la productividad (*learning by exporting*). Así, se encuentra que los efectos directos e indirectos de la innovación tecnológica se ven reflejados en incrementos de 23 %-44 % y 16 %-45 % según quintil de productividad laboral y PTF, respectivamente. En ambos casos, el impacto directo

4 También es conocido como el impacto indirecto de la innovación sobre la productividad (Cintio *et al.*, 2017; Cirera *et al.*, 2015).

de la innovación sobre la productividad es mayor que el impacto indirecto de la innovación (vía exportaciones).

La presente investigación está estructurada de la siguiente manera. En la segunda sección se presenta una revisión de literatura. En la tercera se describen los datos. En la cuarta se muestra la estrategia empírica a utilizar. Finalmente, en las secciones quinta y sexta se muestran, respectivamente, los resultados y las conclusiones del estudio.

I. Revisión de literatura

A. Innovación y productividad

El modelo de referencia utilizado en la literatura⁵ es el modelo de Crepón *et al.* (1998), conocido como CDM. Este modelo considera⁶: 1) la decisión de la empresa de participar en las actividades de innovación, 2) la empresa decide la intensidad de la inversión en I+D, 3) la función de producción de conocimiento, como consecuencia de las intensidades de las inversiones en innovación y 4) la función de producción, que explica la productividad de la empresa por los resultados de la innovación junto con otros insumos.

El modelo CDM se inspira en resultados empíricos y teóricos previos. Desde los primeros trabajos de Schultz (1953) y Griliches (1958) para evaluar la relación entre la productividad y la I+D varios modelos teóricos han atribuido un papel protagónico a la I+D en el impulso de la productividad y, por ende, del crecimiento económico (Aghion y Howitt, 1992; Grossman y Helpman, 1991; Rivera-Batiz y Romer, 1991; Romer, 1990). Desde una perspectiva empírica la evidencia pragmática ha constatado que cerca de la mitad de las disparidades en ingreso per cápita y tasa de crecimiento entre países pueden explicarse por las diferencias en la productividad (Hall *et al.*, 2009), pero lo que es aún más

5 Ver, por ejemplo, Van Leeuwen y Klomp (2001), Benavente (2002), Jefferson *et al.* (2002), Duguet y Monjon (2002), Galia y Legros (2002), Janz *et al.* (2003), Lööf y Heshmati (2006), Álvarez *et al.* (2011), Crespi y Zuñiga (2012) y Aboal *et al.* (2015).

6 Adicionalmente, el modelo CDM incorpora las fuerzas externas y las condiciones generales de los mercados que podrían dar forma a la conducta de innovación empresarial. Es decir, indicadores sobre externalidades, requerimientos de la demanda (a través de regulaciones), el impulso tecnológico (oportunidades científicas) y las políticas públicas (esto es, incentivos o subsidios para la innovación o I+D).

importante es que las actividades de I+D podrían explicar hasta un 75 % de las variaciones en la productividad (Griliches, 1995).

Van Leeuwen (2002) adapta el modelo CDM para Holanda y encuentra que la persistencia de la innovación en el tiempo es menor si se usa innovación en productos en lugar de la intensidad en I+D. Además, este estudio comprueba la hipótesis sobre los retornos decrecientes a escala de I+D a medida que existe un mayor nivel acumulado de capital de conocimiento (medido por el historial de innovaciones realizadas).

De la misma manera, Löf *et al.* (2001) encuentran que, en Finlandia, el tamaño de las empresas tiene un efecto negativo en la intensidad del esfuerzo en I+D, un efecto positivo en Noruega y un efecto no significativo en Suecia. Baldwin *et al.* (2003) estimaron que la probabilidad de introducir un producto (o proceso) innovador aumenta 24 % (o 15 %) en empresas que realizan esfuerzos en I+D en las empresas manufactureras de Canadá.

Para el caso de América Latina, se encuentran resultados mixtos e impactos heterogéneos de la innovación sobre la productividad. Por un lado, Raffo *et al.* (2008) encuentran efecto positivo y significativo en la innovación de productos solo para Brasil y México, pero no para Argentina. De manera similar, Chudnovsky *et al.* (2006) muestran que las empresas argentinas con mayor tamaño son las más propensas a realizar actividades de innovación y lanzamiento de productos innovadores al mercado; sin embargo, tampoco encuentran un efecto significativo de la innovación sobre la productividad.

Por otro lado, Arbeláez y Torrado (2009, 2011) encuentran que la adaptación (innovación que resulta de la introducción de nuevos bienes y servicios al mercado doméstico) incrementa las ventas pero no la PTF en las empresas colombianas. Sin embargo, la verdadera innovación (que resulta de nuevos bienes y servicios introducidos al mercado internacional) tiene un impacto positivo en las ventas y en la PTF.

De manera similar, Crespi y Zuñiga (2010, 2012) demuestran la semielasticidad de la innovación tecnológica sobre la productividad en Argentina (0.24), Chile (0.60), Colombia (1.92), Panamá (1.65), Uruguay (0.80) y Costa Rica (0.63, aunque no es significativo). Los autores mencionan que el impacto es heterogéneo principalmente por las políticas y los instrumentos regulatorios que

tiene cada país en temas de innovación. Finalmente, la innovación no tecnológica (relacionada con nuevas prácticas de mercadeo y de organización) no tiene impactos significativos sobre la productividad.

Álvarez *et al.* (2011) también evalúan la relación entre innovación, investigación y desarrollo, y productividad en Chile. Los autores encuentran que: 1) empresas más grandes invierten más en I+D, 2) la intensidad del gasto en I+D incrementa la probabilidad de innovar en procesos, 3) asimismo, ella no afecta a la probabilidad de innovar en productos, 4) la menor apropiabilidad disminuye la probabilidad de innovar en procesos y 5) la productividad aumenta con la innovación en procesos (la semielasticidad varía entre 1.12 y 1.54). Finalmente, no se encuentra evidencia estadísticamente significativa del efecto de la innovación en productos sobre la productividad.

Acemoglu *et al.* (2006) sugieren que la pérdida de impacto de la innovación sobre la productividad en países en desarrollo es debida a que los incentivos para invertir en innovación son insuficientes considerando que se encuentran lejos de la frontera tecnológica. Además, en muchos casos las empresas que invierten en I+D lo destinan a transferencia tecnológica (es decir, adquisición de maquinaria y equipo o compras de tecnología no incorporada) y, por ende, realizan pocos cambios significativos en sus productos basados principalmente en la imitación (*learning by copying*) y con poco o ningún impacto en los mercados internacionales (Anlló y Suárez, 2009; Navarro *et al.*, 2010). Finalmente, la inversión en I+D es en muchos casos difícil de implementar (ya sea por costos financieros o por falta de mano de obra calificada), por lo que el efecto sobre la productividad puede darse después de un horizonte de tiempo mucho más largo de lo esperado.

A nivel nacional, la literatura sobre innovación es limitada y no hay evidencia que considere cuáles son los determinantes de la innovación y su efecto en la productividad. Kuramoto (2007) realiza una revisión bibliográfica para dar luces sobre el estado actual y la evolución de las políticas de ciencia y tecnología⁷ en el Perú. La autora señala que, dada la existencia de pocas empresas grandes y un gran número de pequeñas empresas, se hace difícil establecer y

7 Kuramoto (2010) realiza una recopilación de estudios sobre innovación en el Perú donde resalta la capacidad de absorción de tecnología como la habilidad de las empresas para reconocer, asimilar y explotar el conocimiento externo y así generar valor en la forma de nuevos productos o servicios.

consolidar cadenas productivas que permitan consolidar sus capacidades de innovación. Díaz y Kuramoto (2011) evalúan las políticas⁸ de innovación en el país, y mencionan la necesidad de generar condiciones para que el desarrollo de actividades científico-tecnológicas se convierta en la fuente de crecimiento de mediano y largo plazo.

Morón y Serra (2010) evalúan la importancia de la innovación en el sector exportador textil. Los autores demostraron que existen tres determinantes para introducir un nuevo producto en un nuevo mercado: 1) ser una empresa que invierte en tecnología, 2) la experiencia de la empresa y 3) ser una empresa grande. Finalmente, Granda y Corilloclla (2013) muestran los principales indicadores de la innovación tecnológica usando la Encuesta Nacional de Innovación en la Industria Manufacturera 2012, la cual resalta que el 25 % de las empresas dedicó recursos a la inversión en I+D y el 55.4 % de estas obtuvo algún resultado de innovación a nivel de producto y de proceso.

B. Innovación, exportaciones y productividad

Existe también evidencia empírica que muestra que las empresas exportadoras son más productivas que las que solo participan en mercados domésticos. En particular, el aprendizaje exportando (*learning by exporting*) explica que la relación positiva entre exportaciones y productividad se origina por las ganancias en I+D. Así, el acceso a nuevas tecnologías, a las cuales no tienen acceso los no exportadores, contribuiría a incrementar la productividad de las firmas luego de entrar a los mercados internacionales (Bravo-Ortega *et al.*, 2014).

Sin embargo, la literatura internacional también ha argumentado que el fenómeno anterior podría ser el resultado de una causalidad que va de la productividad a la orientación exportadora de las empresas. Esta hipótesis de autoselección (*self-selection*) indica que la relación de causalidad entre exportaciones y productividad es en el sentido inverso, es decir, cuando la empresa empieza a exportar, incurre en costos tales como investigación de mercado, mercadeo, permisos, licencias, entre otros. Por esta razón, las empresas más

8 Kuramoto y Torero (2009) examinan las políticas institucionales de innovación, investigación y desarrollo en Perú para incrementar el desempeño de las empresas. Los autores resaltan la necesidad de invertir en políticas que permitan adquirir conocimiento en innovación y una mejor coordinación entre las universidades, las empresas y los centros de investigación y desarrollo.

grandes o más eficientes son más propensas a enfrentar estos costos de manera satisfactoria (Álvarez y López, 2005; Álvarez y García, 2008; Bernard *et al.*, 2003; Bravo-Ortega *et al.*, 2014; Melitz, 2003).

De la misma manera, estudios se han centrado en analizar el efecto de las innovaciones sobre las exportaciones (*exporting by innovating*). Uno de los primeros estudios fue el de Ito y Pucik (1993), que encuentran una relación positiva entre el gasto en I+D y las exportaciones para las empresas japonesas. Además, Lefebvre *et al.* (1998), con datos de pequeñas empresas en Canadá, encuentran que los esfuerzos en I+D, tales como investigación básica o productos mejorados, afectan de manera diferenciada a los exportadores y no exportadores. De manera similar, usando la metodología de mínimos cuadrados asintóticos (ASLS) y la de dos etapas (2SLS), Álvarez *et al.* (2005) y Bravo-Ortega *et al.* (2014) encuentran que las empresas chilenas que invierten en I+D se convierten en exportadores. Van Beveren y Vandebussche (2010) usan estimaciones por variables instrumentales para corregir por problemas de endogeneidad, y encuentran que las empresas primero innovan y luego exportan. Sin embargo, Damijan *et al.* (2008) y Aw *et al.* (2011) controlan la endogeneidad usando un estimador *matching* y no encuentran evidencia de que las innovaciones incrementan la propensión a exportar.

El impacto de la orientación exportadora sobre el gasto en I+D (*innovating by exporting*) también ha sido tratado por la literatura empírica⁹. Salomon y Shaver (2005) evalúa la presencia de *innovating by exporting* para las empresas españolas a través de una estimación GMM, y encuentran que las exportaciones están positivamente relacionadas con el incremento de las innovaciones. Girma *et al.* (2008) usan un *probit* bivariado y encuentran evidencia de que el estatus exportador impacta positivamente sobre el gasto en I+D de las empresas irlandesas. Damijan *et al.* (2008) usan técnicas de *matching* para controlar por endogeneidad, y encuentran que la experiencia de exportar en el pasado incrementa la innovación. Aw *et al.* (2011) a partir de un modelo estructural encuentran que la experiencia exportadora y la I+D son importantes fuentes del crecimiento de la productividad, pero no la experiencia exportadora pasada. Finalmente, Bravo-Ortega *et al.* (2014) encuentran un impacto negativo de las exportaciones sobre el gasto en I+D de las empresas chilenas. Los resultados de este estudio sugieren que las empresas que se encuentran en el mercado

9 Ver, por ejemplo, Salomon y Shaver (2005), Damija *et al.* (2008), Girma *et al.* (2008) y Aw *et al.* (2011).

internacional reducen su propensión a gastar en I+D, encontrando un *trade-off* entre ambas variables.

Filipescu *et al.* (2013) estudian cómo la innovación (medida como intensidad en I+D e innovaciones en productos y procesos) y las exportaciones, pueden influenciarse mutuamente. Los resultados de la causalidad entre ambas variables por medio de un panel de 696 empresas manufactureras españolas en el lapso 1994–2005 permiten evidenciar la relación recíproca entre innovación tecnológica y exportación. Los autores argumentan que esta doble causalidad se da a medida que mientras la empresa desarrolla actividades de exportación, adquiere conocimientos que ayudan a desarrollar nuevas innovaciones tecnológicas, lo que a su vez posibilita a la empresa aumentar su intensidad exportadora, por un lado, y diversificar los mercados globales donde participa. Esta mutua reciprocidad o causalidad es lo que se ha denominado *mutual reinforcing*, el cual se corrobora mediante la prueba de causalidad de Granger (1969).

II. Datos

Este estudio usa la Encuesta Nacional de Innovación en la Industria Manufacturera (ENIIM) 2015, que proporciona información para el periodo 2012–2014 en que se aplicó la entrevista¹⁰. La ENIIM 2015 tiene la ventaja de medir los cambios, los avances y la evolución de los procesos de innovación en cada una de las iniciativas empresariales realizadas para las mejoras de sus procesos productivos y el desarrollo de nuevos productos, entre otros. Además, esta encuesta considera a las micro, pequeñas, medianas y grandes empresas¹¹ de la industria manufacturera en los 24 departamentos y la Provincia Constitucional del Callao. Dado que solo 1.4 % del total de empresas son medianas, se decidió juntar a las empresas medianas y grandes en un solo grupo.

10 Solo la información del monto invertido en actividades de innovación y el desempeño económico de la empresa (ventas, exportaciones, capital fijo) se tiene para cada año (2012, 2013 y 2014) que se aplicó la entrevista.

11 El estrato empresarial (tamaño) definido en este estudio está en función de sus niveles de ventas anuales: 1) microempresa: ventas anuales hasta por el monto máximo de 150 unidades impositivas tributarias (UIT), 2) pequeña empresa: ventas anuales superiores a 150 UIT y hasta el monto máximo de 1700 UIT, 3) mediana empresa: ventas anuales superiores a 1700 UIT y hasta el monto máximo de 2300 UIT y 4) las empresas con ventas anuales superiores a 2300 UIT corresponden al estrato empresarial de gran empresa. La UIT considerada para el 2014 es S/ 3800.

Una limitación de la ENIIM 2015 es que no puede ser unida a la ENIIM 2012 (que contiene información para el periodo 2009–2011) para poder disponer de un panel de datos, ya que existe menos del 20 % de empresas manufactureras comunes en ambas encuestas. Unir ambas encuestas genera resultados sesgados debido a que sería una muestra poco representativa a nivel nacional. Una descripción más detallada de lo que contiene la ENIIM 2015, tanto a nivel de insumo como de producto, es presentada en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción del contenido de la ENIIM 2015

Localización	Ubicación geográfica de la empresa
Actividades de innovación	<ul style="list-style-type: none"> • Si realizó y el monto invertido de actividades de: 1) innovación tecnológica y 2) no tecnológica. • Aspectos que motivaron la puesta en práctica de las actividades de innovación.
Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Financiamiento público, privado y propio para realizar actividades de innovación. • Si la empresa conoce, postuló y accedió a programas públicos de apoyo a la innovación.
Encadenamientos e innovación	<ul style="list-style-type: none"> • Si la empresa tuvo algún contrato para proveer bienes o servicios de empresas y si realizó actividades de innovación.
Recursos humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Número de personal ocupado (calificado y no calificado).
Información económica básica	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de capital extranjero que tiene la empresa. • Total de ventas y exportaciones. • Inversión en capital fijo. • Costo total en sueldos.
Protección y propiedad intelectual	<ul style="list-style-type: none"> • Si la empresa tiene o ha solicitado algún derecho de propiedad intelectual (marca, patente, modelo de utilidad, entre otros) en el país o en el extranjero.
Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • Si la empresa usó fuentes (internas, de mercado e institucionales) para el desarrollo de actividades de innovación.
Obstáculos	<ul style="list-style-type: none"> • Principales obstáculos (conocimiento, mercado, costo, entre otros) que impidieron el desarrollo de actividades de innovación.
Resultados de la innovación	<ul style="list-style-type: none"> • Si la empresa introdujo al mercado una innovación tecnológica en producto (bien o servicio) nuevo o significativamente mejorado tanto para la empresa como para el mercado (nacional o internacional). • Si la empresa logró introducir o incorporar una innovación en organización o comercialización.

Fuente: ENIIM, 2015.

Las variables (dependientes e independientes) a ser utilizadas en cada ecuación fueron escogidas a partir de la evidencia empírica¹² internacional y nacional, pero sobre todo considerando las características de las empresas manufactureras peruanas. Así, un aspecto muy importante a tener en cuenta es que en la ENIIM 2015 el 61.2 % de empresas invirtió en algún tipo de actividad de innovación (tecnológica¹³ y no tecnológica¹⁴) pero solo el 4.5 % lo han hecho en I+D (tanto interna como externa). En ese contexto, el presente estudio considera todas las actividades de innovación y no solo la relacionada con I+D. Asimismo, la muestra de estudio corresponde a datos censurados ya que el 38.8 % de empresas que no realizaron actividades de innovación tampoco lograron introducir alguna innovación, lo que ocasionó que la información de las variables endógenas fuera 0.

Otro aspecto muy importante a considerar es el resultado de la innovación, el cual puede ser de tipo tecnológico¹⁵ (productos o procesos) o no tecnológico¹⁶ (comercialización u organización). Dado que el 82 % de empresas manufactureras que obtienen un resultado de innovación no tecnológica también incorporan uno de tipo tecnológico, se propone implementar lo realizado por Crespi y Zuñiga (2012). Es decir, el resultado de la innovación a considerar en el presente estudio puede ser de tipo tecnológico o no tecnológico. Usar de manera separada generaría que exista una alta colinealidad, lo que generaría problemas de identificación en las estimaciones econométricas.

12 Ver, por ejemplo, Álvarez *et al.* (2011), Crespi y Zuñiga (2012), Bravo-Ortega *et al.* (2014), Baum *et al.* (2016), Cintio *et al.* (2017).

13 Se considera innovación tecnológica a las actividades de I+D interna y externa, adquisición de bienes de capital, hardware, software, transferencia tecnológica, diseño e ingeniería industrial, capacitación para actividades de innovación y estudios de mercados para introducción de innovación.

14 La innovación no tecnológica considera las actividades en la nueva forma de implementación de organización y mejoras en el diseño de empaque de productos.

15 La innovación de productos está relacionada con la introducción de nuevos bienes y servicios y las mejoras significativas de características funcionales o de utilización de bienes y servicios existentes. La innovación en proceso es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución.

16 La innovación en comercialización es la aplicación de un método que implique cambios significativos del diseño o el envasado de un producto. La innovación en organización está relacionada con un nuevo método organizativo en las prácticas.

III. Estrategia empírica

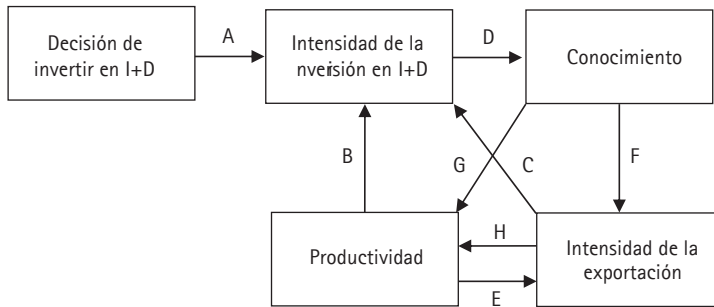
El modelo empírico es construido en cuatro etapas. La primera consiste en la decisión de la empresa de participar en las actividades de innovación y la intensidad de la inversión (en términos del gasto en innovación por trabajador). Los valores predichos de esta última variable son luego usados en la segunda etapa para estimar la función de producción de conocimientos (resultados de la innovación). La tercera etapa incorpora los valores predichos de la función de producción de conocimiento (a través del estimado del número de innovaciones en productos o procesos nuevos o mejorados) sobre la intensidad de las exportaciones. Finalmente, la última etapa consiste en estimar la función de producción, tal que la productividad laboral (o la PTF) de la empresa se explica por los efectos de la innovación directos (a través de la generación de nuevo conocimiento) e indirectos (como a través del impacto sobre las exportaciones) junto con otros insumos.

Tal como sugiere Kleinknecht (1987) y confirmado por Santarelli y Sterlacchini (1990), las medidas oficiales de I+D para las micro y pequeñas empresas pueden subestimar sus actividades de innovación. Es probable que la presencia de actividades informales, el tipo de I+D que se está realizando o la ausencia de departamentos de I+D sean factores que influyan negativamente en el esfuerzo declarado de I+D (Romer, 1990). Así, el gasto autorreportado de I+D no suele describir adecuadamente el esfuerzo innovador de las micro y pequeñas empresas (Klette y Kortum, 2004). Por lo tanto, los valores predichos de la intensidad de I+D son necesarios para obtener un mejor *proxy* de las actividades innovadoras realizadas por las empresas manufactureras peruanas¹⁷.

El siguiente diagrama enmarca los principales canales de transmisión de un sistema de ecuaciones donde el gasto en I+D, los resultados de la innovación y las exportaciones interactúan y determinan la productividad de las empresas (Tabla 2). A continuación, se explican las expresiones y los parámetros relevantes a estimar.

17 Un enfoque similar es usado en Crepón *et al.* (1998), Hall y Jones (1999) y Cintio *et al.* (2017).

Tabla 2. Determinantes y consecuencias de la innovación



Nota: las flechas indican el efecto entre las variables. Como referencia, el modelo CDM solo considera los mecanismos A-D-G.

Fuente: elaboración propia con base en Crepón *et al.* (1998), Bravo-Ortega *et al.* (2014), Cirera *et al.* (2015) y Cintio *et al.* (2017).

A. Decisión e intensidad del gasto en I+D

En la primera etapa se asume una variable latente \widehat{RD}_i que es explicada por un conjunto de variables independientes X_{i0} , y_i y X_i^* para la empresa i según el modelo Tobit tipo I:

$$\widehat{RD}_i = \alpha_0 + X'_{i0}\beta_0 + \alpha_1 y_i + \alpha_2 X_i^* + u_{i0} \quad (1)$$

$$RD_i = \begin{cases} \widehat{RD}_i, & \widehat{RD}_i > c \\ 0, & \widehat{RD}_i \leq c \end{cases} \quad (2)$$

Donde α_0 es un término constante, β_0 , α_1 y α_2 son coeficientes a ser estimados, u_{i0} es el componente de error y c es el umbral donde la intensidad de gasto en I+D por trabajador en logaritmos (\widehat{RD}_i) es observado. En esta primera etapa, se controló por la decisión de las empresas de invertir en I+D (canal de transmisión "A") a través de un modelo Tobit generalizado, tal como lo plantean Hall *et al.* (2009) y Cintio *et al.* (2017).

El vector X_{i0} se compone de variables independientes que representan: 1) el logaritmo de trabajadores calificados, 2) el porcentaje de financiamiento público y privado que tuvo la empresa para la realización de actividades de innovación, 3) variable dicotómica si la empresa tuvo algún contrato para

proveer de bienes o servicios a empresas del sector minero, forestal, acuícola o pesquero, que permitió realizar actividades de innovación (encadenamiento e innovación), 4) el logaritmo del número de derechos de propiedad intelectual, 5) variables dicotómicas relacionadas con diferentes fuentes de información (internas, mercado, institucionales, otras), 6) logaritmo del capital por trabajador, 7) porcentaje del capital extranjero en su capital total, 8) la participación de las ventas de la empresa respecto al total del mercado, 9) variable dicotómica si la empresa se ubica en Lima, 10) años de experiencia de la empresa y 11) el tamaño de la empresas (variables dicotómicas para las micro, pequeñas y medianas/grandes empresas).

Además, y_i representa la productividad laboral, lo cual permite evaluar si α_1 es positivo y estadísticamente significativo (canal de transmisión de "B"). Finalmente, X_i^* representa las exportaciones por trabajador, lo cual permite evaluar la hipótesis de *innovating by exporting* evidenciado en la literatura internacional (Aw *et al.*, 2011; Bravo-Ortega *et al.*, 2014; Damijan *et al.*, 2008; Girma *et al.*, 2008; Salomon y Shaver, 2005). En este caso si α_2 es positivo y estadísticamente significativo entonces se demuestra la existencia del canal de transmisión "C".

B. Función de producción de conocimientos

La segunda etapa consiste en analizar la relación entre la intensidad de gasto en I+D por trabajador y el resultado de la innovación. Así, se estima una función de producción de conocimientos, donde la variable latente \hat{I}_i es explicada por un conjunto de variables independientes W_{i0} y \widehat{RD}_i . Por lo tanto, el logaritmo del número de cantidad de innovaciones en productos (bienes y servicios) o procesos¹⁸ tanto nuevos como mejorados (I_i) es observado para la empresa i según el modelo Tobit tipo I¹⁹:

18 Tal como proponen Crespi y Zuñiga (2012), se considera la innovación tecnológica (en productos y procesos) más que usar la innovación en productos y procesos de manera separada. La principal razón es que existe una alta colinealidad entre ambos tipos de innovación tecnológica en las encuestas de innovación en los países de América Latina. La mayoría de empresas que introducen innovaciones en productos también realizan innovaciones en procesos. Por tal razón, resulta difícil analizar por separado la innovación en productos y procesos ya que ocasionaría problemas de identificación al incorporarlas por separado en la ecuación de productividad.

19 En esta segunda etapa también se controló por la decisión de las empresas de invertir en I+D a través de un modelo tobit generalizado tal como lo plantean Hall *et al.* (2009) y Cintio *et al.* (2017); sin embargo, se rechaza la hipótesis de sesgo de selección.

$$\hat{l}_i = \delta_0 + W_{i0}'\gamma_0 + \alpha_3 \widehat{RD}_i + u_{i1} \quad (3)$$

$$l_i = \begin{cases} \hat{l}_i, & \hat{l}_i > d \\ 0, & \hat{l}_i \leq d \end{cases} \quad (4)$$

Donde δ_0 es un término constante, γ_0 y α_3 son coeficientes a ser estimados, u_{i1} es el componente de error y d es el umbral donde l_i es observado. Es importante mencionar que W_{i0} es un vector de variables independientes que representan: 1) el logaritmo de trabajadores calificados, 2) el porcentaje de financiamiento público y privado que tuvo la empresa para la realización de actividades de innovación, 3) variable dicotómica si la empresa tuvo algún contrato para proveer de bienes o servicios a empresas del sector minero, forestal, acuícola o pesquero, que permitió realizar actividades de innovación (encadenamiento e innovación), 4) variables dicotómicas relacionadas con diferentes fuentes de información (internas, mercado, institucionales, otras), 5) logaritmo del capital por trabajador, 6) porcentaje del capital extranjero en su capital total, 7) la participación de las ventas de la empresa respecto al total del mercado, 8) variable dicotómica si la empresa se ubica en Lima, 9) años de experiencia de la empresa y 10) el tamaño de la empresa (variables dicotómicas para las micro, pequeñas y medianas/grandes empresas).

Además, \widehat{RD}_i representa el valor predicho del logaritmo de gasto en I+D por trabajador obtenido de estimar (1) y (2) conjuntamente. En este caso si la empresa ha introducido una innovación en productos y procesos, esta se espera que fuera principalmente por el monto de inversión en investigación y desarrollo. Así, si α_3 es positivo y estadísticamente significativo, entonces se demuestra la existencia del canal de transmisión "D".

C. Decisión e intensidad de la exportación

En la tercera etapa se analiza la relación entre los resultados de la innovación y la intensidad exportadora de las empresas. En particular, se estima un modelo Tobit tipo I en el cual la variable latente \widehat{Exp}_i es explicada por un conjunto de variables independientes Z_{i0} y \hat{l}_i . Por lo tanto, el logaritmo de las

exportaciones por trabajador (Exp_i) es observado para la empresa i según el modelo Tobit tipo I²⁰:

$$\widehat{Exp}_i = \tau_0 + Z'_{i0}\eta_0 + \alpha_4 K_i + \alpha_5 SL_i + \alpha_6 \widehat{I}_i + u_{i2} \quad (5)$$

$$Exp_i = \begin{cases} \widehat{I}_i, \widehat{Exp}_i > e \\ 0, \widehat{Exp}_i \leq e \end{cases} \quad (6)$$

Donde τ_0 es un término constante, η_0 , α_4 , α_5 y α_6 son coeficientes a ser estimados, u_{i2} es el componente de error y e es el umbral donde Exp_i es observado. Es importante mencionar que Z_{i0} es un vector de variables independientes que representan: 1) logaritmo del capital por trabajador, 2) variable dicotómica si la empresa accedió a programa de apoyo público para exportaciones, 3) logaritmo de las exportaciones de 2012, 4) logaritmo de derechos de propiedad intelectual, 5) la participación de las ventas de la empresa respecto al total del mercado, 6) porcentaje de capital extranjero en su capital total, 7) años de experiencia de la empresa, 8) variable dicotómica si la empresa se ubica en Lima y 9) el tamaño de la empresa (variables dicotómicas para las micro, pequeñas y medianas/grandes empresas).

El logaritmo del capital físico (K_i) y el logaritmo del número de trabajadores calificados (SL_i) representan un *proxy* de la productividad laboral²¹, por lo que si α_5 y α_6 son estadísticamente significativas, se verifica el canal de transmisión "E", que indica el cumplimiento de la hipótesis de autoselección (*self-selection*).

Finalmente, \widehat{I}_i representa el valor predicho del logaritmo del número de cantidad de innovaciones en productos (bienes y servicios) o procesos, tanto nuevos como mejorados, obtenido de estimar (3) y (4). Esto permite evaluar la hipótesis de la innovación como determinante de la intensidad en las exportaciones (*exporting by innovating*) evidenciada en la literatura internacional (Ito y Pucik, 1993; Lefebvre *et al.*, 1998; Cassiman *et al.*, 2010; Becker y Egger, 2013; Bravo-Ortega *et al.*, 2014; Cirera *et al.*, 2015). Por lo tanto, si α_6 es positivo y

20 En esta tercera etapa no se tenía información en la ENIIM sobre en qué año se tomó la decisión de exportar. Por tal razón, se realizó un modelo Tobit generalizado sin tener una variable dependiente en la ecuación de selección. Los resultados indican que se rechaza la hipótesis de sesgo de selección.

21 No se incorpora en la estimación de (5)-(6) la productividad laboral debido a la alta correlación con el resto de variables, que ocasionaba un signo contrario a lo esperado.

estadísticamente significativo, entonces se demuestra la existencia del canal de transmisión "F".

De estimar (5)-(6), el valor predicho del logaritmo de las exportaciones por trabajador (\widehat{Exp}_i) representa la intensidad exportadora dadas las actividades y los resultados de la innovación (es decir, exportaciones innovativas). Finalmente, y tal como lo proponen Cintio *et al.* (2017), el residuo obtenido de estimar (5)-(6) ($u_{i2} = \widehat{Exp}_i^{res}$) corresponde a la intensidad exportadora que no es explicada por las actividades y los resultados de la innovación (es decir, exportación de productos antiguos o no innovativa). Ambas variables, \widehat{Exp}_i y \widehat{Exp}_i^{res} , son incluidas en la cuarta etapa de estimación de la productividad.

D. Productividad

La última etapa está relacionada con el impacto de la actividad exportadora y la innovación sobre la productividad laboral (y_i) de las empresas a partir de una regresión por cuantiles. Esta metodología es frecuentemente utilizada en la literatura ya que los efectos de la innovación pueden variar a través de la distribución condicional de la productividad²². Así, según Koenker y Bassett Jr. (1978), Buchinsky (1998), Koenker y Hallock (2001) y Yasar *et al.* (2006) se propone la siguiente especificación econométrica:

$$y_i = B_{i0}'\varphi_\theta + \omega_\theta \hat{l}_i + \rho_\theta \widehat{Exp}_i + \mu_\theta \widehat{Exp}_i^{res} + u_{i3} \text{ con } Q_\theta(y_i | H) = H\Omega_\theta \quad (7)$$

Donde θ indica los cuantiles, $\Omega_\theta = \{\varphi_\theta, \omega_\theta, \rho_\theta, \mu_\theta\}$ son los parámetros a estimar y u_{i3} es el error a ser estimado. Además, $Q_\theta(y_i | H)$ denota los cuantiles de y_i condicionales a un conjunto de variables explicativas $H = \{B_{i0}, \hat{l}_i, \widehat{Exp}_i, \widehat{Exp}_i^{res}\}$.

En este caso el vector de variables independientes B_{i0} representa: 1) participación de las ventas de la empresa respecto al total del mercado, 2) porcentaje del capital extranjero en su capital total, 3) variable dicotómica si la empresa se ubica en Lima, 4) logaritmo del capital por trabajador y 5) el tamaño de la empresa (variables dicotómicas para las micro, pequeñas y medianas/grandes empresas).

22 Ver, por ejemplo, Yasar *et al.* (2006), Goedhuys y Sleuwaegen (2010), Falk (2012) y Cintio *et al.* (2017).

El coeficiente ω_θ captura el efecto directo de la innovación $\hat{\tau}_i$ a través de la generación de nuevo conocimiento. Si ω_θ es positivo y estadísticamente significativo se demuestra la existencia del canal de transmisión "G" (es decir, que un mayor gasto en I+D permitió desarrollar innovación en productos o procesos incrementando la productividad de las empresas manufactureras peruanas).

El coeficiente ρ_θ representa el efecto indirecto de la innovación sobre la productividad que se realiza a través de la inclusión en los mercados internacionales de nuevos productos o servicios (exportaciones innovativas). Asimismo, μ_θ es el impacto directo de las exportaciones de productos no innovativos sobre la productividad. Si ρ_θ y μ_θ son significativos, se cumple la hipótesis de *learning by exporting* evidenciada en la literatura internacional²³ y se garantiza el canal de transmisión "H".

Por lo tanto, los estimadores $\varphi_\theta, \omega_\theta, \rho_\theta$ y μ_θ resuelven el siguiente problema:

$$\min_{\varphi, \omega, \rho, \mu} \frac{1}{n} \left\{ \sum_{i: y_i \geq H\Omega_\theta} \theta |y_i - H\Omega_\theta| + \sum_{i: y_i < H\Omega_\theta} (1-\theta) |y_i - H\Omega_\theta| \right\} \quad (8)$$

Estimar (8) mediante una regresión por cuantiles tiene tres ventajas sobre estimaciones por MCO propuestos en estudios previos. En primer lugar, permite caracterizar toda la distribución de la variable dependiente dado un conjunto de variables regresoras. Así, se puede cuantificar el efecto de una variable de manera más precisa que MCO con base en la media condicional. En segundo lugar, las regresiones por cuantiles son robustas en presencia de heterocedasticidad y distribución de los errores no normales. Finalmente, las regresiones por cuantiles minimizan una función objetivo que es la suma ponderada de las desviaciones absolutas, porque los coeficientes estimados son menos sensibles a *outliers* (Cintio *et al.*, 2017).

Como medida de robustez, se estima (8) usando como variable dependiente la PTF en lugar de la productividad laboral. Esta ha sido estimada considerando el método de Levinsohn y Petrin (2003), que permite estimar de manera congruente los parámetros de una función de producción en presencia de

23 Ver, por ejemplo, Clerides *et al.* (1998), Bernard y Jensen (1999), Girma *et al.* (2008), Álvarez y López (2005), Fernandes e Isgut (2005), Greenaway y Kneller (2007), Bravo-Ortega *et al.* (2014).

endogeneidad de los insumos productivos. A partir de estudios previos, tales como los de Arbeláez y Torrado (2011), Álvarez y García (2011) y Bravo-Ortega *et al.* (2014), la estimación considera el valor agregado de la empresa, el *stock* de capital, el número de trabajadores calificados y no calificados, y el consumo de electricidad.

IV. Resultados

A. Estimación de la decisión de innovación y el gasto en I+D

En primer lugar, para verificar si las empresas se autoseleccionan en la decisión de realizar actividades en I+D, se estima un modelo Tobit de tipo I y un Heckman de dos etapas (Tobit tipo II). Esto permite capturar las diferencias observables en el gasto en I+D. En la Tabla 3 se observan dichas estimaciones, donde primero se estima la ecuación de selección (la decisión de participar en actividades de I+D) mediante un *probit*. Luego, se calcula el ratio Mill, que es incluido en la ecuación de gasto de I+D. Los resultados indican que el coeficiente de selección no es significativo (-0.197), lo cual indica a su vez que la autoselección no es importante para este estudio y, por ende, se opta por un modelo Tobit tipo I. Esta evidencia es encontrada en estudios tales como Hall *et al.* (2009) y Cintio *et al.* (2017).

Los resultados mostrados en la segunda columna de la Tabla 3 (Tobit tipo I) muestra que la mayoría de los coeficientes estimados son estadísticamente significativos (incluso al 1 %) excepto los derechos de propiedad intelectual, la participación que tiene la empresa en la industria, la ubicación de la empresa y los años de experiencia en el mercado.

Los principales hallazgos muestran que ante un incremento de 1 % de la productividad laboral se incrementó en 0.61 % el gasto en I+D. Además, ante un incremento de 1 % de las exportaciones se incrementa en 0.18 % el gasto en I+D. Si bien, este coeficiente es significativo al 10 %, este resultado indica que el esfuerzo de exportar incentiva a la empresa a realizar gasto en I+D (no la decisión de invertir en I+D) para poder competir en el mercado internacional. Así, se acepta la hipótesis de *innovating by exporting* para las empresas manufactureras peruanas.

Es importante recalcar que la poca significancia estadística de este resultado se debe a que los países en desarrollo se especializan en sectores donde la innovación no sea particularmente importante para la competencia internacional (Álvarez *et al.*, 2011). Al respecto, se encuentra que el 72 %²⁴ de las exportaciones peruanas en la industria manufacturera están basadas en recursos naturales que no incorporan algún tipo de tecnología, 18 % son de baja tecnología, 9 % de tecnología media y solo el 1 % de las exportaciones son de alta tecnología (Produce, 2015).

Otro aspecto importante es que trabajadores mejor calificados en la empresa incrementan el gasto que realiza en I+D. Este resultado es acorde con lo esperado ya que más trabajadores con grados de educación superior completa o postgrado, en formación de ciencias, ingeniería y tecnologías, pueden usar de manera más eficiente los instrumentos de innovación tales como hardware y software, entre otros que adquieren las empresas y permiten generar productos o servicios con mayor valor agregado.

De la misma manera, mayor acceso a financiamiento privado (es decir, a través de bancos comerciales y otras empresas) incrementa el gasto en I+D. Este coeficiente es estadísticamente significativo ya que casi el 65 % de las empresas manufactureras peruanas se financian a través de este medio. Por otro lado, solo el 4 % de las empresas recurrieron a financiamiento público —es decir, programas tales como Innóvate Perú, Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondecyt), Fondo de Investigación y Desarrollo para la Competitividad (Fidecom), Fondo para la Innovación, la Ciencia y la Tecnología (Fincyt), incentivo tributario a la I+D, entre otros—, lo cual explica la no significancia estadística en dicho coeficiente asociado. Este resultado se debe principalmente a dos razones: 1) el 49 % de empresas innovativas de la industria manufacturera no conocen los programas y servicios públicos de apoyo a la innovación y 2) del 51 % que sí los conocen, solo 25 % se postulan, y de estas, solo 81 % acceden.

Finalmente, se encuentra evidencia estadísticamente significativa de la importancia de integración de las empresas manufactureras con las actividades mineras, forestales y acuícolas o pesqueras del país (encadenamiento) para realizar un mayor gasto en I+D. Así, de las empresas innovativas que tuvieron contrato

24 Cifras para el año 2014.

para proveer bienes o servicios a empresas de otros sectores económicos, el mayor porcentaje de contratos fue con la empresa minera de gran tamaño (explotadora de minerales como cobre, plata, entre otros), que representa casi el 60 %, seguida de la pequeña o mediana empresa minera (explotadora de minerales como cobre, plata, entre otros), con un 53 %. En relación con los contratos con la pequeña o mediana empresa forestal y la empresa forestal de gran tamaño esta fue de solo el 4.6 % y el 2.2 %, respectivamente. En un porcentaje cercano al 2 % están representados los contratos con empresas acuícolas o pesqueras del país.

Tabla 3. Estimación Tobit de decisión y gasto en I+D

Variables	Tobit tipo I	Tobit tipo II	
	Log Gasto de innovación por trabajador	Log Gasto de innovación por trabajador	Decisión de realizar actividades de innovación
Log Productividad laboral 2012	0.607*** (0.088)	0.413*** (0.065)	
Log Exportaciones 2012	0.179* (0.101)	0.132 (0.167)	0.025 (0.082)
<i>Capital humano</i>			
Log Trabajadores calificados	1.503*** (0.123)	1.231*** (0.342)	0.417** (0.184)
<i>Variables relacionadas con la innovación</i>			
Financiamiento privado	5.032*** (0.162)	3.256*** (0.102)	1.589* (0.825)
Financiamiento público	0.918 (0.967)	1.212* (0.934)	0.516 (0.591)
Encadenamiento e innovación	1.852*** (0.198)	1.369** (0.189)	0.623*** (0.232)
Log Derechos propiedad intelectual	0.039 (0.079)	0.057 (0.048)	
<i>Fuentes de información</i>			
Internas			0.587*** (0.074)

(Continúa)

Tabla 3. Estimación Tobit de decisión y gasto en I+D

Variables	Tobit tipo I		Tobit tipo II
	Log Gasto de innovación por trabajador	Log Gasto de innovación por trabajador	Decisión de realizar actividades de innovación
Mercado (proveedores, clientes, consultores)			0.183** (0.062)
Institucionales (universidades, institutos)			0.067 (0.138)
Otras (conferencias, Internet, revistas, etc.)			0.163 (0.196)
<i>Características de la empresa</i>			
Log Stock de capital	0.621*** (0.032)	0.486*** (0.038)	0.091*** (0.029)
Capital extranjero	0.632*** (0.242)	0.731*** (0.161)	0.021 (0.184)
Participación de mercado	0.157 (0.178)	0.079 (0.111)	1.397*** (0.641)
Ubicación de la empresa es Lima	0.036 (0.142)	0.027 (0.134)	0.021 (0.137)
Años de experiencia	0.001 (0.002)	0.002*** (0.000)	-0.002 (0.009)
<i>Tamaño</i>			
Mediana y grande (> 1700 UIT)	1.437*** (0.305)	1.331*** (0.389)	0.769** (0.324)
Pequeña (> 150 UIT y <= 1700 UIT)	0.765*** (0.215)	0.421 (0.379)	0.721** (0.316)
Constante	0.067 (0.117)	0.529 (0.726)	0.726* (0.431)
Mills			0.197 (0.243)
Observaciones	7,223	7,223	7,223

Nota: Los errores estándar son robustos a heterocedasticidad. * $p < 0.1$. ** $p < 0.05$. *** $p < 0.01$.
Fuente: elaboración propia.

B. Relación entre el gasto en I+D y resultados de la innovación

Como se observó en las estimaciones anteriores, en este caso también se evalúa autoselección del resultado de la innovación según un procedimiento de dos etapas de Heckman (Tobit tipo II). Tal como se observa en la Tabla 4, la última columna muestra un ratio Mills no significativo (0.062) a los niveles convencionales, por lo que no corregiremos por sesgo de selección y se opta por las estimaciones del modelo Tobit tipo I.

Los resultados de las estimaciones del modelo Tobit I son reportados en la segunda columna de la Tabla 4, donde se destaca que las elasticidades del gasto en I+D e innovación (en productos y procesos) equivalen a 0.38. Este resultado no es sorprendente, dado que la mayoría de literatura ya ha resaltado la importancia del gasto en innovación para la introducción de nuevos productos. De la misma manera, las elasticidades entre los trabajadores calificados e innovación equivalen a 0.36.

Respecto a las fuentes de información para el desarrollo de actividades de innovación, resultan ser más importantes para el caso peruano las internas (dentro de la empresa o grupo de empresas) y de mercado (proveedores de equipo, materiales, componentes o software, clientes, competidores u otras empresas en su sectores) que las institucionales (universidades, institutos de investigación u otros centros de enseñanza superior) y otras (conferencias, ferias, Internet, otros). Este resultado es de esperar ya que las no innovativas son las que usan otras fuentes de información.

Por otra parte, se puede apreciar que la participación en el mercado es significativa y tiene un impacto positivo en ambos tipos de innovación. Esto significa que si el porcentaje de participación de la empresa en el mercado aumenta en diez puntos porcentuales el resultado de la innovación se incrementa en 3.2 %.

Tabla 4. Estimación resultado de la innovación

Variables	Tobit tipo I	Tobit tipo II	
	Log de Innovaciones (productos y procesos)	Log de Innovaciones (productos y procesos)	Decisión de realizar actividades de innovación
Log del Gasto en innovación (predicho)	0.380***	0.093***	
	(0.014)	(0.0276)	

(Continúa)

Tabla 4. Estimación resultado de la innovación

Variables	Tobit tipo I	Tobit tipo II	
	Log de Innovaciones (productos y procesos)	Log de Innovaciones (productos y procesos)	Decisión de realizar actividades de innovación
<i>Capital humano</i>			
Log Trabajadores calificados	0.363*** (0.084)	0.139*** (0.096)	0.189*** (0.057)
<i>Variables relacionadas a la innovación</i>			
Financiamiento privado			0.338*** (0.029)
Financiamiento público			0.026 (0.058)
Encadenamiento e innovación			0.967*** (0.241)
<i>Fuentes de información</i>			
Internas	0.456*** (0.016)	0.271*** (0.025)	0.271*** (0.025)
Mercado (proveedores, clientes, consultores)	0.085*** (0.016)	0.091*** (0.012)	0.026* (0.013)
Institucionales (universidades, institutos)	0.013 (0.050)	0.042* (0.024)	0.019 (0.020)
Otras (conferencias, Internet, revistas, etc.)	0.066* (0.032)	0.031 (0.044)	0.007 (0.023)
<i>Características de la empresa</i>			
Log Stock de capital por trabajador	0.009 (0.007)	0.007 (0.032)	0.024 (0.033)
Log Exportaciones 2012	0.091 (0.123)	0.062* (0.032)	0.030** (0.015)
Capital extranjero	0.587*** (0.172)	0.642*** (0.381)	0.254 (0.178)

(Continúa)

Tabla 4. Estimación resultado de la innovación

Variables	Tobit tipo I		Tobit tipo II
	Log de Innovaciones (productos y procesos)	Log de Innovaciones (productos y procesos)	Decisión de realizar actividades de innovación
Participación de mercado	0.032 (0.096)	0.105 (0.083)	1.123** (0.612)
Ubicación de la empresa es Lima	0.632*** (0.052)	0.368*** (0.107)	0.019 (0.142)
Años de experiencia	0.004*** (0.002)	0.001** (0.000)	0.004 (0.009)
Tamaño			
Mediana y grande (> 1700 UIT)	0.983*** (0.103)	0.913*** (0.283)	0.762** (0.346)
Pequeña (> 150 UIT y <= 1700 UIT)	0.116*** (0.080)	0.141*** (0.024)	0.172*** (0.043)
Constante	0.243*** (0.103)	0.105*** (0.035)	0.138*** (0.045)
Mills			0.062 (0.136)
Observaciones	7,223	7,223	7,223

Nota: Los errores estándar son robustos a heterocedasticidad. * $p < 0.1$. ** $p < 0.05$. *** $p < 0.01$.
Fuente: elaboración propia.

C. Relación entre innovación y exportaciones

De la misma manera que los casos anteriores, se evalúa la autoselección en las exportaciones con un procedimiento de dos etapas de Heckman (Tobit tipo II). Tal como se observa en la Tabla 5, dado que el ratio Mills no es significativo (0.323) a los niveles convencionales, no es necesario corregir por sesgo de selección en nuestras estimaciones de intensidad de exportación y se opta por usar las estimaciones del modelo Tobit tipo I.

La estimación Tobit tipo I muestra que la intensidad en I+D tiene un efecto positivo y significativo en la intensidad en exportación (elasticidad de 0.36).

Este resultado no es sorprendente, dado que la mayoría de literatura ya ha resaltado la importancia de la innovación como conductora del comercio internacional. Exitosamente los exportadores son a menudo innovadores debido a que la innovación ayuda a las empresas a encarar mejor la intensa competencia en los mercados internacionales (Bravo-Ortega *et al.*, 2014; Cintio *et al.*, 2017). Por lo tanto, se demuestra el cumplimiento de la hipótesis de innovación como determinante de la intensidad en las exportaciones (*exporting by innovating*) para el caso peruano.

También se encuentra evidencia estadísticamente significativa de que se cumple la hipótesis de autoselección (*self-selection*) en el caso peruano. Al respecto, las elasticidades del *stock* de capital y trabajadores calificados (*proxys* de la productividad laboral) respecto a las exportaciones son 0.19 y 0.40, respectivamente. Al respecto, tal como se indica en Álvarez y García (2008), Bravo-Ortega *et al.* (2014), cuando la empresa empieza a exportar, incurre en costos tales como investigación de mercado, mercadeo, permisos, licencias, entre otros, los cuales solo puede enfrentar si es altamente productiva o eficiente.

Tabla 5. Estimación de la intensidad en las exportaciones

Variables	Tobit tipo I	Tobit tipo II	
	Log Exportaciones 2014	Log Exportaciones 2014	Selección
Log Innovaciones (predicho)	0.361*	0.072	0.482***
	(0.211)	(0.255)	(0.076)
<i>Variables relacionadas con la productividad laboral</i>			
Log Stock de capital	0.190***	0.026	0.094***
	(0.036)	(0.065)	(0.024)
Log Trabajadores calificados	0.396***	0.172***	0.227***
	(0.077)	(0.032)	(0.040)
<i>Variables relacionadas con las exportaciones</i>			
Programa de apoyo público para exportaciones	0.301	0.221	0.985***
	(0.203)	(0.486)	(0.242)
Log Exportaciones 2012	1.432***	0.602***	
	-0.0169	-0.0203	

(Continúa)

Tabla 5. Estimación de la intensidad en las exportaciones

Variables	Tobit tipo I		Tobit tipo II
	Log Exportaciones 2014	Log Exportaciones 2014	Selección
Características de la empresa			
Log Derechos de propiedad intelectual	0.021 (0.086)	0.041 (0.056)	
Participación de mercado	0.436*** (0.071)	0.252* (0.142)	0.489 (0.495)
Capital extranjero	0.789*** (0.228)	0.265 -0.339	0.746*** -0.141
Años de experiencia	0.023*** (0.001)	0.043*** (0.000)	0.009 (0.010)
Ubicación de la empresa es Lima	0.632*** (0.052)	0.368*** (0.107)	0.019 (0.142)
Tamaño			
Mediana y grande (> 1700 UIT)	0.836*** (0.308)	0.732*** (0.232)	1.580*** -0.453
Pequeña (> 150 UIT y <= 1700 UIT)	0.789*** (0.188)	0.696** (0.215)	1.198*** -0.458
Constante	0.902*** (0.589)	0.344 (0.329)	2.807*** (0.503)
Mills			0.323
Observaciones	7,223	7,223	7,223

Nota: Los errores estándar son robustos a heterocedasticidad. * $p < 0.1$. ** $p < 0.05$. *** $p < 0.01$.

Fuente: elaboración propia.

D. Relación entre innovación, exportaciones y productividad

A continuación se muestra el impacto entre la innovación y las exportaciones sobre la productividad laboral y la PTF considerando las estimaciones anteriores. Dado que los efectos de la innovación pueden variar a través de la distribución condicional de la productividad, vale la pena calcular estas estimaciones por quintiles, un método que es generalmente más eficiente que el de 2SLS (Bravo-Ortega *et al.*, 2014; Cintio *et al.*, 2017).

Los resultados de la Tabla 6 muestran que los efectos directos e indirectos de la innovación (es decir, log Innovaciones predichas (\hat{I}_i) y log Exportaciones innovativas predichas (\widehat{Exp}_i), respectivamente) incrementan la productividad en todos los quintiles. Respecto al efecto directo, se corrobora el papel protagonista de la innovación en el impulso de la productividad evidenciado en la literatura internacional ya que es el que mayor impacto presenta (elasticidad entre 0.22-0.37).

Asimismo, se destaca el cumplimiento de *learning by exporting* para el caso peruano debido a que existe una relación positiva entre exportaciones y productividad que se origina por las ganancias en I+D (efecto a través de \widehat{Exp}_i). Si bien el efecto es pequeño (fluctúa entre 0.01²⁵-0.07), se espera que cuando las empresas manufactureras peruanas incrementen el volumen de exportaciones de alta tecnología mayor será el efecto sobre la productividad (Bravo-Ortega *et al.*, 2014). Finalmente, es de esperar que mayores exportaciones con productos no innovativos reduzcan la productividad de las empresas. Por lo tanto, los resultados sugieren que la innovación tecnológica en promedio es asociada con un aumento del 23 %-44 % según quintil de la productividad laboral.

Tabla 6. Estimación de la productividad laboral

Variables	Log Productividad laboral					
	MCO	Regresión por quintiles				
		Q(0.10)	Q(0.25)	Q(0.50)	Q(0.75)	Q(0.90)
Log Innovaciones (predicho)	0.282*** (0.019)	0.223*** (0.029)	0.211*** (0.021)	0.237*** (0.029)	0.243*** (0.028)	0.369*** (0.041)
Log Exportaciones innovativas (predicho)	0.050*** (0.006)	0.007 (0.007)	0.058*** (0.004)	0.065*** (0.007)	0.068*** (0.006)	0.072*** (0.009)
Log Exportaciones no innovativas (predicho)	-0.020*** (0.003)	0.014*** (0.004)	-0.018*** (0.003)	-0.030*** (0.004)	-0.018*** (0.005)	-0.041*** (0.007)
Participación de mercado	0.340*** (0.070)	0.254*** (0.054)	0.358** (0.040)	0.414*** (0.038)	0.458*** (0.050)	1.058*** (0.065)
Capital extranjero	0.331*** (0.032)	0.265*** (0.019)	0.312*** (0.042)	0.365*** (0.039)	0.379*** (0.051)	0.412*** (0.059)

(Continúa)

25 Es importante notar que el coeficiente asociado al Q(0.10) no es estadísticamente significativo.

Tabla 6. Estimación de la productividad laboral

Variables	Log Productividad laboral					
	MCO	Regresión por quintiles				
		Q(0.10)	Q(0.25)	Q(0.50)	Q(0.75)	Q(0.90)
Ubicación de la empresa es Lima	-0.165*** (0.021)	-0.041 (0.033)	-0.068** (0.027)	-0.123*** (0.039)	-0.276*** (0.032)	-0.321*** (0.062)
Log <i>Stock</i> de capital	0.059*** (0.008)	0.096*** (0.007)	0.129*** (0.007)	0.105*** (0.008)	0.082*** (0.007)	0.080*** (0.011)
Mediana y grande (> 1700 UIT)	1.748*** (0.037)	1.860*** (0.053)	1.598*** (0.041)	1.637*** (0.049)	1.823*** (0.050)	1.948*** (0.069)
Pequeña (> 150 UIT y <= 1700 UIT)	0.921*** (0.025)	1.540*** (0.037)	1.140*** (0.036)	0.898*** (0.031)	0.896*** (0.039)	0.610*** (0.049)
Constante	9.911*** (0.072)	8.238*** (0.071)	8.565*** (0.060)	9.498*** (0.071)	10.15*** (0.067)	10.70*** (0.059)
Observaciones	7,223	7,223	7,223	7,223	7,223	7,223

Nota: Los errores estándar son robustos a heterocedasticidad. * $p < 0.1$. ** $p < 0.05$. *** $p < 0.01$.

Fuente: elaboración propia.

Un aspecto a resaltar es que no necesariamente las mayores innovaciones realizadas por las empresas se encuentran en aquellas que tienen una productividad mayor. Por ejemplo, tal como se puede observar en la Tabla 6, aquellas empresas que se encuentran en el quintil 0.25 innovan menos que las ubicadas en el quintil 0.10. Esta última evidencia si bien es similar a lo obtenido por Cintio *et al.* (2017), se explica por la medición de productividad (ventas entre el número de trabajadores) que al estar relacionado con algunas regresoras (endogeneidad) puede sesgar la magnitud de algunos coeficientes.

Por esta razón, en la Tabla 7 se muestra la misma metodología anterior, pero usando la PTF como variable dependiente. Los resultados obtenidos no solo son estadísticamente significativos como en la Tabla 6, sino que además son acordes con lo esperado por la literatura realizada para América Latina. Así, la evidencia empírica encontrada en este estudio sugiere que la elasticidad entre los efectos directos (nuevos productos o servicios significativamente mejorados) e indirectos (nuevas exportaciones con mayor valor agregado) de la innovación con respecto a la PTF fluctúan aproximadamente entre 0.16 y 0.45,

según quintil de productividad. De usarse el método de estimación MCO, se encuentra una elasticidad de 0.29.

Este resultado se encuentra en el rango de los valores reportados en el estudio de Crespi y Zuñiga (2010, 2012) usando como variable dependiente la productividad laboral: Argentina (0.24), Chile (0.60), Colombia (1.92), Panamá (1.65) y Uruguay (0.80). Por otro lado, Arbeláez y Torrado (2011) y Bravo-Ortega *et al.* (2014) encuentran una elasticidad de la innovación y la PTF entre 0.10–0.13 y 0.30–0.36 para el caso colombiano y chileno, respectivamente.

Por otro lado, la cantidad de exportaciones de productos antiguos o no innovativos (\widehat{Exp}_i^{res}) no incrementa la PTF y más bien, la reduce. Este resultado es muy importante porque muestra la deficiencia que tienen las empresas peruanas por solo exportar productos sin algún agregado tecnológico, que si bien en el corto plazo pueden generar ganancias, en el largo plazo pueden desaparecer del mercado externo al no contener ningún valor agregado respecto a otro producto extranjero que sí contiene algún componente tecnológico.

Tabla 7. Estimación de la PTF

Variables	Log PTF					
	MCO	Regresión por quintiles				
		Q(0.10)	Q(0.25)	Q(0.50)	Q(0.75)	Q(0.90)
Log Innovaciones (predicho)	0.261*** (0.009)	0.152*** (0.013)	0.194*** (0.019)	0.241*** (0.034)	0.283*** (0.019)	0.385*** (0.021)
Log Exportaciones innovativas (predicho)	0.039*** (0.006)	0.012*** (0.004)	0.028*** (0.001)	0.042*** (0.011)	0.059*** (0.014)	0.069*** (0.023)
Log Exportaciones no innovativas (predicho)	-0.022*** (0.003)	-0.026 (0.042)	-0.031 (0.052)	-0.029*** (0.001)	-0.028** (0.006)	-0.017*** (0.009)
Participación de mercado	0.301*** (0.032)	0.282*** (0.024)	0.302** (0.030)	0.364*** (0.038)	0.389*** (0.051)	0.567*** (0.041)
Capital extranjero	0.361*** (0.021)	0.289*** (0.021)	0.334*** (0.037)	0.391*** (0.029)	0.396*** (0.044)	0.442*** (0.046)

(Continúa)

Tabla 7. Estimación de la PTF

Variables	Log PTF					
	MCO	Regresión por quintiles				
		Q(0.10)	Q(0.25)	Q(0.50)	Q(0.75)	Q(0.90)
Ubicación de la empresa es Lima	-0.094*** (0.021)	-0.023 (0.056)	-0.052 (0.067)	-0.082 (0.079)	-0.106*** (0.032)	-0.156*** (0.043)
Log Stock de capital	0.161*** (0.011)	0.099*** (0.012)	0.139*** (0.019)	0.167*** (0.021)	0.213*** (0.023)	0.242*** (0.012)
Mediana y grande (> 1700 UIT)	1.039*** (0.037)	0.672*** (0.053)	0.898*** (0.041)	1.211*** (0.049)	1.523*** (0.050)	1.948*** (0.069)
Pequeña (> 150 UIT y <= 1700 UIT)	0.861*** (0.015)	0.523*** (0.027)	0.654*** (0.023)	0.918*** (0.025)	1.012*** (0.017)	1.210*** (0.019)
Constante	3.911*** (0.022)	3.238*** (0.031)	3.565*** (0.032)	3.698*** (0.028)	4.875*** (0.028)	5.976*** (0.032)
Observaciones	7,223	7,223	7,223	7,223	7,223	7,223

Nota: Los errores estándar son robustos a heterocedasticidad. * $p < 0.1$. ** $p < 0.05$. *** $p < 0.01$.
Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

El objetivo de este trabajo era examinar la relación entre el gasto en I+D, la productividad y exportaciones a partir del cumplimiento de las siguientes hipótesis discutidas en la literatura internacional pero no evaluadas en el caso peruano: 1) autoselección (*self-selection*), 2) exportaciones como determinante de la innovación (*innovating by exporting*), 3) innovación como generador de una mayor oferta de productos exportables (*exporting by innovating*), 4) aprendizaje por exportación (*learning by exporting*) y 5) el impacto directo de la innovación sobre la productividad laboral y la PTF.

Para ello, se estimó un modelo Tobit tipo I para analizar la relación empírica entre la inversión en actividades de innovación, los resultados de la innovación y las exportaciones en las empresas peruanas del sector manufacturero. Posteriormente, se utilizó una regresión por quintiles que permite estimar el efecto heterogéneo de la innovación y las exportaciones sobre la productividad

laboral y la PTF. La fuente de información fue la Encuesta Nacional de la Industria Manufacturera (ENIIM) 2015, la cual contiene información cuantitativa y cualitativa para el periodo comprendido entre 2012 y 2014.

Respecto a las estimaciones usando un modelo Tobit tipo I se encuentran resultados interesantes. En primer lugar, los resultados muestran que la productividad y las exportaciones incrementan el gasto en I+D (aunque no afectan la decisión de realizar actividades de innovación). Así, se encuentra el cumplimiento de *innovating by exporting* para el caso peruano. Otras de las variables fundamentales, y no menos importantes que las anteriormente mencionadas, son el acceso a fuentes de financiamiento privadas y a trabajadores calificados, las cuales garantizan mayor intensidad en el gasto de I+D.

En segundo lugar, se muestra que la intensidad en I+D tiene un efecto positivo (elasticidad de 0.38) y significativo en la innovación de las empresas ya sea de productos o procesos. En tercer lugar, se encuentra una elasticidad entre las innovaciones y las exportaciones de 0.36, lo cual demuestra el cumplimiento de la hipótesis de innovación como determinante de la intensidad en las exportaciones (*exporting by innovating*) para las empresas manufactureras peruanas. Además, se encuentra que la productividad (analizada a través del stock de capital y de los trabajadores calificados) impacta en el monto exportado, razón por la que se encuentra también evidencia de que la hipótesis de *self-selection* se cumple. Las evidencias de este artículo, complementarias a trabajos similares realizados en varios países, indican que la incorporación de nuevas empresas a los mercados internacionales requiere mejoramientos importantes en su productividad para competir exitosamente en estos mercados.

Finalmente, las estimaciones por quintiles permiten demostrar que los efectos directos e indirectos de la innovación incrementan la productividad en todos los quintiles de manera heterogénea. Respecto al efecto directo, se corrobora el papel protagónico de la innovación en el impulso de la productividad evidenciado en la literatura internacional ya que es el que mayor impacto presenta (fluctúa entre 0.22-0.37). Asimismo, se destaca el cumplimiento de *learning by exporting* para el caso peruano debido a que existe una relación positiva entre exportaciones y productividad que se origina en las ganancias en I+D (efecto a través de \widehat{Exp}). Si bien el efecto es pequeño (fluctúa entre 0.01-0.07), se espera que cuando las empresas manufactureras peruanas incrementen el volumen de exportaciones de alta tecnología, mayor será el

efecto sobre la productividad. Por lo tanto, los resultados sugieren que la innovación tecnológica en promedio es asociada con un aumento del 23 %-44 % según quintil de la productividad laboral.

Debido a que no necesariamente las mayores innovaciones realizadas por las empresas se encuentran en aquellas que tienen una productividad mayor, se estima la misma regresión por quintiles pero considerando la PTF como variable dependiente. Los resultados obtenidos sugieren que la elasticidad entre los efectos directos (nuevos productos o servicios significativamente mejorados) e indirectos (nuevas exportaciones con mayor valor agregado) de la innovación con respecto a la PTF fluctúan aproximadamente entre 16 %-45 %, según quintil de productividad.

Agradecimientos

El autor agradece al Instituto de Investigación Científica (IDIC) de la Universidad de Lima por el financiamiento de este proyecto de investigación. Se agradece especialmente a los evaluadores anónimos que realizaron valiosos aportes y sirvieron para mejorar sustantivamente la calidad del producto final. Finalmente, las opiniones contenidas en este artículo son responsabilidad exclusiva del autor y no compromete a la Universidad de Lima ni a la Universidad de los Andes.

Referencias

1. Aboal, D., Bravo-Ortega, C., & Crespi, G. (2015). Innovation in the services sector. *Emerging Markets Finance and Trade*, 51(3), 537-539.
2. Acemoglu, D., Aghion, P., & Zilibotti, F. (2006). Distance to frontier, selection, and economic growth. *Journal of the European Economic Association*, 4(1), 37-74.
3. Aghion, P., & Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60(2), 323-351.

4. Álvarez, R., & López, R. (2005). Exporting and performance: Evidence from Chilean plants. *Canadian Journal of Economics*, 38(4), 1384-1400.
5. Álvarez, R., & García, Á. (2008). *Productividad, innovación y exportaciones en la industria manufacturera chilena* (Documento de Trabajo 476). Banco Central de Chile.
6. Álvarez, R., Bravo-Ortega, C., & Navarro, L. (2011). Innovación, investigación y desarrollo, y productividad en Chile. *Revista Cepal*, 104, 141-166.
7. Anlló, G., & Suárez, D. (2009). *Innovación: algo más que I+D. Evidencias ibeoramericanas a partir de las encuestas de innovación. Construyendo las estrategias empresarias competitivas*. Cepal-Redes, Buenos Aires, Unpublished.
8. Arbeláez, M., & Torrado, M. (2009). *Innovation, R&D investment and productivity in Colombia* (Informes de Investigación 009062). Fedesarrollo.
9. Arbeláez, M., & Torrado, M. (2011). *Innovation, R&D investment and productivity in Colombian Firms* (Serie Documentos de Trabajo 251). Washington, D. C.: BID.
10. Aw, B., Roberts, M. J., & Yi, D. (2011). R&D investment, exporting, and productivity dynamics. *American Economic Review*, 101(4), 1312-1344.
11. Baldwin, J., Hanel, P., & Sabourin, D. (2003). Determinants of innovative activity in Canadian manufacturing firms. En A. Kleinknecht & P. Mohnen (eds.), *Innovation and firm performance*. Londres y Nueva York: Palgrave.
12. Baumann, J., & Kritikos, A. (2016). The link between R&D, innovation and productivity: Are micro firms different? *Research Policy*, 45(6), 1263-1274.
13. Baum, C., Lööf, H., Nabavi, P., & Stephan, A. (2017). A new approach to estimation of the R&D-innovation-productivity relationship. *Boston College Working Papers in Economics*, 876, 26(1-2), 121-133.

14. Becker, S., & Egger, P. (2013). Endogenous product versus process innovation and firm's propensity to export. *Empirical Economics*, 44(1), 329-354.
15. Bernard, A., & Jensen, J. B. (1999). Exceptional exporter performance: Cause, effect, or both? *Journal of International Economics*, 47(1), 1-25.
16. Bernard, A., Eaton, J., Jensen, J. B., & Kortum, S. (2003). Plants and productivity in international trade. *American Economic Review*, 93(4), 1268-1290.
17. BID. (2010a). *The age of productivity: Transforming economies from the bottom up*. Washington, D. C.: Palgrave McMillan.
18. BID. (2010b). *Science, technology and innovation in Latin America and the Caribbean: A statistical compendium of indicators*. Washington, D. C.: Palgrave McMillan.
19. Bravo-Ortega, C., Benavente, J. M., & Gonzales, Á. (2014). Innovation, exports, and productivity: Learning and self-selection in Chile. *Emerging Markets Finance and Trade*, 50(1), 68-95.
20. Buchinsky, M. (1998). Recent advances in quantile regression models: A practical guideline for empirical research. *Journal of Human Resources*, 33(1), 88-126.
21. Cassiman, B., Golovko, E., & Martinez-Ros, E. (2010). Innovation, exports and productivity. *International Journal of Industrial Organization*, 28(4), 372-376.
22. Cassoni, A., & Ramada-Sarasola, M. (2010). *Innovation, R&D investment and productivity: Uruguayan manufacturing firms* (Serie Documentos de Trabajo 191). Washington, D. C.: BID.
23. Cintio, M., Ghosh, S., & Grassi, E. (2017). Firm growth, R&D expenditures and exports: An empirical analysis of Italian SMEs. *Research Policy*, 46(4), 836-852.

24. Cirera, X., Marin, A., & Markwald, R. (2015). Explaining export diversification through firm innovation decisions: The case of Brazil. *Research Policy*, 44(10), 1962–1973.
25. Chudnovsky, D., López, A., & Pupato, G. (2006). Innovation and productivity in developing countries: A study of Argentine manufacturing firms' behavior (1992–2001). *Research Policy*, 35(2), 266–288.
26. Clerides, S., Lach, S., & Tybout, J. (1998). Is learning by exporting important? Micro-Dynamic evidence from Colombia, Mexico, and Morocco. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(3), 903–947.
27. Crespi, G., & Zuñiga, P. (2010). *Innovation and productivity: Evidence from six Latin American countries* (Serie Documentos de Trabajo 218). Washington, D. C.: BID.
28. Crespi, G., & Zuñiga, P. (2012). Innovation and productivity: Evidence from six Latin American countries. *World Development*, 40(2), 273–290.
29. Crepón, B., Duguet, E., & Mairessec, J. (1998). Research, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level. *Economics of Innovation and New Technology*, 7(2), 115–158.
30. Damijan, J., Kostevc, Č., & Polanec, S. (2008). *From innovation to exporting or vice versa? Causal link between innovation activity and exporting in Slovenian microdata*. (Licos Discussion Paper Series 204). Katholieke Universiteit Leuven.
31. Díaz, J. J., & Kuramoto, J. (2011). *Políticas de ciencia, tecnología e innovación* (Documentos de Políticas Públicas 14). Lima: Cies.
32. Duguet, E., & Monjon, S. (2002). *Creative destruction and innovative core: Is innovation persistent at the firm level? An empirical reexamination from CIS data comparing the propensity score and regression method* (Royal Economic Society Annual Conference 68).

33. Echavarría, J. J., Arbeláez, M. A., & Rosales, M. F. (2006). La productividad y sus determinantes: el caso de la industria colombiana. *Revista Desarrollo y Sociedad*, 57(3), 77-122.
34. Fernandes, A., & Isgut, A. (2005). *Learning-by-doing, learning-by-exporting, and productivity: Evidence from Colombia* (Policy Research Working Paper Series 3544). The World Bank.
35. Filipescu, D., Prashantham, S., Rialp, A., & Rialp, J. (2013). Technological innovation and exports: Unpacking their reciprocal causality. *Journal of International Marketing*, 21(1), 23-38.
36. Galia, F., & Legros, D. (2002). *Complementarities between obstacles to innovation: Empirical study on a fresh data set*. Documento presentado en Druid Summer Conference 2002 on Industrial Dynamics of the New and Old Economy-Who is embracing whom?, Copenhagen/Elsinore.
37. Girma, S., Görg, H., & Hanley, A. (2008). R&D and exporting: A comparison of British and Irish firms. *Review of World Economics*, 144(4), 750-773.
38. Goedhuys, M., & Sleuwaegen, L. (2010). High-growth entrepreneurial firms in Africa: A quantile regression approach. *Small Business Economics*, 34 (1), 31-51.
39. Granda, A., & Corilloclla, P. (2013). *La innovación tecnológica en el sector manufacturero: esfuerzos y resultados de la pequeña, mediana y gran empresa* (Documento de Trabajo). Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.
40. Granger, C. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37(3), 424-438.
41. Greenaway, D., & Kneller, R. (2007). Firm heterogeneity, exporting and foreign direct investment: A survey. *The Economic Journal*, 117(517), 134-161.

42. Griffith, R., Redding, S., & Van Reenen, J. (2004). Mapping the two faces of R&D: Productivity growth in a panel of OECD industries. *The Review of Economics and Statistics*, 86(4), 883-895.
43. Griffith, R., Huergo, E., Mairesse, J., & Peters, B. (2006). Innovation and productivity across four European countries. *Oxford Review of Economic Policy*, 22(4), 483-498.
44. Griliches, Z. (1958). Research costs and social returns: Hybrid corn and related innovations. *Journal of Political Economy*, 66(5), 419-431.
45. Griliches, Z. (1995). R&D and productivity: Econometric results and measurement issues, En P. Stoneman (ed.). *Handbook of the economics of innovation and technological change*. Oxford: Blackwell.
46. Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). Innovation and growth in the global economy. Cambridge, MA, The MIT Press.
47. Hall, R., & Jones, C. (1999). Why do some countries produce so much more output per worker than others? *Quarterly Journal of Economics*, 114(1), 83-116.
48. Hall, B., Lotti, F., & Mairesse, J. (2009). Innovation and productivity in SMEs: Empirical evidence for Italy. *Small Business Economics*, 33(1), 13-33.
49. Hall, R., & Rosenberg, N. (2010). *Handbook of the economics in innovation*. Amsterdam: Elsevier.
50. Hegde, D., & Shapira, P., (2007). Knowledge, technology trajectories, and innovation in a developing country context: Evidence from a survey of malaysian firms. *International Journal of Technology Management*, 40(4), 349-370.
51. Ito, K., & Pucik, V. (1993). R&D spending, domestic competition and export performance of Japanese manufacturing firms. *Strategic Management Journal*, 14(1), 61-75.

52. Janz, N., Loof, H., & Peters, B. (2003). Firm level innovation and productivity: Is there a common story across countries? *Problems and Perspectives in Management*, 2, 184-204.
53. Jefferson, G., Huamao, B., Xiaojing, G., & Xiayoun, Y. (2006). R&D performance in Chinese industry. *Economics of Innovation and New Technology*, 15(4-5), 345-366.
54. Gómez, M. C., & Borrastero, C. (2018). Innovación tecnológica y desigualdad productiva y laboral en las empresas manufactureras argentinas. *Revista Desarrollo y Sociedad*, 81(6), 211-254.
55. Kleinknecht, A. (1987). Measuring R&D in small firms: How much are we missing? *Journal of Industrial Economics*, 36(2), 253-256.
56. Klette, T., & Kortum, S. (2004). Innovating firms and aggregate innovation. *Journal of Political Economy*, 112(5), 986-1018.
57. Koenker, R., & Bassett Jr., G. (1978). Regression quantiles. *Econometrica*, 46(1), 33-50.
58. Koenker, R., & Hallock, K. (2001). Quantile regression: An introduction. *Journal of Economic Perspectives*, 15(4), 43-56.
59. Kuramoto, J. (2007). Sistemas de innovación tecnológica. En Grade (Grupo de Análisis para el Desarrollo), *Investigación, políticas y desarrollo en el Perú* (pp. 103-134). Lima: Grade.
60. Kuramoto, J. (2010). Prácticas exitosas de innovación empresarial y comportamiento tecnológico sectorial. En Cies/FINCYT, *Innovación empresarial y comportamiento tecnológico sectorial: experiencias exitosas y estudios de casos* (pp.13-36). Lima: Cies/FINCYT.
61. Kuramoto, J., & Torero, M. (2009). Public-private research, development, and innovation in Peru. En M. Graham & J. Woo (eds.), *Fuelling economic growth: The role of public private sector research in development* (pp. 105-158). Ottawa: IDRC.

62. Lederman, D., & Sáenz, L. (2005). *Innovation and development around the world, 1960-2000* (World Bank Policy Research 3774). Washington, D. C.: World Bank.
63. Lefebvre, E., Lefebvre, L., & Bourgault, M. (1998). R&D-related capabilities as determinants of exports performance. *Small Business Economics*, 10(4), 365-377.
64. Levinsohn, J., & Petrin, A. (2003). Estimating production functions using inputs to control for unobservables. *Review of Economic Studies*, 70(2), 317-341.
65. Lööf, H., & Heshmati, A. (2002). Knowledge capital and performance heterogeneity: A firm-level innovation study. *International Journal of Production Economics*, 76(1), 61-85.
66. Lööf, H., & Heshmati, A. (2006). On the relationship between innovation and performance: A sensitivity analysis. *Economic of Innovation and New Technology*, 15(4), 317-344.
67. Lööf, H., Heshmati, A., Asplund, R., & Nåås, S. O. (2001). Innovation and performance in manufacturing industries. *The Icfaiian Journal of Management Research*, 2(3), 5-35.
68. Melitz, M. J. (2003). The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica*, 71(6), 1695-1725.
69. Morón, E., & Serra, C. (2010). *Tecnología e innovación: sector exportador textil y confecciones peruanas*. Mimeo.
70. Navarro, A., Losada, F., Ruzo, E., & Díez, J. (2020). Implications of perceived competitive advantages, adaptation of marketing tactics and export commitment on export performance. *Journal of World Business*, 45(1), 49-58.
71. OECD (2016). *Multi-dimensional review of Peru*. Volume 2: *In-depth analysis and recommendations*. S. L.: OECD.

72. Produce (Ministerio de Producción). (2015). *Desempeño exportador del sector manufacturero por intensidad tecnológica: cambios en la estructura exportadora y productiva de bienes industrializados*. Lima: Produce.
73. Raffo, J., Lhuillery, S., & Miotti, L. (2008). Northern and southern innovativity: A comparison across European and Latin American countries. *European Journal of Development Research*, 20(2), 219-239.
74. Rivera-Batiz, L. A., & Romer, P. (1991). International trade with endogenous technological change. *European Economic Review*, 35(4), 971-1004.
75. Romer, P. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71-102.
76. Salomon, R., & Shaver, J. M. (2005). Learning by exporting: New insights from examining firm innovation. *Journal of Economic and Management Strategy*, 14(2), 431-460.
77. Santarelli, E., & Sterlacchini, A. (1990). Innovation, formal vs. informal R&D, and firm size: Some evidence from Italian manufacturing firms. *Small Business Economics*, 2(3), 223-228.
78. Schultz, T. (1953). *The economic organization of agriculture*. Nueva York: McGraw-Hill.
79. Tello, M. (2017). Innovación y productividad en las empresas de servicios y manufactureras: el caso del Perú. *Revista Cepal*, 121, 73-92.
80. Van Beveren, I., & Vandenbussche, H. (2010). Product and process innovation and firms decision to export. *Journal of Economic Policy Reform*, 13(1), 3-24.
81. Van Leeuwen, G., & Klomp, L. (2001). Linking innovation and firm performance: A new approach. *International Journal of the Economics of Business*, 8(3), 343-364.

82. Van Leeuwen, G. (2002). *Linking innovation to productivity growth using two waves of the Community Innovation Survey* (STI Working Paper 8). OECD.
83. Yasan, M., Nelson, C., & Rejesus, R. (2006). Productivity and exporting status of manufacturing firms: Evidence from quantile regressions. *Review of World Economics*, 142(4), 675-694.
84. Yan Aw, B., Roberts, J., & Yi Xu, D. (2008). *R&D investment, exporting and productivity dynamics*. University Park, PA: Pennsylvania State University.

