

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



Los servicios de extensionismo y transferencia tecnológica
como impulsores de la innovación y productividad laboral
de las empresas peruanas

Tesis para obtener el grado académico de Maestro en Economía
que presenta:

Miguel Angel Ortiz Chávez

Asesor:

Juan Alberto Palomino Huapaya

Lima, 2023


Informe de Similitud

Yo, Juan Alberto Palomino Huapaya, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado “Los servicios de extensionismo y transferencia tecnológica como impulsores de la innovación y productividad laboral de las empresas peruanas”, del autor Miguel Angel Ortiz Chávez, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 72 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 13/11/2023 compartido por la Escuela de Posgrado. El cual menciona que el 13% esta compuesto por fuentes de internet, el 5% por publicaciones y el 70% por un trabajo previo de un estudiante.
- El trabajo previo de un estudiante se refiere al primer borrador de la presente tesis cargado el pasado 28/08/2023 en la misma plataforma y reportó un índice de puntuación de similitud de 14%.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, 14 de noviembre de 2023

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Palomino Huapaya, Juan Alberto</u>	
DNI: 70005506	Firma: 
ORCID: 0000-0003-2828-8424	



A mi padre Sixto por incentivar me a investigar y “pensar fuera de la caja” desde que era niño; a mi madre Mercedes y mi hermana Isabel por su constante apoyo y motivación; a Mayra por su paciencia y apoyo en momentos difíciles.

RESUMEN

La presente investigación analiza la relación entre el uso de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, la innovación y la productividad en las empresas peruanas en el corto plazo. En países en desarrollo donde la inversión en actividades de investigación y desarrollo está sujeta a una serie de fallas de mercado producto del carácter de bien público del conocimiento, la falta de acceso a financiamiento y a personal especializado, estos servicios que son brindados por agentes externos, suponen una alternativa para aquellas empresas que buscan innovar con niveles de inversión accesible y de bajo riesgo. Para comprobar la hipótesis del efecto positivo del uso de estos servicios se utiliza el modelo de regresión en cuatro etapas propuesto por Crepón, Duguet y Mairesse (CDM) adaptado a los fines de la investigación, además de utilizar técnicas de emparejamiento por puntaje de propensión para acotar y ponderar la muestra y contrastar los resultados con el modelo original. Asimismo, se utiliza un método generalizado de puntaje de propensión para analizar la sensibilidad del cambio en innovación y ventas ante diferentes niveles de inversión en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica. Los resultados muestran que la intensidad en el uso de estos servicios influye positiva y significativamente en la innovación y ésta a su vez en la productividad laboral de las empresas, aunque la relación no sería lineal sino cuadrática.

JEL: L25, O32, O38

Palabras clave: servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, innovación, productividad laboral, modelo CDM

ABSTRACT

This research examines the relationship between the use of extension services and technological transfer, innovation, and productivity in Peruvian companies in the short term. In developing countries where investment in research and development activities is subject to various market failures due to the public nature of knowledge, lack of access to financing and specialized personnel, these services provided by external agents represent an alternative for companies seeking innovation with accessible and low-risk levels. To test the hypothesis of the positive effect of using these services, the four-stage regression model proposed by Crepón, Duguet, and Mairesse (CDM) is employed, adapted for the purposes of this research. Propensity score matching techniques are also used to constrain and weigh the sample, and to compare the results with the original model. Additionally, a generalized propensity score method is used to analyze the sensitivity of changes in innovation and sales at different levels of investment in technological services. The results demonstrate that the intensity of technological services significantly and positively influences innovation, which in turn impacts the labor productivity of companies, although the relationship might not be linear but rather quadratic.

JEL: L25, O32, O38

Keywords: technological services, innovation, labor productivity, CDM model

ÍNDICE

RESUMEN	4
ÍNDICE	5
1. INTRODUCCIÓN	7
2. CONTEXTO DE LA INNOVACIÓN Y EL USO DE SERVICIOS DE EXTENSIONISMO Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN EL PERÚ	10
3. MARCO TEÓRICO	15
3.1. Investigación, desarrollo e innovación	15
3.2. Innovación y productividad	19
3.3. Servicios de extensionismo y transferencia tecnológica	24
4. REVISIÓN DE LITERATURA EMPÍRICA	28
4.1. Relación I+D, innovación y productividad	28
4.2. Relación entre servicios de extensionismo y transferencia tecnológica y productividad	31
5. HIPÓTESIS Y METODOLOGÍA ECONOMETRICA	33
5.1. Hipótesis	33
5.2. Metodología econométrica	35
5.3. Modelo CDM de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica 36	
5.4. Modelo CDM de I+D interno y generalized propensity score (GPS)	40
6. FUENTE DE INFORMACIÓN Y ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	41
6.1. Base de datos	41
6.2. Estadísticas descriptivas	44
7. RESULTADOS	47
7.1. Resultados del modelo CDM de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica	47
7.2. Resultados del modelo CDM de I+D interna	56
7.3. Iteración con otras actividades de innovación	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
Conclusiones	65
Recomendaciones	66
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	68
ANEXOS	73

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 Conocimiento y acceso a servicios tecnológicos y de innovación en centros especializados, 2015-2017	14
Cuadro N° 2 Empresas que utilizan servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, 2015-2016	44
Cuadro N° 3 Estadísticas descriptivas de las variables dependientes.....	45
Cuadro N° 4 Estadísticas descriptivas de las variables explicativas.....	46
Cuadro N° 5 Estimación de la primera etapa, decisión e intensidad del gasto en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica.....	49
Cuadro N° 6 Estimación de la segunda etapa, resultados de innovación.....	52
Cuadro N° 7 Estimación de la etapa 3 Desempeño de las empresas en la diferencia de ventas por trabajador	55
Cuadro N° 8 Resultados de la etapa 1 Decisión e intensidad del gasto en I+D interna	57
Cuadro N° 9 Estimación de la segunda etapa, resultados de innovación (Modelo 3)	59
Cuadro N° 10 Estimación de la etapa 3 Desempeño de las empresas en la diferencia de ventas por trabajador (Modelo 3)	60
Cuadro N° 11 Estimación de la innovación incluyendo iteración entre las actividades de innovación	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Producto por trabajador, 2011-2022	11
Gráfico N° 2: Gasto en I+D por sector de ejecución, 2015	12
Gráfico N° 3: Ventas producto de la innovación en productos	14
Gráfico N° 4: Importancia de las innovaciones realizadas durante el periodo 2015-2017.....	46
Gráfico N° 5: Gasto promedio en actividades de innovación	62
Gráfico N° 6: Función dosis respuesta del gasto en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica e I+D interna	63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración N° 1: Tiempo óptimo del proyecto de I+D.....	17
Ilustración N° 2: Esquema del Modelo CDM original.....	22
Ilustración N° 3: Campo de acción de la transferencia y el extensionismo tecnológico	25
Ilustración N° 4: Proceso de provisión de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica e innovación de las empresas.....	34
Ilustración N° 5: Periodicidad en el modelo propuesto	36

1. INTRODUCCIÓN

La capacidad innovadora de las empresas constituye uno de los principales fundamentos para impulsar la productividad. Las innovaciones producen cambios en los productos o procesos de las empresas, diversificando su producción, ampliando sus mercados y haciéndola más eficiente en la utilización de los factores de producción. De esta manera las empresas elevan y capitalizan su stock de conocimiento y, en general, el de toda la industria. Estos resultados se constituyen en la motivación principal de las empresas para adoptar estrategias destinadas a lograr innovaciones, realizando inversiones en actividades que permitan la adquisición o mejora de dicha capacidad.

Una de las principales actividades para la generación de conocimiento innovador es la investigación y desarrollo (I+D). Las empresas suelen invertir en I+D conformando áreas especializadas dentro de la empresa con laboratorios equipados y personal altamente calificado (Lipczynski et al., 2017). Sin embargo, una importante proporción de empresas no están en condiciones de ejecutar inversiones de tal magnitud. Entre las principales limitantes están los altos costos iniciales de inversión, los riesgos y la incertidumbre de los resultados. Estas características ocasionan fallas de mercado que impiden el acceso de empresas potencialmente innovadoras y dificultan el desarrollo de actividades de innovación en las industrias. Además, las empresas de menor tamaño tienen dificultades adicionales relacionadas con el acceso a financiamiento, relaciones con el entorno y capital humano adecuado (Shapira & Youtie, 2016).

Un modelo que explica, de manera empírica, el vínculo entre inversión en I+D, innovación y productividad es el planteado por Crepón, Duguet y Mairesse (1998), conocido como CDM. Este modelo ha sido utilizado en investigaciones del tema en varios países y ha sido útil en explicar empíricamente esta relación positiva en economías desarrolladas (Löf et al., 2017). Sin embargo, para el caso de economías emergentes, los resultados han sido mixtos. Si bien los estudios empíricos en estos países son concluyentes en encontrar una relación directa entre innovación y productividad laboral, son menos robustos en cuanto al vínculo entre inversión en I+D e innovación (Fedyunina & Radošević, 2022). De acuerdo con Tello (2017) la principal razón se debe a que estos países están alejados de la frontera tecnológica, lo que haría suponer que el proceso innovativo en estos casos requiere inversiones en otras actividades adicionales y de manera externa a la empresa.

En ese sentido, Bell (1984) menciona que los cambios tecnológicos dentro de la empresa también son producto de otros procesos de aprendizaje que se desarrollan de manera interna o externa a la empresa. Como se menciona en el Manual de Oslo (OECD, 2018) existen otras vías mediante las cuales se puede conseguir la innovación, éstas se agrupan bajo el nombre de actividades de innovación. De acuerdo con su propia definición, éstas incluyen las actividades de desarrollo, financieras y comerciales emprendidas que tienen por objeto dar lugar a una innovación para la empresa. Entre ellas aparte de la inversión en I+D interno ya mencionado, se encuentra la inversión externa de I+D, capacitación para actividades de innovación, ingeniería, diseño y otras actividades creativas, marketing y valor de marca, adquisición o alquiler de bienes de capital, desarrollo y adquisición de software y base de datos, propiedad intelectual y en gestión de la innovación. El desarrollo de estas actividades dentro de la empresa, de manera aislada o conjunta, incrementan la probabilidad de innovación de la empresa.

Entonces, las empresas pueden “tercerizar” todo o parte de los procesos que típicamente se realizarían de manera interna en un área de I+D. Esto involucra que la empresa establezca lazos con otras entidades incluidas otras empresas de su sector, proveedores, centros de investigación y universidades, así como centros especializados en suministrar soporte para estos procesos como los Centros de Innovación y Transferencia Tecnológica (CITE) para el caso peruano. Estos actores se complementan y estructuran en un ecosistema que permite el beneficio conjunto y permite desarrollo de competencias internas de la empresa, este proceso es conocido como innovación abierta. Alkahazeleh et al., (2022) menciona que en la industria 4.0, caracterizado por los cambios constantes en la demanda de mercado y la necesidad de rápidas adaptaciones manufactureras, la innovación abierta es la más factible para promover actividades que conduzcan a la exploración y explotación del conocimiento, donde la transferencia tecnológica juega un papel crucial en los países en desarrollo.

Los servicios como producto intangible adquirido de manera externa con fines de innovación se agrupan bajo el término de 'servicios de extensión y transferencia tecnológica'. Por esta razón, la adquisición de conocimiento por esta vía se ha emparentado con la adquisición de I+D externa y los servicios de capacitación necesarios para la adopción de nuevas tecnologías. Estos servicios engloban una variedad de prestaciones, todas ellas con el objetivo común de aumentar el acervo de conocimiento de la empresa mediante la colaboración con terceros. Los principales servicios incluyen asistencia técnica, ensayos de laboratorio, pruebas de prototipos, capacitación especializada y apoyo en el proceso productivo. Utilizar estos servicios, de acuerdo con Shapira & Youtie (2016), tiene efectos positivos en adquisición de nueva tecnología, introducción de productos o servicios nuevos y en el desempeño de las empresas, entre otras variables tanto en el corto y mediano plazo. Algunas evaluaciones de impacto a programas que ofrecen estos servicios muestran efectos positivos en la productividad laboral (Jarmin, 1999; Lipscomb et al., 2018; Ordowich et al., 2012).

Por ello, esta investigación busca demostrar la importancia de estos servicios en la estrategia orientada a innovar y mejorar la productividad de las empresas, como una alternativa más accesible para lograr resultados en el corto plazo. De este modo, el objetivo de la investigación será: “Evaluar cómo la inversión en servicios de extensión y transferencia tecnológica incide en los resultados de innovación y productividad de las empresas de la industria manufacturera y servicios intensivos en conocimiento, y su relación con la inversión en I+D interna”. A su vez éste se divide en dos objetivos específicos: i) Determinar si la decisión de utilizar servicios de extensión y transferencia tecnológica (X) y su nivel de inversión tienen efectos en resultados de innovación y la productividad de las empresas en el corto plazo (Y); ii) determinar las diferencias y complementariedad de los servicios de extensión y transferencia tecnológica y la inversión en I+D interna y otras actividades de innovación.

El aporte de esta investigación en el ámbito académico se divide en dos aspectos. Primero, se busca incrementar el stock de evidencia acerca de las relaciones entre servicios de extensión y transferencia tecnológica, innovación y productividad de las empresas en países de ingreso medio como el Perú. De acuerdo con la revisión de literatura desarrollada con fines de la presente investigación, si bien existen algunas investigaciones sobre los efectos de la inversión en I+D o en general, de actividades de innovación en su conjunto, existe poca evidencia sobre los efectos de actividades específicas, como los servicios de extensión y transferencia tecnológica, en la innovación y productividad de las empresas. Asimismo, algunos balances sectoriales de investigación (Corilloclla & Andrade, 2022) mencionan que uno de los temas donde se

requiere más evidencia en la investigación sobre ciencia, tecnología e innovación es en «profundizar el entendimiento de la relación entre la innovación, la productividad y otras variables, contextualizadas al país».

El segundo aspecto es el metodológico, se plantea el uso del modelo CDM, pero ajustado a los fines de la investigación. Específicamente, se tomará en cuenta una variable proxy de la intensidad de los servicios de extensionismo y transferencia tecnológica como impulsor de la innovación, en lugar de I+D del modelo tradicional. Para abordar los posibles problemas de endogeneidad entre las actividades de innovación, los resultados de innovación y la productividad, se realizan regresiones adicionales a muestras obtenidas mediante la técnica de emparejamiento *Propensity Score Matching* (PSM). Asimismo, para abordar la costo-efectividad de la inversión en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica y compararla con la de I+D se plantea el uso de *Generalized Propensity Score* (GPS).

La fuente principal utilizada es la Encuesta Nacional de Innovación de la Industria Manufacturera y Servicios Intensivos en Conocimiento (ENIIMSEC) de 2018, que recoge información de los años 2015 al 2017. Si bien investigaciones anteriores aplicaron el modelo CDM para las ediciones previas de la encuesta, no se ha realizado para ésta, que a la fecha es la última edición realizada. Asimismo, esta encuesta tiene dos interesantes diferencias respecto a sus ediciones anteriores: i) inclusión del subsector servicios intensivos en conocimiento y ii) inclusión de preguntas específicas relacionadas al uso de servicios en centros de innovación y extensionismo tecnológico.

Finalmente, cabe mencionar que conocer el proceso innovativo, ayuda a los hacedores de política a mejorar el entendimiento de los cambios económicos y sociales, evaluar la contribución de la innovación a logros sociales y económicos y monitorear y evaluar sus políticas (OECD, 2018). Por ello, como contribución a la política pública esta investigación es relevante pues aportaría evidencia para sustentar el escalamiento de los centros de innovación y transferencia tecnológica como actores clave en las políticas destinadas a incrementar la productividad del país, así como la aplicación de otros instrumentos que faciliten la adquisición externa de conocimiento por parte de las empresas.

Como resultado de la investigación se muestra que el uso de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica tuvo un impacto positivo y significativo tanto en la consecución de innovaciones en producto, como en el éxito de la innovación, medido como el porcentaje de ventas de productos innovativos sobre las ventas totales. Asimismo, la innovación fue un factor clave en el desempeño económico de las empresas, medido en términos del crecimiento de las ventas. Este resultado fue consistente incluso en las muestras ponderadas con PSM. Por otro lado, el comparativo del efecto dosis respuesta entre la inversión en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica e I+D interno muestra que ambos son positivos y significativos e incluso similares para una inversión cercana a los 8 mil soles por trabajador, momento en el cual la inversión en estos servicios empieza a mostrar resultados negativos en innovación y productividad.

El documento está estructurado en siete secciones: la primera corresponde a esta introducción. La segunda sección presenta el contexto del uso de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica en el Perú, así como la posición del país en inversión en investigación y desarrollo y las brechas de innovación y productividad existentes. En la sección tres se desarrolla el marco teórico mediante la cual se explica la racionalización económica de la adquisición y acumulación de conocimiento, así como

de la innovación, la productividad y su relación mediante el modelo CDM. La sección cuatro se presenta la revisión de literatura relacionada a los principales aspectos de la investigación. En la sección cinco se desarrolla la metodología, incluyendo las hipótesis a contrastar y los modelos econométricos que se utilizarán. En la sección seis se detalla las características de la base de datos, el proceso de construcción de las variables y las principales estadísticas descriptivas. La sección siete corresponde a los resultados de las regresiones econométricas y la contrastación de hipótesis. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones de política.

2. CONTEXTO DE LA INNOVACIÓN Y EL USO DE SERVICIOS DE EXTENSIONISMO Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN EL PERÚ

El tejido empresarial peruano se caracteriza por ser muy atomizado, pues el 99.6% de empresas formales se encuentran en el grupo compuesto por micro, pequeñas y medianas empresas (Mipyme)¹. Siendo solo las microempresas el 95.9% del total. Además, las Mipyme emplean al 59.2% de la población económicamente activa ocupada (PEAO) y el 89.1% del empleo en el sector privado. Otra característica resaltante, son los elevados niveles de informalidad empresarial que, en 2017 llegó al 48.0% de empresas (PRODUCE, 2020b).

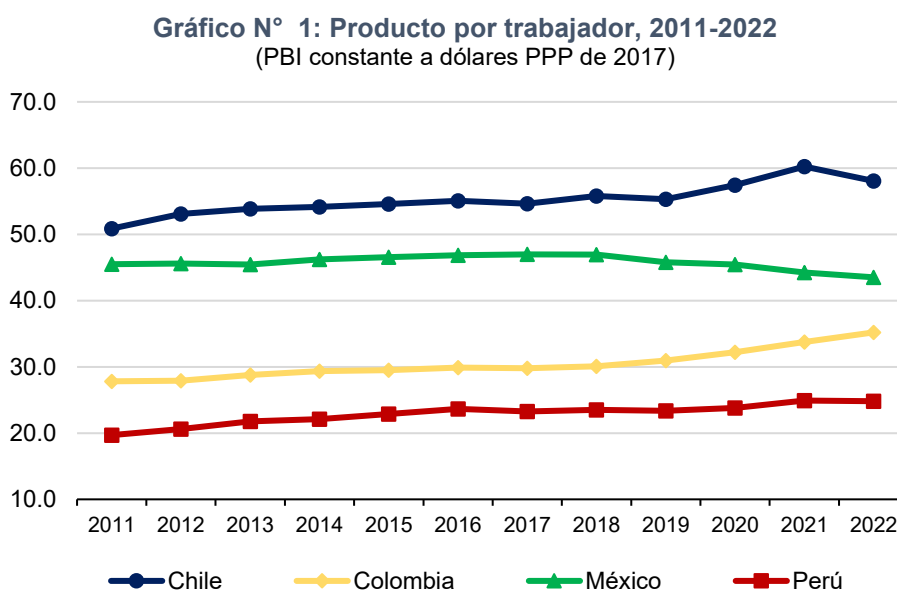
Estas características, se dan en un contexto de baja productividad en el Perú. Loayza (2016) encuentra que existe una brecha externa en productividad, donde la productividad total de los factores (PTF) representa menos del 30% de la productividad de Estados Unidos, mientras que el de Chile representa el 40% y de Corea del Sur el 60%. Similar resultado ocurre con la productividad laboral, según cifras de la OIT, promediaba los 23 mil dólares, siendo la más baja de la Alianza del Pacífico, tal como se observa en el Gráfico N° 1. Parte de esta brecha en productividad se encuentra concentrada en las Mipyme. Desagregando la productividad por tamaño, la brecha de productividad laboral con respecto a las grandes empresas es notable. En la pequeña empresa, la productividad representaba el 16% de la grande, esta cifra se reducía a 6% en el caso de las micro empresas (PRODUCE, 2020b). De este modo, aunque las grandes empresas representan el 0.4% del total, su productividad promedio supera en 20 veces la de una microempresa y cinco veces la de una pequeña empresa.

Para entender el contexto de estos resultados, es necesario retroceder hacia los determinantes de la productividad, específicamente a uno de los pilares que impulsan la productividad: la innovación (Syverson, 2011). Sin embargo, la inversión en actividades de innovación es aún escaso. Según el Concytec (2017), el monto acumulado invertido en I+D, sumando a las empresas y los centros de investigación solo representa el 0.11% del PBI nacional, cifra menor a lo registrado por otros países cercanos como Colombia (0.25%), México (0.54%) y Brasil (1.24%). Considerando a las empresas privadas, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Empresas² (ENE) 2018, sólo el 0.9% tenía un área de I+D plenamente constituido. Aunque no toda inversión en I+D necesariamente se desarrolla en dicha área, es un indicador de lo poco integrado

¹ De acuerdo con la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT) las empresas se dividen en microempresas que son aquellas con ventas anuales declaradas menores a 150 Unidades Impositivas Tributarias (UIT), pequeñas empresas entre 150 y 1700 UIT, medianas empresas entre 1700 y 2300 UIT y grandes empresas con ventas mayores a 2300 UIT.

² La ENE 2018 fue ejecutada por el INEI para recoger información del ejercicio fiscal 2017 a empresas con ventas declaradas mayores a 13 UIT.

que esta el proceso de creación y acumulación de conocimiento en la gestión de las empresas.



Fuente: Organización Internacional del Trabajo (OIT)

Estos bajos niveles de inversión se reflejan en el pobre resultado del Perú en los rankings de innovación, donde se encuentra rezagado respecto a sus pares regionales. De acuerdo con el Índice Global de Innovación (WIPO, 2021), el país se encontraba en el puesto 70 de 132 países, destacando el rezago en productos del conocimiento y la tecnología, donde ocupaba el puesto 87. En tanto que, otros países de la región se encontraban en mejores posiciones como Colombia (puesto 67), México (55) y Chile (53).

Tradicionalmente se considera que las actividades de I+D se desarrollan principalmente en empresas manufactureras. Por ello, las encuestas que abordan el tema de la innovación en el Perú, en sus dos primeras ediciones (2012 y 2015) solo consideraron este sector. Sin embargo, dada la importancia de las empresas de servicios como un impulsor del empleo y crecimiento, además ser un sector que también realiza innovaciones (Tello, 2017), para la tercera edición³ se incluyó a los servicios intensivos en conocimiento. Las empresas de este sector se caracterizan porque no solo producen innovación sino que, además, difunden el conocimiento (PRODUCE, 2020a).

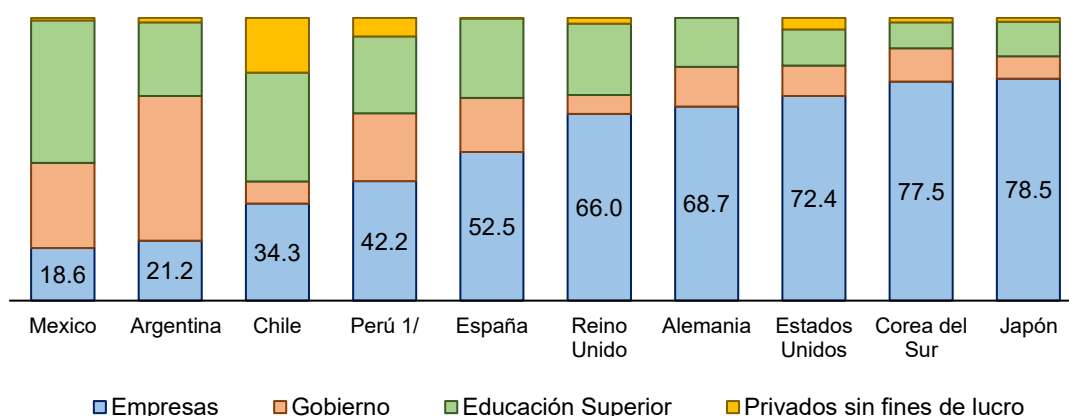
De este modo, durante el periodo 2015-2017, el 54.9% de empresas de los sectores comprendidos en la ENIIMSEC 2018 realizaron esfuerzos para innovar a través de la inversión en una actividad de innovación. Sin embargo, solo el 10.7% realizó inversión en I+D a nivel interno. La mayor parte de las empresas innovativas optó por desarrollar otras actividades para lograr innovación como la adquisición o alquiler de bienes de capital (29.4%), adquisición o desarrollo de software y base de datos (24.2%) e

³ La Encuesta de Innovación en la Industria Manufacturera y Servicios Intensivos en Conocimiento (ENIIMSEC) de 2018, fue aplicado a empresas que registraron ventas mayores a 150 UIT y recoge información de los ejercicios de 2015 a 2017 (Ver sección Base de datos para mayor detalle). Las cifras presentadas en el resto de la sección, salvo se indique lo contrario, pertenece a los resultados de esta encuesta.

ingeniería, diseño y otras actividades creativas (18.9%). Esto sumado a un 14.5% que invirtió en capacitación para actividades de innovación y un 2.9% en I+D externa, refuerzan la idea de que las empresas necesitan relacionarse con su entorno para adquirir capacidades o productos que les ayuden en el proceso innovativo.

Un hecho que respalda esta afirmación es que, en países de ingresos altos, la inversión bruta en I+D está liderada principalmente por empresas privadas, llegando a representar más del 70% del gasto total en países como Estados Unidos, Japón y Corea del Sur. En el caso de países de ingreso medio, este porcentaje no supera el 50%, estando la inversión dominada por el gobierno e instituciones de educación superior como las universidades (Gráfico N° 2). Esta tendencia no ha sido constante, durante la gran parte del siglo XX, en los países desarrollados la financiación de estas actividades eran ejecutadas principalmente por los gobiernos, pero con el tiempo se fue pasando ese rol a las empresas privadas (Bishop, 2010). En resumen, en los países de ingreso medio, donde el conocimiento se genera externamente a las empresas, el desafío radica en transferir este conocimiento hacia éstas últimas, de manera que puedan capitalizarlo comercialmente.

Gráfico N° 2: Gasto en I+D por sector de ejecución, 2015
(Porcentaje)



1/ Calculado a partir de los montos invertidos en I+D interna del Censo de I+D 2016 y la ENIIMSEC 2018
Fuente: OECD, RICYT, Censo de I+D a centros de investigación 2016, ENIIMSEC 2018.

Esto implica la participación de diversas entidades con un rol diferenciado en el proceso innovador. Estas instituciones que se encuentran dentro de un país conforman un Sistema Nacional de Innovación, compuesto por empresas, instituciones y gobierno de manera que conforman un aparato científico. Estos agentes interactúan con el fin de crear, difundir y utilizar el conocimiento (Díaz & Kuramoto, 2010). Mientras más fuerte es el vínculo entre las entidades que la integran, será más fluido la transferencia tanto de conocimiento como de tecnología hacia las empresas, especialmente mediante servicios de extensionismo y transferencia tecnológica.

Cabe destacar que, existen algunas diferencias entre las actividades en las que invierten las empresas de la industria manufacturera y de servicios intensivos en conocimiento. En el caso de la primera, la inversión se realiza principalmente en alquiler o adquisición de bienes de capital (37.1%), mientras la inversión en I+D correspondió al 10.1% para la interna y 2.9% para la externa, en tanto que la capacitación representó al 11.1%. En relación a los servicios intensivos en conocimiento, la inversión la realizan en adquisición

o desarrollo de software y bases de datos (33.5%), seguido de la capacitación para actividades de innovación (19.4%), aunque sus niveles de inversión de I+D son igual de bajos, siendo 11.5% para la interna y 3.0% para la externa.

Con referencia a los servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, la ENIIMSEC 2018, indica que el 16.1% de las empresas invirtieron en I+D externa y capacitación para la innovación⁴. En el Perú, estos servicios son provistos por una diversa gama de entidades, los cuales se pueden agrupar en i) centros especializados, entre las que figuran los Centros de Innovación y Transferencia Tecnológica (CITE) y los centros de investigación, las cuales pueden ser de universidades, empresas, organizaciones sin fines de lucro o del gobierno, y ii) las empresas privadas, sean de la cadena de suministro, competidoras u otras empresas.

En el caso de la oferta de los centros especializados, tenemos que los CITE totalizaban 46 a nivel nacional, de las cuales 24 eran de carácter público, 17 privados y 5 unidades técnicas⁵. Asimismo, los centros de investigación también generan conocimiento que puede ser aprovechable comercialmente, para ello buscan transferir dicho conocimiento a las empresas. Por otro lado, el Censo de Investigación y Desarrollo a Centros de Investigación 2015, identificó a 544 centros de investigación a nivel nacional, los cuales pertenecían principalmente a instituciones privadas sin fines de lucro y universidades, con el 66.9% y 25.7% respectivamente. De este total, el 32.4% tenía algún tipo de vinculación con empresas o gremios empresariales (92.9% en el caso de las universidades), totalizando 176 centros.

A pesar de la existencia de una variada oferta, su uso por parte de las empresas peruanas es aún escaso, la ENE 2018 muestra que solo el 2.1% utilizó servicios de asesoría o asistencia técnica para transferencia y/o innovación tecnológica. Por otro lado, la ENIIMSEC muestra que solo el 4.4% de empresas utilizó servicios de extensionismo y transferencia tecnológica y de innovación a través de centros especializados, el 2.1% lo hizo por intermedio de los CITE públicos, el 1.6% por medio de centros de extensionismo tecnológico y el 1% vía CITE privados. Parte de la explicación del poco uso de estos servicios vía centros especializados es el desconocimiento. De acuerdo con la ENIIMSEC, 8 de cada 10 empresas desconoce la existencia de estos centros, siendo mayor en el caso de los CITE privados y centros de extensionismo tecnológico (Cuadro N° 1). Del grupo que conocía, solo el 24.4% accede a los servicios. El principal motivo que manifiestan para no acceder es que “no se adaptan a las necesidades de su actividad” (41.1% CITE público y 33.2% CITE privado). Además, un porcentaje destacable (20.1%) manifiesta, para el caso de los CITE públicos, dificultades burocráticas.

Respecto al grupo proveedores de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica en las empresas privadas, algunas son especializadas en transferencia y extensionismo como es el caso de las consultoras, mientras que en otros casos se trata de empresas con las que se tiene algún grado de vinculación, ya sea como una empresa matriz a nivel nacional o internacional, o que participa en la cadena de suministros o incluso competidores en un mismo mercado. La ENIIMSEC no permite identificar directamente el porcentaje de empresas que utilizan este tipo de servicios por esta vía, pero teniendo en cuenta la diferencia de porcentaje entre aquellos que invirtieron en

⁴ Como se detalla en la sección 6, la inversión en I+D externa y capacitación para la innovación se considera un proxy de gastos en servicios tecnológicos.

⁵ De acuerdo con la página web del Instituto Tecnológico de la Producción (ITP): <https://www.itp.gob.pe/portal/> visita del 07/07/2023.

actividades de I+D externo y capacitación para la innovación y los que usaron servicios de extensionismo y transferencia tecnológica y de innovación mediante centros especializados, se estima que 7 de cada 10 empresas que invierten en estos servicios, lo hacen por este tipo de empresas.

Cuadro N° 1 Conocimiento y acceso a servicios tecnológicos y de innovación en centros especializados, 2015-2017
(Porcentaje)

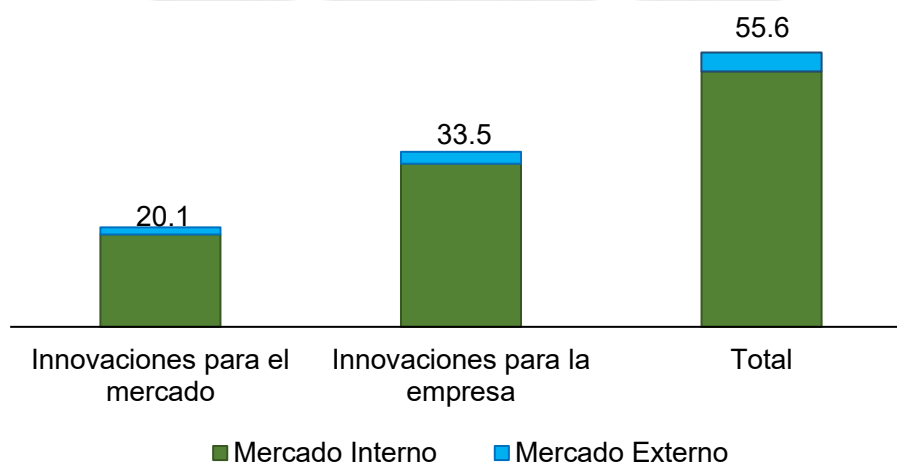
Tipo de centro	No conoce	Conoce	
		No accede	Accede
Servicios tecnológicos de los CITE públicos	89.3	8.7	2.1
Servicios tecnológicos de los CITE privados	93.7	5.4	1.0
Centro de extensionismo tecnológico	93.6	4.7	1.6
Total	82.0	13.6	4.4

Nota: El total puede diferir de la sumatoria debido a que una empresa puede utilizar servicios en varios tipos de centro a la vez.

Fuente: ENIIMSEC 2018.

Como resultado de las actividades de innovación emprendidas por las empresas, el 52.6% de empresas obtuvo resultados innovativos. De este total, el 7.9% consiguió innovación solo a nivel de producto, el 40.8% solo en proceso, mientras que más de la mitad (51.3%) consiguieron tanto innovación en producto como en proceso. Este resultado evidencia correlación en ambos tipos, donde la creación o mejora de un producto implica cambios en el proceso productivo y viceversa. Como principales obstáculos de la innovación, las empresas indican que esta tiene un costo demasiado alto (28.3%), un entorno político y macroeconómico inestable (26.7%), una percepción de riesgos económicos excesivos (20.9%) y un mercado dominado por empresas establecidas (19.2%), entre los principales.

Gráfico N° 3: Ventas producto de la innovación en productos
(Porcentaje)



Fuente: ENIIMSEC 2018.

De las empresas que consiguieron innovaciones en producto al finalizar el periodo, en promedio, el 55.6% de sus ventas totales en 2017 correspondían a los bienes y servicios nuevos o significativamente mejorados que se desarrollaron en desde 2015. Desagregando este resultado, el 33.5% se debió a innovaciones a nivel de empresa, es decir que no era una novedad para el mercado, pero si para la empresa que lo desarrolló, en tanto que un 20.1% correspondía a las innovaciones a nivel de mercado. De este modo, las innovaciones conseguidas en este corto periodo de tiempo se constituyen en una significativa fuente de recursos para la empresa.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Investigación, desarrollo e innovación

Invertir en investigación y desarrollo u otras actividades de innovación, tiene como fin la creación o incremento del conocimiento dentro de la organización, este a su vez permite lograr resultados de innovación. Para producir conocimiento se requiere realizar trabajo de investigación mediante un método científico (Bunge, 2004). Así, la investigación científica produce nuevo conocimiento científico, convierte el acervo de conocimiento ordinario o científico en uno mayor que contrasta o refuta el previamente existente. De esta forma la investigación y desarrollo es definido, de acuerdo al manual de Oslo (OECD, 2018) como el trabajo creativo y sistemático emprendido para incrementar el stock de conocimiento e idear nuevas aplicaciones para el conocimiento disponible, para ellos las actividades que se realizan deben tener cinco criterios: novedoso, creativo, dirección y resultados inciertos, sistemático, y transferible y/o reproducible.

El stock de conocimiento varía según el nivel de cambio técnico o tecnológico. La diferencia entre ambos radica en que uno te permite “saber hacer” y el otro, además, conocer “por qué se hace” (Amavilah, 2016). De este modo, la tecnología consiste en el acervo de conocimiento de una sociedad sobre un fenómeno físico o social que tiene una aplicación de sus principios básicos al trabajo y del conocimiento de las reglas generales de practicantes y artesanos (Mansfield, 1980). En ese sentido, la diferencia entre ciencia y tecnología es que básicamente, el primero esta orientado al entendimiento, en tanto que el segundo lo está al uso.

La capitalización del conocimiento por parte de la empresa mediante la I+D es un paso clave en su proceso innovativo. El capital de conocimiento de la empresa implica transformar el conocimiento de tal manera que pueda ser aprovechado en los diferentes procesos y áreas de la empresa (Del Pozo & Guzmán, 2022). Sin embargo, el conocimiento, en particular, el conocimiento científico es considerado un bien público, debido a que es un bien excluyente y no rival (Crespi et al., 2011), esto a consecuencia de que el inversor de este tipo de bienes no puede apropiarse de la totalidad de los beneficios, ni puede evitar que otros se apropien del mismo. Es decir, la innovación que logre una empresa podría ser usada por otra empresa a un costo bajo o nulo. Además, implica el desarrollo de activos intangibles vinculados al capital humano que son difíciles de utilizar como garantía prendaria para el acceso a financiamiento (Tello, 2017). Para evitar esto, se suele desarrollar un sistema orientado a la protección de propiedad intelectual como patentes o secreto comercial. Sin embargo, según Moser (2013), las políticas de protección de patentes, que otorgan fuertes derechos de propiedad intelectual a las primeras generaciones de inventores, pueden desalentar la innovación a futuro. Por otro lado, las políticas que fomentan la difusión de ideas y modifican la normativa para facilitar la entrada y fomentar la competencia pueden ser un mecanismo

eficaz para la innovación. Las empresas también gozan de un periodo temporal de monopolio debido a la demora en el proceso de imitación o ingeniería inversa por parte de las potenciales empresas apropiadoras (Tirole, 1990).

Las empresas que deciden invertir en I+D lo hacen siguiendo cuatro estrategias (Lipczynski et al., 2017): i) la estrategia ofensiva, que busca dominar el mercado mediante la introducción de una nueva tecnología, invirtiendo fuertemente en equipos de capital y capital humano; ii) estrategia defensiva, adoptada cuando la empresa lo considera necesario para sobrevivir ante una empresa competidora que ha iniciado un proceso de cambio tecnológico; iii) estrategia de imitación, cuando la empresa se concentra en copiar, adquiriendo licencias en el corto plazo o explotando conocimiento libre en el largo plazo; iv) estrategia de dependencia, donde se adopta un rol subordinado, como proveedor o subcontratista adoptando tecnología que le es entregada por la empresa con la que se vincula.

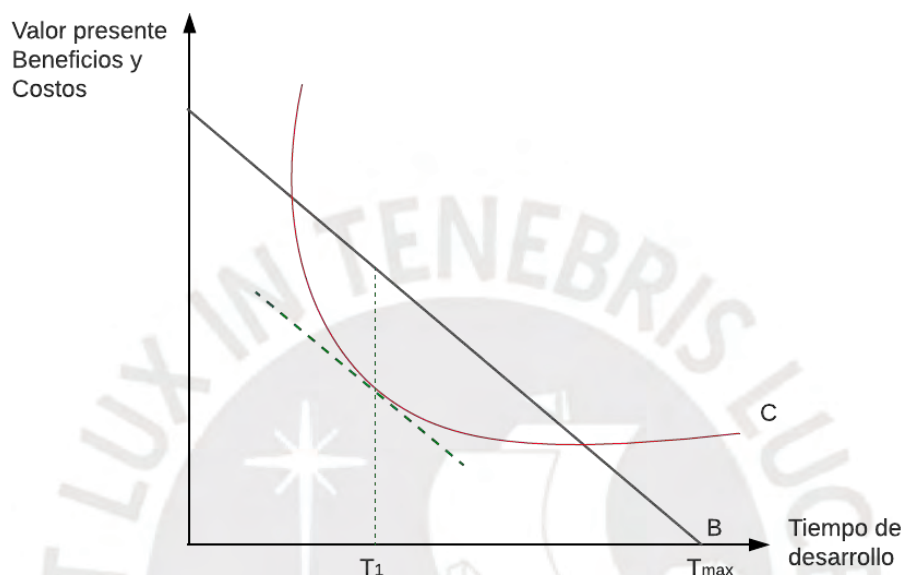
La inversión en I+D se puede desarrollar no solo de manera interna a la empresa, sino que puede adquirirse externamente. La I+D interna ayuda a las empresas a construir conocimiento base y contribuye a la ventaja competitiva y el desarrollo de sus competencias. Elevados niveles de I+D interno, están asociados a mejores resultados en innovación y sus capacidades para identificar las necesidades de conocimiento externo (Chen et al., 2015). Sin embargo, los autores también señalan que su desarrollo de manera aislada puede llevar a un camino de dependencia, trampas de competencia y miopía organizacional.

La inversión en I+D se caracteriza por una alta incertidumbre sobre sus resultados. Esta característica daría ventaja a los monopolios, ya que por un lado tendrían un menor riesgo de imitación, al no tener competidores directos y si el proyecto falla no habría rivales que aprovechen tal situación. Sin embargo, al no tener rivales, el monopolista podría relajarse o adoptar una actitud complaciente sobre el *status quo* de la empresa, creando un sistema burocrático que incluso desaliente las ideas innovadoras. Es decir, si bien cuentan con los recursos, los incentivos podrían no ser suficientes (Lipczynski et al., 2017). En el caso de la competencia perfecta, se señala además que al existir un mayor número de equipos de investigación trabajando simultáneamente con desafíos similares, existe una mayor probabilidad de lograr resultados innovadores. En cambio, no podrían asumir una inversión riesgosa o especulativa característica este tipo de proyectos. En relación con los oligopolios, los resultados dependen del poder de mercado ejercido por las empresas y el reconocimiento de su interdependencia con sus competidores. En ese sentido pueden existir incentivos para invertir en I+D como una forma de lograr diferenciación y evitar entrar en una guerra de precios que podría ser potencialmente destructiva.

Un aspecto importante en el proceso de invertir en I+D es el tiempo que un proyecto debe durar, desde la puesta en marcha del proyecto hasta la fase en que se convierte en un producto redituable para la empresa. De acuerdo con el modelo de Scherer, existe una relación negativa entre el tiempo para desarrollar un proyecto de I+D y los beneficios y costos en valor presente del mismo, representados por la curva *B* en la Ilustración N° 1. la relación negativa se da por dos razones: i) mientras más corto el periodo, la empresa tendrá la ventaja del primer movimiento y ii) dado que hablamos de valores presentes, los beneficios son descontados con menor fuerza. En el caso de los costos, esta relación se da por la ley de rendimientos decrecientes (curva *C*), debido a que en un corto plazo se asumen gastos variables como la contratación de científicos e investigadores, pero no los costos de instalar infraestructura como la instalación o

mejora de laboratorios y equipamiento, cuya acción necesitaría un tiempo mayor. Además, por la premura para el desarrollo los investigadores podrían saltar etapas sin esperar los resultados al detalle de la etapa anterior, incrementando la probabilidad de cometer errores e incrementar los costos (Lipczynski et al., 2017). De esta manera el tiempo óptimo (T_1) del proyecto es el que maximiza la diferencia entre los costos y el beneficio.

Ilustración N° 1: Tiempo óptimo del proyecto de I+D



La estructura de mercado también influye en el tiempo, dado que los monopolios tendrán una pendiente de la relación tiempo-beneficios menos elevada por lo que adoptaría periodos más largos para desarrollar proyectos. Para la competencia perfecta dependerá de la diseminación, ya que es posible que muchas empresas trabajen para desarrollar ideas similares, por lo que se verían obligados a utilizar periodos cortos para evitar que otra empresa se adelante en el desarrollo de la tecnología. La idea de que el tamaño de la empresa y la estructura de mercado son determinantes para la adopción de la innovación se conocen como hipótesis schumpeterianas por haber sido desarrolladas por el economista Joseph Schumpeter o sus seguidores, sin embargo, no ha podido ser apoyado por la evidencia empírica (Lipczynski et al., 2017).

La adquisición de conocimiento además de la investigación y desarrollo está relacionado con la adquisición de habilidades y conocimiento técnico obtenidos mediante procesos de aprendizaje. Como señala Bell (1984), además de la investigación y desarrollo, para conseguir cambios técnicos en la empresa se necesita aprendizajes, algunos de los cuales pueden surgir de manera interna a la misma (*learning-by-doing*), mientras que otra es adquirida de manera externa (*learning-by-hiring*). Si bien se da importancia al primer aspecto, este no es suficiente para lograr cambios duraderos y de largo plazo, por lo que los últimos mecanismos de aprendizaje suponen una forma más importante, aunque está sujeta a la disponibilidad de recursos.

Todas estas características ocasionan que, para acceder a actividades de innovación, las empresas puedan encontrarse con fallas de mercado que impiden el normal acceso a estos servicios y por lo tanto dificultan el desarrollo de la innovación. Bukstein et al.

(2018), agrupan estas fallas de mercado en cuatro categorías: i) incompleta apropiabilidad de los beneficios de la innovación, ii) incertidumbres tecnológicas y comerciales asociadas con la innovación de la empresa, iii) información asimétrica y riesgo moral y, iv) externalidades de red y fallas de coordinación. En el caso particular de las Mipyme, tienen mayores dificultades para invertir en actividades innovativas y por lo tanto a innovar. Al respecto, Shapira y Youtie (2016) señala que los motivos de ello, se debe a: i) mayores barreras que las empresas más grandes para adoptar tecnologías y métodos nuevos o mejorados, especialmente por falta de capital y acceso a financiamiento, ii) el limitado conocimiento de los trabajadores acerca de los procesos de innovación y iii) el bajo acceso a colaboración con universidades y laboratorios de investigación.

La innovación es, de acuerdo al Manual de Oslo (OECD, 2018), un nuevo o mejorado producto o proceso que difiere significativamente de los productos o procesos previos de la empresa y que han sido introducidos en el mercado o puesto en uso por la empresa. Por producto, se refiere a todos los bienes y/o servicios brindados por la empresa, mientras que por proceso de negocio se refiere a todas las funciones del negocio tanto para la producción de bienes y servicios, como las de soporte en logística, marketing, ventas y posventa, TIC, administrativos, servicio técnico, entre otros⁶. Además, las innovaciones pueden tener un alcance interno, en el sentido que el producto o proceso pueden no ser novedosos para el mercado, pero si para la empresa que los introduce; y alcance a nivel de mercado o internacional.

Las empresas para realizar innovaciones deben tener capacidad de innovación, es decir, la capacidad de crear nuevas configuraciones de producto y proceso tecnológico y de implementar cambios y mejoras a tecnologías que ya están en uso (Bell, 2009). Esta capacidad a su vez contiene una serie de componentes relacionados a su stock de capital tangible (físico) o intangible (conocimiento, capital humano) y organizacional. En países en desarrollo estas capacidades cumplen un papel predominante cuando las empresas importan tecnologías de economías más avanzadas. Por ejemplo, en el caso de economías asiáticas, en un inicio fueron importadoras de tecnología, esto les permitió desarrollar capacidades internas que posteriormente les permitió la entrada a nuevos mercados y tecnologías. Estas capacidades se diferencian de las capacidades de producción, ya que éstas últimas se incorporan a la empresa vía nuevas tecnologías, sin cambiar su capacidad para crear o cambiar lo que ya utilizaban.

Las innovaciones pueden ser realizadas por científicos u otros en búsqueda de conocimiento, y también por empresas que buscan utilidades en un proceso que Joseph Schumpeter calificó de “destrucción creativa” (Bishop, 2010). El nombre se debe a que, en el proceso innovativo de las empresas, existe un aspecto creativo debido al cambio tecnológico y sus resultados favorables, y por otro lado un aspecto destructivo donde se deja de lado la tecnología anterior menos efectiva. En este punto, la escuela schumpeteriana considera que las empresas tienen la tendencia a adquirir poder de mercado, en ese sentido, la competencia ya no ocurre por precios sino por innovación.

Aquí se debe aclarar la diferencia entre invención e innovación, de acuerdo con Lipczynski, Wilson, & Goddard (2017) invención significa el desarrollo de nuevas ideas mientras que innovación significa la aplicación exitosa de esas nuevas ideas. Es decir, si bien la inversión en I+D incrementa el conocimiento de la empresa y desarrolla

⁶ La cuarta edición del Manual de Oslo unifica en innovación en proceso del negocio a lo que en ediciones anteriores se refería como innovación en procesos, innovación comercial e innovación de marketing e innovación organizacional.

invenciones, ésta no necesariamente se convierte en una innovación. Del Pozo (2022) menciona que la innovación es en una de las principales formas de adquirir ventaja competitiva respecto a sus rivales.

De este modo, lograr innovaciones no es un resultado fortuito o producto del azar, sino que es un proceso. Proceso que en el caso de las empresas debe tener un fin productivo y comercial. Aunque la inversión en I+D no es la única vía para lograr innovaciones, el proceso de generar nuevas ideas se suele dividir en cinco etapas (Lipczynski et al., 2017; Mansfield, 1980): i) investigación básica, caracterizada por una investigación inicial que no necesariamente tiene miras en terminar en un bien o servicio en el mercado sino adquirir conocimiento como bien propio, ii) investigación aplicada que si tiene miras al mercado por tanto apunta a un uso práctico y comercial, iii) desarrollo, orientado a la capacidad de producir un producto particular, en esta etapa se crea la estructura o prototipos y plantas piloto necesarios para llevar los resultados de la investigación hacia una producción comercial, iv) producción comercial, referido a la producción a escala de nuevos productos o la aplicación de nuevos procesos y v) difusión⁷, cuando la nueva idea es apropiada ya sea mediante imitación o adopción hacia otras empresas.

En relación a los países en desarrollo, de acuerdo con Tello (2017), la evidencia de la relación positiva entre inversión en I+D y resultados en innovación y la productividad no son concluyentes, esto se debería a la lejanía de las empresas a la frontera tecnológica y encaran serias restricciones de recursos (Edeh & Acedo, 2021), por lo que tendrían que requerir una mayor inversión de la que pueden asumir, aún con los incentivos gubernamentales. En esa línea, Ramadani, et al., (2019) menciona que para el caso de empresas en países lejanos a la frontera tecnológica, aplican una estrategia basada en la inversión, caracterizada por relaciones a largo plazo, grandes inversiones, poca selección y concentrado en empresas grandes y de mayor experiencia, siendo la innovación importante cuanto más cerca se está de la frontera tecnológica.

3.2. Innovación y productividad

La productividad, definida como la eficiencia en la producción, es decir la cantidad de producción que se obtiene de un conjunto fijo de insumos o factores de producción (Syverson, 2011), es vista como uno de los motores del crecimiento de la economía. La productividad está relacionada con la idea de progreso tecnológico y su relación con el crecimiento económico se empezó a demostrar formalmente desde los años 50 del siglo XX. Específicamente, Robert Solow demostró en dos artículos publicados entre 1957 y 1958 que la mayor parte de crecimiento económico no se explicaba por el capital, sino que existe un residuo que depende principalmente del progreso tecnológico que, a su vez, depende de la innovación y adopción de nuevas tecnologías (Tirole, 1990). En palabras de Solow *“la tasa permanente de crecimiento del producto por unidad de mano de obra (trabajo) es independiente de la tasa de ahorros (inversión) y depende completamente de la tasa de progreso tecnológico en su sentido más amplio”* (Solow, 2018, p. 14).

Para el caso particular de esta investigación, es de interés analizar la productividad a nivel de empresa. Las determinantes de la productividad a este nivel son varias y de acuerdo a Syverson (2011), están relacionadas a las capacidades gerenciales,

⁷ Alternativamente, la tradición schumpeteriana considera una tricotomía: i) invención, ii) innovación y iii) difusión. La segunda fase correspondería a los componentes ii, iii y iv de los 5 componentes mencionados.

presencia de trabajadores altamente calificados y de capital de alta calidad, acceso a información tecnológica e I+D, capacidad de *learning-by-doing* e innovación en producto. Asimismo, Masfield (1980) añade como determinantes adicionales las economías de escala, cambios en la utilización de capacidad productiva y cambios en el ratio de difusión de nuevas técnicas. Además, menciona que el ratio de cambio tecnológico es una determinante del ratio de crecimiento de la productividad laboral y que en general permite la reducción de horas de trabajo, mejora las condiciones laborales, provee una amplia variedad de nuevos productos, incrementa el flujo de los antiguos productos y añade una gran dimensión a la vida de los ciudadanos.

Es decir, la innovación de la empresa en sus diferentes tipos tiene un papel clave en el proceso de mejora de la productividad. La evidencia señala que la relación de causalidad desde la innovación hacia la productividad y el crecimiento es unidireccional (Bukstein et al., 2018), efectos que luego se diseminan a nivel sectorial a través del incremento del empleo y *spillover* tecnológicos.

Los indicadores para medir la productividad se agrupan en dos. Cuando se toma en cuenta dos o más factores de producción, principalmente capital y trabajo, hablamos de la productividad total de factores (PTF). Asimismo, cuando se tiene en cuenta un solo factor de producción, se trata de una medida de productividad parcial, la ventaja es que su medición es más sencilla y su interpretación es más intuitiva. Usualmente se trata de un ratio entre la producción y el factor. Si se elige la fuerza laboral como factor, se medirá a través del cociente Y/L , que representa la productividad laboral. Sin embargo, como señala Salter (1966) la interpretación de estos indicadores puede ser simplista, debido a que trata de resumir un problema complejo, producto de las dinámicas de la vida económica.

Entre los primeros modelos que relacionaban la productividad y la innovación a nivel de empresa, tenemos a Salter (1966) que describe tempranamente la relación entre productividad y cambio técnico. Aunque no menciona específicamente a la I+D e innovación, si deja claro que los cambios técnicos son, junto a los factores de producción, determinantes clave de la productividad. Los cambios técnicos en el modelo de Salter dependen de diversas formas en como se sustituyen los factores, los sesgos de factores y sus precios relativos, además del alcance del cambio tecnológico.

La forma como la I+D afecta los resultados de la innovación y cómo estos repercuten en mejoras en la productividad de la empresa se explican mediante el modelo planteado por Crepón, Duguet y Mairesse (1998) conocido como CDM, que a su vez es una ampliación del modelo presentado por Pakes y Griliches (1984). Este modelo, establece de manera empírica la vinculación entre inversión en I+D, innovación y productividad, mediante un sistema de ecuaciones con regresiones en cuatro etapas: i) decisión de invertir en I+D; ii) magnitud de inversión en I+D; iii) resultados en innovación; y iv) resultados en el desempeño de las empresas.

De acuerdo con Pakes y Griliches (1984), en la transición entre la inversión de I+D y sus efectos en innovación y productividad, existe una variable no observable que es el capital del conocimiento (c), definido como el nivel del valor económico del conocimiento tecnológico. Esta variable depende del gasto en investigación (r), la tendencia en el tiempo (t), diferencias específicas de la empresa i en la productividad del esfuerzo de investigación⁸ (a) y una perturbación independientes e idénticamente distribuidos (u).

⁸ Esta variable a su vez depende de valores rezagados de r : $a_i = \sum_{t=0}^n \psi_t r_{i,-t} + u_i$.

De forma que el incremento del conocimiento actual (\dot{c}) puede expresarse en la siguiente ecuación para la empresa i en el periodo t :

$$\dot{c}_{it} = a_i + bt + \sum_{t=0}^n \theta_t r_{i,t-T} + u_{it} \dots (1)$$

En la ecuación (1) se observa que el gasto en investigación, medido en logaritmos, afecta al capital del conocimiento, con un rezago temporal y de manera acumulada con años previos. A su vez el capital de conocimiento explica los resultados en innovación, medido en logaritmo de patentes (p).

$$p_{it} = dt + \beta \dot{c}_{it} + v_{it}^* \dots (2)$$

Donde v^* es una perturbación no correlacionada con \dot{c} y t . β es la elasticidad de la patente con respecto al incremento del conocimiento. De esta forma, reemplazando la ecuación (1) en (2) se representa los resultados en innovación como una función que depende directamente del gasto en investigación⁹:

$$p_{it} = \alpha + \gamma t + \sum_{t=0}^n w_t r_{i,t-T} + \sum_{t=0}^n \phi_t r_{i,-T} + \eta_i + \epsilon_{it} \dots (3)$$

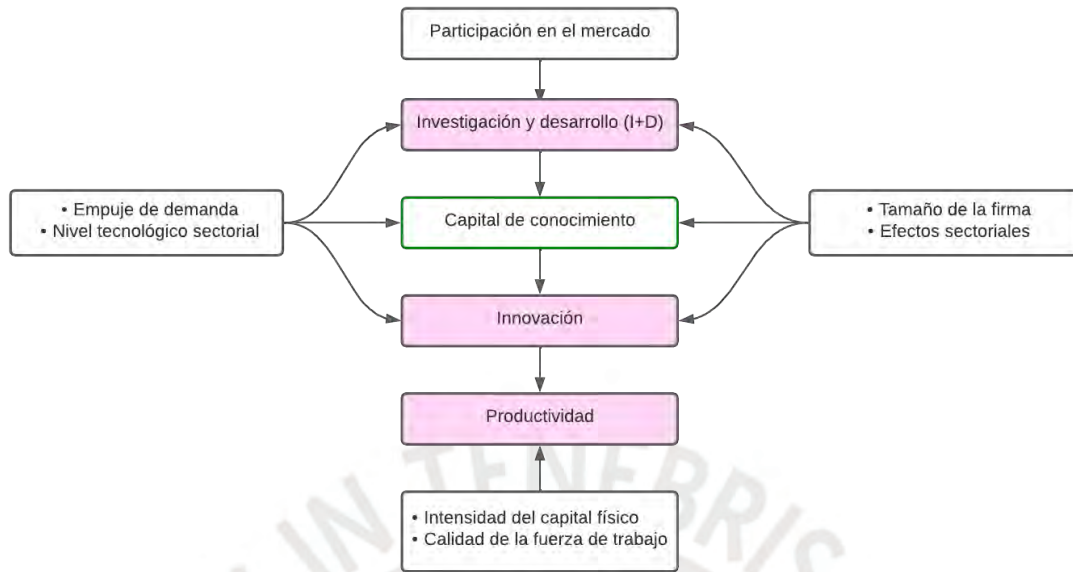
Crepón, Duguet y Mairesse (1998), toman este esquema y lo amplían explicando las relaciones mediante un modelo estructural con tres relaciones: i) vinculación de la investigación con sus determinantes; ii) ecuación de innovación relacionado con investigación y iii) ecuación de productividad relacionado con la medida de innovación. Asimismo, considera una serie de variables observables que afectan dichas relaciones y que se resumen en la Ilustración N° 2.

La razón de realizarla de esta manera radica en la existencia de dos problemas inherentes a los modelos econométricos que estudian esta relación. La primera se refiere al sesgo de selección debido a que una parte de las empresas no realizan inversión en I+D o registran innovaciones o patentes. La segunda esta referida a la endogeneidad existente entre las actividades para la innovación y los resultados de innovación, así como entre estos resultados de innovación y la productividad, que posiblemente induzca a la existencia de variables no observables que afectan a la empresa que están correlacionadas.

Aunque a lo largo de los años se ha producido variaciones respecto al modelo original (Löf et al., 2017) referidas a la conveniencia del uso de variables discretas o continuas para la medición de variables de I+D e innovación, métodos de estimación y el uso de corte transversal, datos de panel o modelos dinámicos, además de la aplicación en diferentes tipos de actividades de innovación y medidas de productividad. El modelo básico se mantiene en esencia y es lo que se explica a continuación.

⁹ Donde $w_T = \beta \theta_T$; $\gamma = \beta b + d$; $\phi = \beta \psi$; $\eta_i = v_i + \beta u_i$; $\epsilon_{it} = v_{it} + \beta u_{it}$.

Ilustración N° 2: Esquema del Modelo CDM original



Fuente: Crepón, Duguet y Mairesse (1998)

En una primera etapa, la empresa toma la decisión de destinar recursos o no a I+D basado en una variable latente no observable (g^*) que se puede interpretar como el valor presente del beneficio acumulado de invertir en investigación. La empresa decide invertir cuando el valor de g^* supera el umbral mínimo de beneficio esperado. Esta decisión depende de un conjunto de variables explicativas (x_{0i}). Entre las variables más comunes se encuentran el tamaño de la empresa, efectos sectoriales, participación en el mercado, condiciones de demanda (*demand pull*) y oportunidades tecnológicas (*technology push*). Así, para la empresa i , se expresa como:

$$g_i^* = x_{0i}b_0 + u_{0i} \dots (4)$$

Posteriormente, la empresa realiza la inversión en I+D (r_i). Sin embargo, ésta es solo observable cuando g^* supera el umbral, por lo que existe una variable latente de la intensidad de la investigación (r_i^*) que no es observable completamente.

$$r_i^* = x_{1i}b_1 + u_{1i} \dots (5)$$

Las perturbaciones (u_{0i} y u_{1i}) son perturbaciones que suma las determinantes omitidas y otros recursos de heterogeneidad, de manera conjunta son independientes e idénticamente distribuidos (iid) y se distribuyen normalmente:

$$\begin{pmatrix} u_{0i} \\ u_{1i} \end{pmatrix} \overset{iid}{\rightarrow} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \sigma_0^2 & \rho\sigma_0\sigma_1 \\ \rho\sigma_0\sigma_1 & \sigma_1^2 \end{pmatrix}$$

Donde ρ es el coeficiente de correlación. En el caso de las explicativas, x_{1i} pueden ser las mismas que las tomadas en x_{0i} . Crepón et al (1998) lo considera así, aunque autores posteriores varían en ese aspecto como se muestra en la revisión de literatura. Para solucionar el problema del sesgo de selección, los autores realizan un modelo tobit generalizado, debido a que el conocimiento de la intensidad de inversión en I+D solo es

observable para aquellos que la realizan. Autores posteriores, que aplican una metodología similar, consideran para esta etapa un modelo de Heckman, sea en ecuaciones simultaneas por máxima verosimilitud o en dos etapas (García, 2022; Lööf & Heshmati, 2006; Tello, 2020).

En una segunda etapa, se mide el efecto de la magnitud de inversión en I+D latente o predicha de la etapa anterior en la innovación. La innovación, aproximado por una variable que muestre los resultados en innovación, como el número de patentes (p) en el modelo original, mediante un modelo de conteo, binomial negativo:

$$p_i^* = e^{\alpha_k c_i^* + x_{2i} b_2 + u_{2i}} \dots (6a)$$

En este caso Crepón et al (1998), consideran que adicional a las patentes se debe considerar otras variables de innovación debido a que no toda innovación termina en patentes. Al respecto, Moser (2013) mediante una investigación histórica, indica que, en los países con leyes de patentes, la mayor parte de las innovaciones se producen al margen del sistema de patentes. Además, durante algunos períodos de tiempo, los países que carecen de leyes de patentes han generado una cantidad similar de innovaciones en comparación a los países con tales leyes, y sus innovaciones han sido de calidad equiparable. Por ello, incluye como variable adicional el porcentaje de ventas de productos de innovación (n). Dado que la información disponible estaba en rangos, considera un probit ordinal:

$$n_i^* = \alpha_k c_i^* + x_{2i} b_2 + u_{2i} \dots (6b)$$

Como se observa, en las ecuaciones 6a y 6b utilizan las mismas variables explicativas x_2 . Se asume que el error u_2 sigue una distribución normal, con media cero y varianza constante (σ_2^2). Posteriores investigaciones utilizan alternativamente otras variables de innovación según la información disponible, como la probabilidad de conseguir innovaciones en producto, proceso o total, el conteo del número de innovaciones, el porcentaje de ventas de innovaciones entre otras (Lööf & Heshmati, 2006; Ramadani et al., 2019; Tello, 2020).

En la tercera etapa, se muestra la relación entre innovación y productividad. Asumiendo una función de producción Cobb-Douglas, se tiene como medida de productividad al valor agregado por trabajador en logaritmos¹⁰ (q), sea en niveles o en tasa de crecimiento. Esta variable depende del valor predicho o latente de la innovación, además de variables explicativas (x_3) como los factores de producción: capital (capital físico por trabajador), trabajo y capital humano, éste último aproximado por el porcentaje de ingenieros y administradores en la empresa. Teniendo en cuenta las dos variables predichas de innovación (número de patentes y ventas de innovación), se tienen dos ecuaciones de productividad:

$$q_i = \alpha_1 \ln(p_i^*) + x_{3i} b_3 + u_{3i} \dots (7a)$$

$$q_i = \alpha_1 n_i^* + x_{3i} b_3 + u_{3i} \dots (7b)$$

Aunque la atención de esta investigación y de investigaciones relacionadas se centra en la productividad, cabe indicar que los beneficios de la innovación van más allá de la productividad. De acuerdo con Bell (2009), la innovación en la industria en países en desarrollo tiene efectos en la reducción de la pobreza y mejora la vida de las personas

¹⁰ Esta medida de productividad varía según el autor y la información disponible como se verá en la revisión de literatura (Sección 4).

sea dentro de un contexto de pobreza o mediante el traslado fuera de dichos contextos. Además de asegurar la sostenibilidad de los ingresos de las personas encima de la línea de pobreza y de la sostenibilidad ambiental.

3.3. Servicios de extensionismo y transferencia tecnológica

Las empresas pueden adquirir servicios orientados a la innovación de manera externa a la empresa, especialmente para adquirir nuevo conocimiento que podría ser ineficiente costearlo de manera interna, además ayuda a rejuvenecer el conocimiento base (Chen et al., 2015). En economías emergentes el acceso a estos servicios se convierte en un aspecto clave para el éxito de la innovación debido a la escasez de capacidades internas de I+D y sus recursos limitados.

Reforzando esta idea, Bell (1984) señala que parte del proceso de aprendizaje para lograr cambios técnicos es adquirido de manera externa a la empresa. En particular identifica tres mecanismos mediante el cual se logra estos resultados: i) aprendizaje por medio de las capacitaciones (learning-by-training), que ha tenido un papel más importante que el aprendizaje interno, especialmente para transferir tecnología importada; ii) aprendizaje por medio de las contrataciones (learning-by-hiring) que busca contratar personal para adquirir habilidades y conocimiento disponibles en el entorno y iii) aprendizaje por medio de la búsqueda (learning-by-searching) adquirido mediante el conocimiento “incorpóreo” y a información mediante la adquisición de un paquete de bienes y servicios con consultores externos, y proveedores de equipos.

Así, la adquisición de este conocimiento requiere que la empresa establezca lazos con agentes externos, quienes a su vez le suministran servicios para el extensionismo y/o transferencia. Al respecto, Bell (2009) señala que una empresa en un país en desarrollo, como era el caso de Corea del Sur, organiza sus pasos de aprendizaje, siguiendo cuatro etapas: i) preparación interna para la adquisición de conocimiento externo; ii) adquisición de ese conocimiento; iii) su asimilación efectiva y iv) su mejora posterior. Además, señala que estas organizaciones que proveen I+D si bien desarrollan tecnologías “listas para usar”, al transferirse a la empresa estas adquieren diversos tipos de conocimiento que incorporan a su propia capacidad innovadora.

El **extensionismo tecnológico** se define como la asistencia brindada directamente a las empresas para fomentar la modernización y avance tecnológico, priorizando a las pequeñas y medianas empresas ya establecidas (Shapira et al., 2015). El objetivo de estos servicios es facilitar el mejoramiento y modernización tecnológica empresarial para incrementar su competitividad. Los servicios proporcionados tienen como objetivo mejorar la gestión empresarial, los procedimientos de producción, la obtención de información, consultorías especializadas, asistencias técnicas y capacitación, así como desarrollo de proyectos (De Groote, 2016).

Si bien estos servicios no están pensados para el logro directo de innovaciones a nivel de mercado, debemos tener en consideración que el hecho de incorporar una nueva tecnología en la empresa ya implica una innovación a nivel interno, además, como señala De Groote (2016), las irá preparando y motivando para lograr sus propias innovaciones. Para que un programa de extensionismo tenga éxito debe considerar cuatro componentes clave: i) fortalecimiento institucional (gobernanza), ii) instrumentos y mecanismos de apoyo a las empresas, iii) fortalecimiento del capital humano, y iv) desarrollo de la oferta de servicios tecnológicos. Jarmin (1999) señala que en el caso de las pequeñas empresas el mercado falla en proveer estos servicios en niveles

óptimos, por ello es usual que los gobiernos intervengan proveyéndolos directa o indirectamente.

Por otra parte, la **transferencia tecnológica** se describe como el procedimiento mediante el cual se transmite información científica, tecnológica, del conocimiento, de los medios y de los derechos de explotación hacia terceras partes con el propósito de producir un bien, desarrollar un proceso o prestar un servicio, contribuyendo al desarrollo de sus capacidades (CONCYTEC, 2016). Es el proceso de transmisión de descubrimientos científicos y académicos de una organización a otra para su posterior desarrollo y comercialización, pudiendo ser vertical, de la academia a la empresa. u horizontal, de empresa a empresa (Alkhazaleh et al., 2022). La transferencia de tecnología permite a las empresas acercarse más a la frontera tecnológica.

Según Kolodny et al. (2001), la diferencia entre transferencia y extensión tecnológica es principalmente que la primera está referida a los esfuerzos realizados principalmente por laboratorios y centros de investigación para comercializar sus tecnologías que suelen ser complejas y sofisticadas a fin de ser utilizadas por grandes empresas industriales, mientras que la extensión tecnológica consiste en brindar soporte con tecnología a las empresas pequeñas y medianas. Así, estos conceptos se diferencian en cuanto al nivel de tecnología ofrecido y el tamaño de las empresas a las que se dirigen. En la Ilustración N° 3 se explica el campo de acción de la transferencia y el extensionismo tecnológicos según el grado de maduración de la empresa. En este sentido, se puede argumentar que los servicios de transferencia tecnológica son de carácter más avanzado en comparación a los de extensión y mejora tecnológica (tecnología madura) o de asistencia general, como plan de negocios y plan de marketing (tecnología limitada).

Ilustración N° 3: Campo de acción de la transferencia y el extensionismo tecnológico



Fuente: CONCYTEC (2016) basado en Shapira, P. et al, (2015).

Los servicios de extensionismo y transferencia tecnológica se agrupan en asistencias técnicas, diagnósticos, ensayos de laboratorio, prueba de prototipo y capacitación especializada, brindan facilidades para el acceso y/o actualización de conocimientos y

aplicación de nuevas tecnologías. Los proveedores de estos servicios se pueden agrupar en cuatro categorías (Chen et al., 2015): i) socios basados en ciencia, como los institutos de investigación y universidades que desarrollan conocimiento de vanguardia; ii) socios de la cadena de suministros, como consumidores, proveedores y otros ubicados encima o debajo de la cadena, que brindan conocimiento en para las tendencias y necesidades del mercado; iii) competidores y compañías en otras industrias, mediante conexiones horizontales; y iv) proveedores de servicios tecnológicos.

Un tipo especial de los servicios de extensionismo y transferencia tecnológica son los ofrecidos mediante Programas de Extensión o Extensionismo Tecnológico (PET), los cuales brindan servicios para disminuir los costos de búsqueda de información acerca de nuevas tecnologías y apoyan el incremento de la capacidad de las empresas para asimilar nuevas tecnologías, mediante capacitación, demostraciones piloto y ayuda en las negociaciones con proveedores de tecnología (Crespi et al., 2014). Estos servicios, según Crespi et al. (2011) se encontraría entre las políticas verticales, es decir, aquellas dirigidas a un sector en particular y provistas como bien público. Algunos ejemplos de PET son la *Manufacturing Advisory Service* (MAS) del Reino Unido y el *Manufacturing Extension Partnership* (MEP) de Estados Unidos. En Latinoamérica, también tenemos algunos ejemplos, el programa Fábricas Productivas de Colombia cofinancia la prestación de consultorías especializadas en aumento de productividad, mediante la contratación de un extensionista (Puyana et al., 2021), además el Servicio Brasileño de Apoyo a las micro y pequeñas empresas (SEBRAE) de Brasil ofrece servicios de extensionismo a través de agentes locales de innovación (ILA).

En general, estos programas son desarrollados por “miles de organizaciones públicas, privadas y sin fines de lucro” (Shapira & Youtie, 2016), entre ellas se encuentran los centros de apoyo empresarial, centros de tecnología pública, cámaras de comercio, asociaciones de pequeñas empresas. Entre los problemas detectados en los programas de extensionismo tecnológicos, se encuentran la pobre coordinación, pre-requisitos administrativos, falta de conocimiento empresarial para interiorizar los servicios en la empresa y la renuencia a comprometerse con proveedores externos. Algunos de estos problemas coinciden con los resultados obtenidos en la ENIIMSEC que se detallaron en la sección 2.

En el Perú, los principales proveedores de este tipo de programas son los CITE. De acuerdo a Díaz y Kuramoto (2010), cumplen con la función de brindar servicios para la experimentación empresarial. Entendiendo experimentación empresarial como la búsqueda por parte de las empresas de innovaciones de producto y proceso, así como nuevas formas organizativas o de mercadeo. En esa línea, el principal servicio que brindan los estos centros a las empresas es el de transferencia tecnológica. Por otro lado, ONUDI (2017) señala que los CITE son mecanismos de extensionismo tecnológico, los cuales tienen como propósito incentivar a las empresas a adoptar o perfeccionar el uso de la tecnología y promover la innovación en sus diferentes tipos. Los CITE son instituciones intermediarias que establecen conexiones entre las empresas y los diversos participantes del sistema de innovación en una cadena de producción. Estos centros suelen establecerse en conglomerados productivos con el propósito de desempeñar el papel de agentes de transferencia tecnológica.

Jarmin (1999), plantea un modelo para medir el impacto del caso del extensionismo tecnológico en la productividad de la empresa, donde se inserta en la función de determinantes de la productividad de la empresa del tipo Cobb-Douglas:

$$Y_{it} = Ae^{\delta Ext_{it}} K_{it}^{\beta} L_{it}^{\eta} e^{\varepsilon_{it}} \dots (8)$$

La variable Y es una variable que se aproxime a la producción de la empresa i en el periodo t , como el valor agregado o las ventas, L es el número de trabajadores, K el stock de capital, ε es un término de error y Ext indica si la empresa utilizó o fue asesorada por el programa de extensionismo tecnológico (valor de 1) o no (valor de 0). Al tener información disponible para dos periodos (1987 y 1992), expresa la ecuación (8) como el diferencial en términos logarítmicos para el cálculo de la productividad laboral del año 1987 y 1992, de modo que la ecuación para un modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), es la siguiente:

$$\Delta \log \left(\frac{Y}{L} \right)_i = \alpha + \delta Ext_i + \beta \Delta \log \left(\frac{K}{L} \right)_i + (\mu - 1) \beta \Delta \log (L)_i + \varepsilon_i \dots (9)$$

Siendo Δ cambios en los valores entre dos momentos, por ejemplo, línea de base y seguimiento, o pre línea de base y línea de base. Esta forma funcional permite incorporar variables que minimicen el término de errores, tales como controles por sector o la región donde se localiza la empresa. El parámetro δ mide la diferencia en crecimiento de productividad entre aquellos que utilizaron los servicios del programa y aquellos que no.

Los servicios de extensionismo y transferencia tecnológica son utilizados por las empresas como parte de sus estrategias para innovar. Siguiendo las definiciones del Manual de Oslo (OECD, 2018), las actividades de I+D externa y capacitación para la innovación son dos importantes actividades de este tipo de servicio. El primero se refiere a todas las actividades de I+D que la empresa realiza de manera externa a la empresa, proveídas por un tercero que puede ser otra empresa u organización, mientras que la capacitación son todas las actividades pagadas o subsidiadas por la empresa para desarrollar conocimiento y habilidades requeridas para el comercio, ocupación o tareas de los empleados de las empresas en su proceso innovativo¹¹.

Estos servicios reemplazan o complementan las inversiones en I+D a nivel interno que realizan las empresas, además hace accesible para un mayor número de empresas el volverse innovativas y realizar actividades de innovación. Para muchas empresas, las actividades de I+D no se producen como un proceso interno y solitario de la empresa, ya que son pocas las empresas que cuentan con un área propia de I+D y con la capacidad de desarrollar proyectos exitosos o asumir los fracasos de estos. Por tal motivo para poder adquirirlas se requiere de una interacción con otros actores, como centros especializados que proveen estos servicios. De acuerdo con Chen y Vanhaberbeke (2015) adquirir recursos de conocimiento externo beneficia a las empresas en la mejor adaptación a las dinámicas de las necesidades del mercado, compartir recursos y riesgos entre asociados, incrementar la velocidad en la innovación y, mayores retornos comerciales.

Sin embargo, los resultados del uso de estos servicios en la innovación varían de acuerdo con la intensidad de la inversión e, incluso, con el tipo de socio que provee el servicio. Carboni y Medda (2021) mencionan que la adquisición de I+D externo tiene efectos positivos porque favorece el acceso a recursos externos y estimula la transferencia de tecnología, el intercambio de recursos y el aprendizaje organizacional. Sin embargo, si la inversión se intensifica puede contraer la capacidad de la compañía

¹¹ Las capacitaciones realizadas para el uso de producto o procesos de negocio existentes, la mejora de habilidades generales o entrenamiento del lenguaje no son consideradas actividades de innovación.

para desarrollar capacidades externas, además de incrementar los costos de coordinación, dirección y control.

4. REVISIÓN DE LITERATURA EMPÍRICA

4.1. Relación I+D, innovación y productividad

La relación del trinomio I+D, innovación y productividad ha sido ampliamente estudiado en la literatura académica, especialmente en el presente siglo. Brostrom y Karlsson (2017), realizando una revisión de literatura sistemática en los principales repositorios académicos, encuentra que entre 1990 y 2012 las investigaciones sobre el tema se incrementaron en 4 veces. Asimismo, encontró 28 investigaciones base, que son ampliamente citados con fines metodológicos. Siendo el documento de Pakes y Griliches (1984) y de Crepon et al., (1998) principalmente citados en lo referido a modelos CDM que es un tipo de investigación de la relación I+D, innovación y productividad. En el Anexo 1 se sistematiza la revisión bibliográfica que se muestra a continuación.

En el trabajo pionero de Crepon, et al (1998), detectaron para el caso francés del periodo 1986-1990 una relación estructural entre la inversión en I+D, innovación y productividad. La decisión y la magnitud de inversión en I+D está relacionada con el tamaño, diversificación y participación de mercado, así como condiciones de demanda, oportunidades tecnológicas. En relación a la innovación (medida en patentes y ventas de innovación) se encontró efecto positivo en la inversión en I+D predicha, no encontrando significancia en el tamaño y en algunas de las condiciones de demanda y oportunidades tecnológicas. Finalmente, en la productividad se encontraron efectos positivos en ambas medidas de innovación, aun controlando por personal calificado e intensidad del capital. Notable es que la elasticidad del capital de conocimiento (aproximado con la innovación) decrece un tercio cuando se incluye estos controles.

Loof y Heshmati (2006) utiliza una versión modificada del modelo CDM donde utiliza mínimos cuadrados en tres etapas (3SLS) e incluye el ratio inverso de Mills en la ecuación de innovación, para el caso de empresas de servicios no *retail* y manufactura en Suecia, incluyendo nuevas variables y exponiéndola a una diversidad de condiciones para analizar la sensibilidad del modelo entre las que se incluye: i) diferentes modelos para estimar la fase dos del sistema de ecuaciones, ii) diferencias por sector servicios y manufactura; iii) diferentes medidas de desempeño en niveles y tasas de crecimiento; iv) diferentes recursos de la base de datos y tratamiento de valores extremos. Como resultado se muestra que ante la aplicación de diferentes modelos todos los resultados en productividad son significativos, aunque en el modelo base (con 3SLS) reporta mayor valor del coeficiente. Asimismo, si bien existen algunas diferencias entre comercio y servicios en la primera fase de la ecuación, en ambos se mantiene la relevancia de la innovación en la productividad tanto en niveles como en crecimiento, siendo mayor si la innovación es a nivel de empresa.

De igual manera, Ramadani, et al., (2019) como resultado del uso del modelo CDM para economías en transición, economías que pasaron de ser planificadas economías de mercado en Europa, encuentra que la adquisición de conocimiento externo, usada como *proxy* de magnitud de la inversión en I+D es positiva y significativa para la innovación

en producto y a su vez ésta tiene un impacto positivo y significativo en la productividad laboral (logaritmo de ventas por trabajador). Además, muestran que variables como las habilidades de los trabajadores, uso de tecnología moderna, innovación en marketing y organizacional, el tamaño, la edad y la colaboración con firmas extranjeras también son variables relevantes.

Centrado también en Europa del Este, Fedyunina y Radosevic (2022), prueban el modelo CDM clásico, sin embargo, sus resultados fueron no significativos para la ecuación de innovación y productividad. Por tal motivo, propone que para el caso de los países emergentes lo esencial son las capacidades de producción, por ello prueba un modelo alternativo donde se prueba este en lugar de la inversión en I+D, resultando no significativo para la innovación, pero sí para la productividad. Por ello, mencionan que los procesos de inversión en I+D y de generación de capacidades de producción son diferentes, y que, en economías emergentes, los últimos tienen mayor relevancia.

Edeh y Acevedo (2021) mencionan que las dificultades de acceder a financiamiento es la barrera más importante para las empresas, especialmente de menor tamaño, en los países en desarrollo. Para demostrarlo en el caso de Nigeria, utiliza un modelo CDM, teniendo resultados positivos acerca de los efectos de la inversión en I+D en la innovación en producto y de marketing, pero no para la innovación en proceso. De otro lado, los fondos gubernamentales y federales no resultaron significativos para la inversión en I+D, pero sí lo fueron en la productividad de las empresas.

Bukstein et al., (2018) utilizando un modelo conjunto de diferencias en diferencias y propensity score matching (PSM) encuentran que las empresas que recibieron subsidios e incentivos gubernamentales en Uruguay, tuvieron entre un 22% y 24% mayores probabilidades de invertir en actividades de innovación, aunque los efectos solo eran significativos durante tres años posteriores a la subvención. También encontraron efectos en el monto de la inversión por un similar periodo, comprobando que se da un efecto de adicionalidad o crowding in entre el subsidio y el monto de inversión. Asimismo, se encontró efectos positivos en logros de innovación tecnológica, pero no se encontraron impactos en el desempeño de las firmas, medido como la productividad laboral, el empleo, ingresos y propensión a exportar.

Para el caso peruano, Kuramoto y Díaz (2010) realizan un análisis exploratorio utilizando el Censo Manufacturero de 2007, con un modelo probit para identificar factores asociados a la realización de actividades de innovación y su desempeño. Sobre el primer punto encuentran que las empresas exportadoras, con normas técnicas, que recibieron programas gubernamentales de apoyo a la innovación, las grandes empresas y con menos tiempo en el mercado tienen mayores probabilidades de realizar tales inversiones, no encontrando efecto en la concentración, y participación en el mercado. Sobre el desempeño, realizando una regresión por MCO y MC2E, encuentra que realizar actividades de innovación es significativo tanto para el producto por trabajador, como las ventas por trabajador, aunque inciden que, dada las limitaciones de los datos, los resultados son exploratorios y no concluyentes.

Produce (2016) en un reporte sobre los resultados de la Encuesta Nacional de la Industria Manufacturera (ENIIM) de 2015 realiza una regresión utilizando el modelo CDM para determinar el impacto de la innovación sobre la productividad. Entre los principales hallazgos encuentra que las empresas de mayor tamaño, con personal calificado y vinculación activa tienen mayor probabilidad de invertir en actividades de innovación. En tanto que, para el esfuerzo innovador fueron relevantes la experiencia, la cuota de mercado, incentivos de oferta y demanda, además de las vinculaciones,

aunque en diferentes intensidades, según el tipo de innovación (tecnológica o no tecnológica). En la ecuación de innovación el esfuerzo en invertir en actividades de innovación fue relevante tanto para la innovación tecnológica y no tecnológica. En la etapa final se encuentra que la innovación tiene efectos positivos en la productividad, siendo mayor en el caso de la innovación no tecnológica.

Tello (2017), en su investigación utilizando la Encuesta Nacional de Ciencia y Tecnología (ENCYT) de 2004, realiza un modelo CDM para manufactura y servicios subdividiéndolas según el uso de tecnología y conocimientos. Si encuentra evidencia sólida de los efectos positivos, hallando como principales determinantes para tomar la decisión de invertir CTI, el tamaño de las empresas y su acceso a financiamiento para servicios tradicionales. En el caso de la intensidad del gasto, el apoyo gubernamental y el uso de internet es relevante para los servicios intensivos en conocimiento, en manufactura de alta tecnología solo el uso de internet y el financiamiento público para baja tecnología. En los resultados de innovación, se encontraron resultados similares referidos a la importancia de la intensidad de la inversión en CTI y el tamaño de la empresa. En el caso de la productividad laboral, el factor más importante fue el capital-trabajo, la innovación predicha no fue significativo, aunque el monto si lo fue para los SIC y manufactura de baja tecnología.

En un estudio posterior, Tello (2020) utiliza la ENIIM de 2012 y 2015, para aplicar el modelo CDM y además mostrar la importancia de las TIC, medida como el grado de importancia de internet en el proceso de innovación y mejora de la productividad de las empresas peruanas. En particular, en esta investigación se divide la inversión en I+D interna y externa y se analizan sus efectos por separado y en forma conjunta, tanto en innovación como en ventas por trabajador. Los resultados mostraron que la decisión de invertir en ambos tipos de I+D depende del tamaño y pertenecer a un grupo económico, la magnitud de esta inversión fue significativa en los resultados de innovación, así como el temor a la competencia, la protección de la innovación. La productividad se ve afectada positivamente por la innovación, especialmente en producto, sin embargo, el factor principal fue el ratio capital trabajo y el capital humano. Un resultado adicional fue que la importancia del uso de internet incidió en la probabilidad de innovar, aunque marginalmente. Dados estos resultados, el autor concluye que las empresas no están aprovechando los beneficios derivados de las actividades de I+D e innovación.

Produce (2020a), también realiza un modelo CDM, utilizando la ENIIMSEC 2018, considerando como variable de interés la inversión en todas las actividades de innovación y sus efectos en la innovación total y la productividad laboral. En general, para la decisión de invertir fueron relevantes el número de empleados, la calificación de estos, la vinculación activa de las empresas. En tanto, para la intensidad no fue relevante la mayoría de las vinculaciones, pero si el tamaño y las habilidades, además de los incentivos de demanda y la concentración de la industria. La predicción del esfuerzo innovador fue significativa en los logros de la innovación total y se encontró un impacto positivo de la innovación en 34.2% sobre la productividad laboral.

Del Pozo y Guzmán (2022) utilizan la Encuesta Económica Anual (EEA) para los años 2014-2016 para siete sectores económicos utilizando la metodología de *Endogenous Switching Method* (ESM) y tomando como variable de interés la inversión total en actividades de CTI y el resultado en la productividad total de factores. Encontró que en la decisión de invertir en CTI fueron relevantes en todos los sectores el tamaño, la inversión en activos intangibles, especialmente en asesoría y consultoría. En cuanto a los resultados en productividad, encontraron un efecto positivo en las empresas que invirtieron en CTI, en tanto que las empresas que no invirtieron hubieran sido más

productivas realizando tales inversiones en los sectores de agroindustria, manufactura comercio y restaurantes.

Finalmente, García (2022) utiliza la EEA para los años 2016-2018 aplicada a empresas medianas y grandes, para medir los efectos de la innovación en I+D y el uso de TIC en la productividad de las empresas manufactureras mediante un modelo CDM. En este caso, considera con inversión en I+D la inversión en ciencia y tecnología (la EEA no permite una mayor desagregación) y como variable de desempeño la productividad total de factores (PTF) utilizando el método de Levinsohn y Petrin. La regresión con efectos fijos muestra que existe una relación positiva entre inversión en I+D y PTF de 0.27% por unidad incrementada, aunque en el caso de las TIC no es claro, mostrando efectos significativos en algunas variables como uso de red local, adquisición de software y sistemas de gestión informatizados. Mientras que no se encontraron efectos en uso de computadora e internet y compra y venta por internet. Incluso variables como uso de página web y pago de anuncios por internet mostró signo negativo. Efectos heterogéneos favorable a empresas de mayor tamaño y de la industria de alimentos, bebidas y tabaco.

4.2. Relación entre servicios de extensionismo y transferencia tecnológica y productividad

Con respecto a las investigaciones realizadas para determinar el impacto del uso de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, la literatura hallada hasta el momento está principalmente centrada en países desarrollados o de ingreso alto como Estados Unidos y Gran Bretaña, en tanto que, en el caso de los países latinoamericanos, la atención parece estar centrada en las evaluaciones de políticas de financiamiento a actividades innovativas. Así, tenemos en primer lugar una serie de evaluaciones realizadas al programa MEP de Estados Unidos y MAS en Reino Unido. En estos casos, los investigadores se centraron en encontrar un grupo de control válido con el que comparar los efectos del uso de estos servicios

Sobre las evaluaciones al MEP, tenemos en primer lugar al estudio de Oldsman y Heye (1997), que evalúa los efectos del programa en Nueva York, entre 1993 y 1994, basado en una muestra de 380 empresas realiza una regresión por mínimos cuadrados ordinarios y por cuantiles. Como variable de tratamiento utiliza el número de servicios recibidos y la cantidad de días, así como una interacción de ambos. Como principal resultado, se encontraron efectos positivos para las empresas usuarias en el incremento del valor agregado y del empleo.

Unos años después, Jarmin (1999) realiza una evaluación del mismo programa, pero utilizando información censal y registros administrativos entre 1987 y 1992. Para el análisis, utiliza una regresión de mínimos cuadrados ordinarios y un modelo de Heckman en dos etapas, donde la proximidad al centro fue utilizada como instrumento. En la primera etapa del modelo de Heckman, se determinó que las empresas que tenían un alto crecimiento previo pero baja productividad, tienen mayor probabilidad de utilizar estos servicios. En tanto que, en el resultado final, ambos modelos mostraron efectos positivos en la productividad laboral, medida como valor agregado por trabajador, que oscilaba entre el 3.4% y 16%.

Una tercera evaluación es realizada por Ordowich et al. (2012) para el periodo 1997-2002 a una escala nacional. En esta ocasión utilizan dos métodos de estimación para medir los efectos en el valor agregado por trabajador: el método de diferencias en diferencias y de variable dependiente rezagada, éste último método implica incluir una

variable de valor agregado del periodo anterior ($t-1$) como variable explicativa. Además añaden un modelo de Cox para evaluar la supervivencia de la empresa. Los resultados fueron variados no encontrando resultados concluyentes para la totalidad de empresas, sin embargo, al hacer el análisis por tamaño de empresas, se encontraron efectos positivos.

Finalmente, Lipscomb et al. (2018) realiza una nueva evaluación al MEP, añadiendo análisis de supervivencia e incluyendo nuevas y actualizadas bases de datos, pero siguiendo el mismo modelo de Ordowich et al. (2012) con algunos ajustes. Como resultado, se encontró que las empresas que utilizaron los servicios del MEP tuvieron un mayor incremento de las ventas por trabajador y el empleo. Estos resultados se incrementan para el caso de empresas con menos de 20 trabajadores, donde además tiene efectos en el valor agregado. Adicional a ello, se muestra que las empresas que utilizaron estos servicios tienen un 18% menos probabilidad de salir del mercado en comparación con las empresas que no recibieron estos servicios.

En el caso del MAS de Reino Unido, el *Department for Business Innovation and Skills* (2016) lo evalúa para el periodo 2012-2013. Para la evaluación se designó como variable de resultado el valor agregado y el empleo, estableciendo cuatro escenarios según el tipo y grado de uso de los servicios, con intervenciones que van desde ayudas telefónicas hasta proyectos de mejora y cambios estratégicos. Utilizaron una metodología cuasiexperimental de emparejamiento con diferencias en diferencias utilizando la base de registros administrativos de las empresas. Como resultado, se encontró incrementos en el valor agregado y el empleo, siendo mayor en aquellas empresas que recibieron intervenciones a profundidad.

Otro grupo de investigaciones a destacar es el relacionado a la adquisición de conocimiento externo y sus efectos en la Innovación. Chen, Vanhaverbeke y Du (2015), realizan una investigación para mostrar los efectos en la innovación de la adquisición de conocimiento externo y su relación con la inversión en I+D interno en las empresas manufactureras chinas. Los cuatro tipos de variables de recursos externos colocados de manera independiente en el modelo muestran efectos positivos, aunque es débil en el caso de conexión horizontal. Cuando se las incluye juntas, todas son significativas menos ésta. Al añadir una variable de iteración con I+D interna, se encontró un efecto adicional con socios de la cadena de suministro o proveedores de servicios tecnológicos, mientras que en el caso de conexiones horizontales solo se encontró efectos en la iteración, siendo el caso opuesto en socios basados en ciencia.

Carboni y Medda (2021) encuentran un efecto positivo entre inversión en I+D externa e innovación en producto para el caso de Alemania, Francia, España e Italia. Sin embargo, esta relación es no lineal y va reduciéndose conforme se incrementa la importancia de estas inversiones. Según los autores esto se debe a que un uso excesivo de estos servicios puede desincentivar la investigación y las habilidades relacionadas dentro de la propia empresa. Por otro lado, si esta se adquiere al interior de un mismo grupo empresarial, tiene el mayor efecto marginal sobre el rendimiento del mercado de las innovaciones de productos en comparación con tener universidades u otras empresas como proveedores de I+D.

Finalmente, Hottenrott y Lopes-Bento (2016), también muestran una relación positiva y no lineal entre I+D externo e innovación. Encontraron que la proporción óptima de participación externa en proyectos de I+D rondaba el 60 %, aunque se encontraron diferencias en relación con la antigüedad de la empresa y la disponibilidad de recursos financieros.

Las capacitaciones por su parte también muestran efectos positivos en innovación. Na (2021) encuentra resultados positivos de las capacitaciones en el lugar de trabajo y el nivel educativo de los empleados en todos los tipos de innovación (producto, proceso, organizacional y marketing) en los países de Europa del Este y Asia Central. Para ello, utilizó un modelo de regresión de Heckman en dos etapas.

Para el caso de países en desarrollo se han identificado evaluaciones realizadas a programas de Brasil, Colombia y Perú. En Brasil, Roth Cardoso, et al. (2020) evalúa el programa de agentes locales de innovación (LIA) del SEBRAE, una intervención en la que agentes especializados enseñan a las empresas sobre como incorporar la cultura de innovación e identificar oportunidades de innovación. Utilizando un análisis *cluster* en dos etapas y un análisis de componentes principales entre las empresas participantes, se identificaron dos *cluster* según el nivel de desarrollo en gestión. Las empresas pertenecientes al conglomerado con más alto grado de gestión poseen altos niveles de innovación, presentando diferencias significativas respecto al grupo menos desarrollado, en todos los componentes de innovación considerados, especialmente en innovación en procesos y organización. En el caso de las pequeñas empresas, aquellas con mayores niveles gerenciales y de innovación tienen un mayor nivel de crecimiento. Corroborando la utilidad de este tipo de programas para estas empresas.

En Colombia el programa Fábricas Productivas, otorga a empresas una subvención, a través de *vouchers*, para la contratación de extensionistas que trabajan con la empresa hasta 60 horas de consultoría de manera virtual o mixta. La evaluación de resultados realizada por Puyana, et al., (2021) revela que entre los usuarios de la misma existe una percepción de efectividad alta y un incremento de 32,8% en indicadores asociados a productividad, pese al contexto de pandemia de COVID-19, destacando el caso de productividad laboral, desarrollo y sofisticación de producto, y transformación digital, especialmente en el caso de las pequeñas empresas. Además, un análisis cualitativo del diseño identificó que este era adecuado y coherente con las políticas del estado y la literatura especializada.

En el caso de Perú, Acevedo y Tan (2010) realizaron una evaluación del CITE de cuero y calzado, cuya principal limitante fueron las dificultades metodológicas relacionadas a la ausencia de línea de base. Para suplir esta deficiencia, empalmaron los datos de registros administrativos, la EEA 2001-2006 y una encuesta complementaria para incrementar el tamaño de la muestra de beneficiario, debido a que solo el 5.4% de las empresas beneficiarias se encontraban en la EEA. El grupo de control se obtuvo entre aquellas empresas que estuvieron dentro del soporte común de la probabilidad de utilizar los servicios del CITE. Tomando como variable de resultado las utilidades y ventas por trabajador y absoluto, utilizan un modelo panel de efectos fijos. Finalmente, no se encontraron efectos significativos del uso de estos servicios vía este CITE.

5. HIPÓTESIS Y METODOLOGÍA ECONOMETRICA

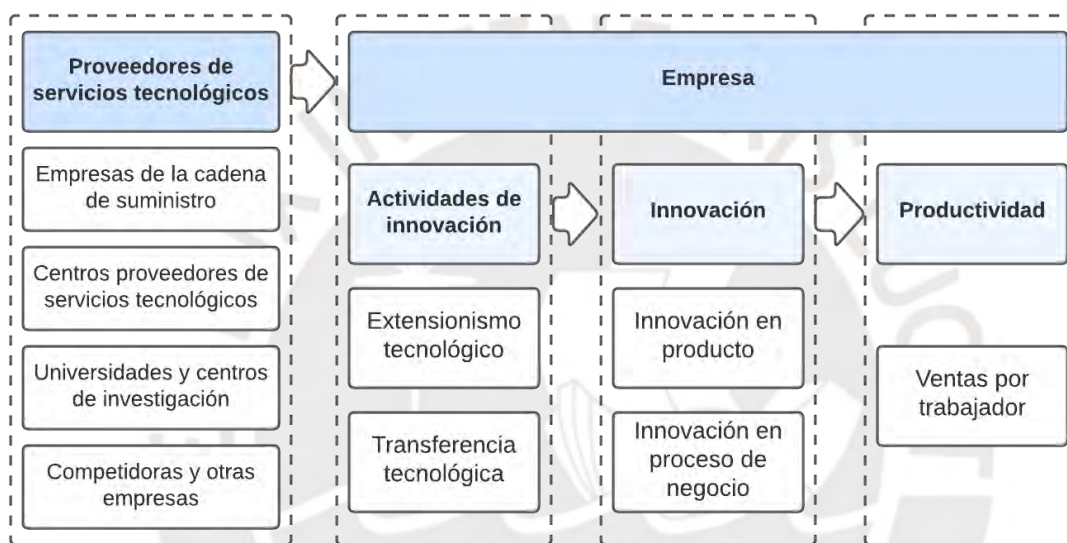
5.1. Hipótesis

Las hipótesis de investigación están directamente relacionadas con los objetivos específicos mencionados en la introducción. En ese sentido se plantean dos hipótesis:

- **H1:** El acceso a servicios de extensionismo y transferencia tecnológica tiene efectos positivos en los resultados de innovación en producto y en la productividad laboral de la empresa (medido como ventas por trabajador) manufacturera y de servicios intensivos en conocimiento en el Perú.

Esta relación está fundamentada en el modelo CDM detallado en el marco teórico y estudios que muestran el efecto positivo de la adquisición de conocimiento externo en el proceso de innovación empresarial (Carboni & Medda, 2021; Chen et al., 2015; Lipscomb et al., 2018) detallados en la revisión de literatura. En la **Ilustración N° 4**, se presenta la lógica de la intervención.

Ilustración N° 4: Proceso de provisión de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica e innovación de las empresas



Elaboración propia, basado en Crepon et al. (1998) y Chen et al. (2015)

En cuanto al tiempo, la ENIIMSEC permite observar resultados en uno o dos años posterior a recibir los servicios de extensionismo y transferencia tecnológica. Es factible encontrar resultados en el desempeño de las empresas en ese periodo si tenemos en cuenta que el proceso que puede demorar más tiempo de un proyecto de I+D es la instalación de infraestructura como laboratorios y equipos. En este caso al utilizar los servicios de manera externa, estos ya existen en las organizaciones ofertantes de los servicios por lo que el tiempo en el que se ven resultados es menor. En la ilustración 1 se muestra que la decisión depende finalmente de los costos y el beneficio esperado.

Estudios como los de Carboni y Medda (2021), Loof y Heshmati (2006) y Tello (2020) muestran que se pueden encontrar efectos en innovación en un periodo similar, Shapira y Youtie (2016) por su parte, menciona que en un plazo intermedio se pueden encontrar efectos en inversión en mejora de procesos, adquisición de nueva tecnología, innovación en producto o servicio, ampliación de la demanda, e incremento en redes de colaboración. Aunque no especifica el tiempo en que se dan estos cambios.

En el caso de la productividad, el trabajo de *Department for Business Innovation and Skills* (2016) y Oldsman y Heye (1997), utilizan un corto periodo para medir efectos. En

tanto que Shapira y Youtie (2016) menciona que el resultado final en el desempeño está en la mejora en productividad laboral, incremento de ventas, reducción de merma, ahorro de costos, productos y servicios lanzados al mercado y mayor empleo.

- **H2:** *El uso de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica es más costo efectiva que la inversión en I+D interno para el logro de resultados en innovación y productividad en el corto plazo.*

Específicamente, será de interés determinar si los efectos en estos servicios son diferenciados con inversión en I+D interna, así como en sus determinantes. Evidenciar efectos heterogéneos, permitirá realizar recomendaciones de política sobre el manejo interno de los centros de innovación y la toma de decisiones de las empresas.

A fin de analizar los resultados de los servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, se evidenciará en contraste con los resultados obtenidos de un modelo CDM tradicional, es decir donde se inicia con la decisión de invertir en I+D a nivel interno. Adicionalmente se comprobará mediante el método de *Generalized Propensity Score* (GPS) la ganancia individual de ambos frente a las variables de desempeño como ventas de productos innovadores y ventas por trabajador. La importancia de comprobar esta hipótesis radica en que no todas las empresas pueden permitirse inversiones de este tipo que usualmente tienen efectos en el largo plazo y son más riesgosas, por ello, el uso de estos servicios se convierte en una alternativa para estas empresas.

5.2. Metodología econométrica

Se plantea el desarrollo de un modelo CDM propuesto por Crepon et al (1998) y los desarrollos posteriores al mismo (Edeh & Acedo, 2021; Lööf & Heshmati, 2006; Ramadani et al., 2019). En este caso, para corroborar las hipótesis planteadas, se considera como variable de interés la decisión de utilizar o no servicios de extensionismo y transferencia tecnológica y la magnitud de la inversión en dichos servicios, para ello se replica las ecuaciones (4) a (7).

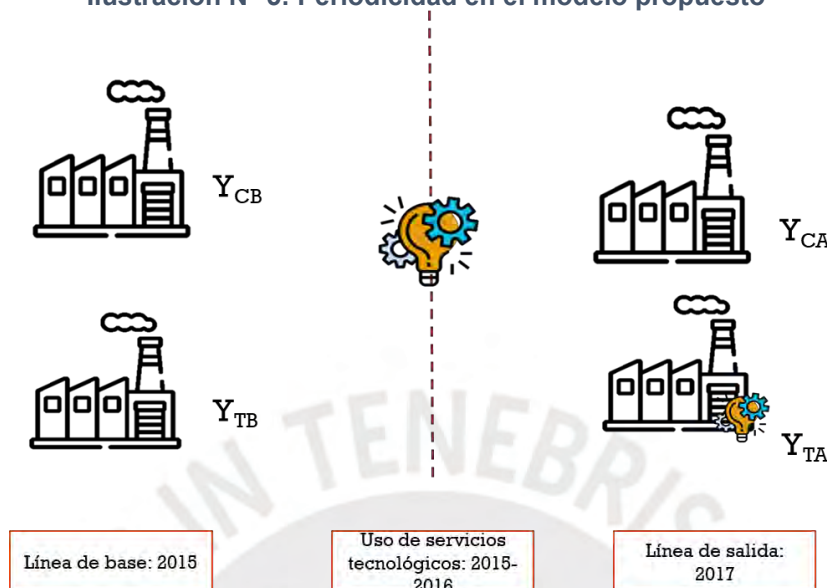
La principal fuente por utilizar en la investigación es la ENIIMSEC 2018. Esta encuesta recoge información de tres años (2015-2017), el primer año, 2015, se tomará como periodo base, año considerado para los valores de la mayor parte de las variables explicativas que son variantes en el tiempo. Así, tenemos dos grupos de empresas, Y_{CB} que representa la productividad de las empresas que no utilizan servicios de extensionismo y transferencia tecnológica y Y_{TB} de las empresas que la utilizan en el periodo inicial¹². Luego se considera un periodo de dos años en los que la empresa decide invertir o no en estos servicios y la magnitud de este, ambas variables son consideradas en términos acumulados para los años 2015 y 2016.

Finalmente, pasado un año, en 2017, las empresas deben mostrar resultados de la inversión en I+D en términos de innovación y productividad de corto plazo. En el caso de la productividad laboral, las empresas tienen nuevos niveles, tanto las que utilizaron los servicios (Y_{TA}) como los que no (Y_{TB}), tal como se aprecia en la **Ilustración N° 5**. Dado los niveles iniciales diferenciados de productividad, se considera la diferencia del

¹² Considerar 2015 como línea de base tiene algunas limitaciones en términos de simultaneidad, ya que idealmente debería considerarse la información en un periodo previos (como 2014) pero por limitaciones de la base esto no es posible.

resultado en 2017 y 2015. De esta forma, nos aproximamos a la ecuación (3) propuesta por Pakes y Griliches (1984) donde la inversión en investigación es tomada en términos rezagados y acumulativos.

Ilustración N° 5: Periodicidad en el modelo propuesto



5.3. Modelo CDM de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica

Para contrastar la primera hipótesis (**H1**), se plantea el siguiente modelo:

- **M1:** Modelo CDM de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica

El problema principal del modelo CDM es la posible existencia de endogeneidad y sesgo de selección en el sistema de ecuaciones (Crepon et al., 1998), El sesgo de selección ocurre la población no es aleatoriamente elegida para usar servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, sino que estas se autoseleccionan, por lo tanto, solo se conoce la magnitud de la variable latente para el caso de las empresas que efectivamente toman la decisión,

En la etapa 1, para abordar el problema de sesgo de selección, se ha optado por un modelo de regresión de Heckman para replicar las ecuaciones (4) y (5) del modelo CDM. Siguiendo el desarrollo de Cameron y Trivedi (2009), adaptado al caso de estudio, se considera la existencia de una variable latente (gst_i^*) de la decisión de innovación, de la cual la variable observada (gst_i) es una dicótoma que toma el valor de 1 cuando la latente es positiva:

$$gst_i = \begin{cases} 1 & \text{si } gst_i^* > 0 \\ 0 & \text{si } gst_i^* \leq 0 \end{cases} \dots (10a)$$

Del mismo modo existe una variable latente de la inversión en estos servicios (rst_i^*). En este caso, observamos la variable rst_i solo cuando la variable latente que define la decisión de la empresa a usar estos servicios es positiva.

$$rst_i = \begin{cases} r_i^* & \text{si } gst_i^* > 0 \\ - & \text{si } gst_i^* \leq 0 \end{cases} \dots (10b)$$

De esta manera, ambas ecuaciones están relacionadas. En la versión clásica del modelo, las variables latentes se toman de las ecuaciones (4) y (5) del modelo:

$$gst_i^* = x_{0i}b_0 + u_{0i} \dots (11)$$

$$rst_i^* = x_{1i}b_1 + u_{1i} \dots (12)$$

Las variables u_{0i} y u_{1i} están posiblemente correlacionadas de manera conjunta, siguiendo una distribución normal. El término ρ será de importancia para determinar el grado de correlación entre las ecuaciones (11) y (12), si el ρ es nulo los términos de error no están correlacionados y se prefiere utilizar otro tipo de modelos más eficientes como el MCO.

$$\begin{pmatrix} u_{0i} \\ u_{1i} \end{pmatrix} \overset{iid}{\rightarrow} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \sigma_0^2 & \rho\sigma_0\sigma_1 \\ \rho\sigma_0\sigma_1 & \sigma_1^2 \end{pmatrix} \dots (13)$$

El modelo de Heckman se puede realizar también en dos etapas, en donde en una primera etapa se calcula el ratio inverso de Mills que como variable explicativa, corrige en sesgo de selección en la etapa de modelación de la magnitud. Sin embargo, se prefiere usar el modelo en simultaneo con máxima verosimilitud al de dos etapas, dado que el primero otorga mayor eficiencia en la estimación de los parámetros (García Carpio, 2022). La función de verosimilitud queda definida como:

$$L = \prod_{i=1}^n \{ \Pr(gst_i^* \leq 0) \}^{1-gst_i^*} \{ f(rst_i^* | gst_i^* > 0) \times \Pr(gst_i^* > 0) \}^{gst_i^*} \dots (14)$$

Además, se aplican desviaciones estándares robustos para evitar el problema de heteroscedasticidad. Del resultado de esto, se obtiene una variable predicha de la magnitud de la inversión que será utilizada en la segunda etapa. Cabe destacar que Ramadani et al. (2019) utilizaron la adquisición de conocimiento externo como proxy al gasto en I+D, para el caso de los países de Europa del Este.

Para la etapa 2 donde se mide las relaciones de innovación con la magnitud de la inversión en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica. De manera análoga en la presentación de la ecuación (6a) se considera dos variables de innovación: i) innovación en producto (pst_i), y ii) ventas de productos innovativos (nst_i). En el caso del primero esta construido como variable *dummy* si logró tales innovaciones en el periodo. Dado la naturaleza de la variable dependiente, se desarrollan modelos probit con errores estándar robustos, siguiendo el proceso desarrollado por Long y Fresse (2014).

$$pst_i = \alpha_k rst_i^* + x_{2i}b_2 + u_{2i} \dots (15a)$$

Las variables mantienen el significado de la ecuación (6a). Se toma en cuenta solo la innovación en producto, puesto que la relación entre la inversión en I+D y este tipo de innovación es más fuerte que entre la innovación en procesos (Ramadani et al., 2019).

Adicionalmente, de manera análoga a lo presentado en la ecuación (6b), se ha tomado en cuenta la variable proporción de ventas de la innovación en producto sobre ventas totales (nst_i), esta variable es considerada un indicador del éxito de la innovación (Carboni & Medda, 2021). Una ventaja de esta variable es que es la única relacionada a innovación para el periodo de salida 2017, lo que evitaría problemas de simultaneidad, aunque se restringe a la innovación en producto. En estos casos se utilizará una regresión por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) con errores estándares robustos.

$$nst_i = \alpha_k cst_i^* + x_{2i} b_2 + u_{2i} \dots (15b)$$

Las variables mantienen el significado de la ecuación (6b).

No se considera patentes debido a que, como se mencionó en el marco teórico, no todas las empresas registran sus innovaciones y no todas las patentes se usan comercialmente. Asimismo, se considera innovación a todo nivel (interno, de mercado e internacional), siguiendo a De Groot (2016) que considera que los servicios tecnológicos, en especial el extensionismo, implica innovaciones centradas a nivel interno más que de mercado.

Finalmente, en la tercera etapa, se mide la relación de los resultados en innovación predicha (pst_{ji}^*) en la productividad laboral (q). Si bien se suele considerar los resultados en términos absolutos, teniendo en cuenta las diferencias iniciales de productividad se toma la variable en diferencias (Δ) entre el periodo inicial de 2015 y el final en 2017. De esta manera, el resultado de la ecuación es similar al propuesto por Jarmin (1999) que se presenta en la ecuación (9)¹³, suponiendo una función de producción de tipo Codd-Douglas.

$$\Delta \ln q_i = \Delta \ln \frac{Y_i}{L_i} = \ln \frac{Y_{i,2017}}{L_{i,2017}} - \ln \frac{Y_{i,2015}}{L_{i,2015}}$$

Donde Y_i representa el resultado en ventas de la empresa i , y L_i el número de trabajadores de dicha empresa. De manera análoga se considera en diferencial la inversión en capital físico por trabajador (K_i), el empleo (L_i) y el capital humano (H_i). Éste último indicador es aproximado con el porcentaje de trabajadores con educación superior, por tanto, se mide la diferencia en puntos porcentuales en el periodo. Un modelo similar es utilizado también por Loof y Heshmati (2006) en su análisis de sensibilidad del modelo CDM.

$$\Delta \ln q_i = \Delta \ln \frac{Y_i}{L_i} = \alpha pst_i^* + \delta \Delta \ln \left(\frac{K_i}{L_i} \right) + \theta \Delta \ln(L_i) + \pi \Delta(H_i) + x_{3i} b_3 + u_{3i} \dots (16a)$$

$$\Delta \ln q_i = \Delta \ln \frac{Y_i}{L_i} = \alpha nst_i^* + \delta \Delta \ln \left(\frac{K_i}{L_i} \right) + \theta \Delta \ln(L_i) + \pi \Delta(H_i) + x_{3i} b_3 + u_{3i} \dots (16b)$$

- **M2:** Modelo CDM de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica en una muestra emparejada

Para evaluar la robustez de los resultados se replicarán las ecuaciones 10 a 17 a una submuestra de la población. Si bien el modelo CDM soluciona algunos problemas en sesgo de selección y endogeneidad, las empresas no eligen invertir en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica de manera aleatoria, sino que lo hacen siguiendo una estrategia y determinadas características. A través de las diversas variables seleccionadas se ha tratado de controlar por estas características, sin embargo, existe la posibilidad de que alguna de las variables clave, quede inobservada o esté mal representada en la encuesta. Por ello se propone una submuestra que considera a la totalidad de empresas que utilizaron servicios de extensionismo y transferencia tecnológica en 2015 y 2016 y las compara con un grupo de encuestas con

¹³ Se prefirió esta transformación a una regresión de tipo panel, debido a que la encuesta no recoge información de varias variables para los tres años. Entre ellas la información relacionada a recursos humanos de la que se obtiene L_i y H_i , solo se muestra para los años 2015 y 2017, no para 2016.

características similares, exceptuando el hecho de no utilizar dichos servicios, para ello se propone utilizar técnicas de emparejamiento como el *Propensity Score Matching* (PSM). Una metodología similar es utilizada por Gallego y Gutiérrez (2017) para evaluar el impacto de la adopción de certificaciones de calidad (ISO 9001) en la productividad laboral, ventas e ingresos.

El emparejamiento por PSM agrupa a las empresas más similares según las variables observables seleccionadas, a través de un puntaje de propensión que determina su probabilidad de participar en el tratamiento (en este caso usar servicios de extensionismo y transferencia tecnológica) tanto de los que efectivamente participaron como de los que no, siendo un mecanismo de asignación. Luego de ello, mediante un algoritmo de emparejamiento, se determina cuáles son las empresas no tratadas que más se acercan a la probabilidad de participar de las empresas tratadas, otorgándoles un peso según su proximidad. El PSM sigue dos supuestos importantes: i) el supuesto de independencia condicional, según la cual luego de controlar por variables observables el potencial resultado es independiente del estatus del tratamiento, siendo “tan bueno como una aleatorización” (Heinrich et al., 2010); ii) condición de soporte común.

Para realizar el emparejamiento con la muestra de la ENIIMSEC, se sigue los siguientes pasos (Bernal & Peña, 2011):

1. Se halla el puntaje de propensión ($P(x_0)$), medido como la probabilidad de utilizar servicios de extensionismo y transferencia tecnológica (d), dadas las variables observables (x_0). La selección de variables para esta etapa es la misma que la ecuación (11), a la que se incluyó también una variable de uso de otras actividades de I+D¹⁴.

$$P(x_0) = \Pr(d = 1|x_0) \dots (18)$$

2. Consideramos a aquellas empresas dentro de la zona de soporte común en ambos grupos, eliminando a aquellos que se encuentran fuera de esa zona. Se realiza una prueba de balance para asegurar que en promedio la diferencia entre las variables no sea significativa en cada bloque de la distribución.
3. Se procede al emparejamiento de las empresas que utilizaron servicios de extensionismo y transferencia tecnológica de aquellos que no utilizaron. Se utiliza la técnica de emparejamiento del vecino más cercano (*Nearest-neighbor matching*), en la que se selecciona a un conjunto de “vecinos” ($c(i)$) o pares de acuerdo al puntaje de propensión en un ratio determinado (k). Se escogerán cuatro “vecinos” por cada empresa tratada, con reemplazo, es decir que una empresa no tratada puede ser “vecino” de más de una empresa tratada, obteniendo de esta forma al grupo de control.

$$c(i) = \{j \in D = 0 \mid \|P_i(x_0) - P_j(x_0)\| \leq k\} \dots (19)$$

De manera alternativa se utilizará el emparejamiento de Kernel, que emplea un promedio ponderado de los grupos que utilizan o no servicios para otorgar un peso a los contrafactuales. La ventaja es que no se pierde muestra como en el

¹⁴ Se incluyó esta variable con el fin de aproximarnos a una variable no observable en el que las empresas que realizan alguna actividad de innovación pueden ser diferentes a aquellas que no invierten en ninguna. Por otro lado, se excluyó las variables mediana empresa y habilidades que no pasaron el test de balance.

caso del *Nearest-neighbor matching*, salvo las que se encuentran fuera del soporte común.

$$\omega(i, j) = \frac{K\left(\frac{P_j(X) - P_i(X)}{a_n}\right)}{\sum_{k \in C} K\left(\frac{P_j(X) - P_i(X)}{a_n}\right)}$$

Donde $\omega(i, j)$ es la ponderación y $K(\cdot)$ es la función de Kernel.

4. Una vez definida la submuestra con el grupo tratado y de control, se replica el modelo M1, aplicando los ponderados asociados ($\omega(i, j)$) a cada empresa identificada como contrafactual y se comparan los resultados.

5.4. Modelo CDM de I+D interno y generalized propensity score (GPS)

Para abordar la segunda hipótesis de la investigación, se propone el siguiente modelo:

- **M3:** Modelo CDM de investigación y desarrollo (I+D) interno

En este modelo se replican las regresiones propuestas en las ecuaciones (10) a (17). La diferencia radica en el uso de la variable inicial, puesto que aquí se toma como variable de actividad innovativa a la decisión de invertir en I+D interno (gid_i). De manera análoga la variable de gasto en I+D interno se utiliza para medir la magnitud de la inversión (rid), similar a la ecuación (12) y las mismas variables explicativas (x_0 y x_1) utilizando la regresión de Heckman:

$$gid_i^* = x_{0i}b_0 + u_{0i} \dots (20)$$

$$rid_i^* = x_{1i}b_1 + u_{1i} \dots (21)$$

En la segunda y tercera etapa se utilizan las variables predichas. En este caso, igual que en M1 se consideran dos variables de innovación, la innovación en producto (pid_i) y el ratio de ventas de innovación en producto (nid_i). Se consideran las mismas variables explicativas (x_{2i}) que en las ecuaciones (15a) y (15b)

$$pid_i = \tau rid_i^* + x_{2i}b_2 + u_{2i} \dots (22a)$$

$$nid_i = \tau rid_i^* + x_{2i}b_2 + u_{2i} \dots (22b)$$

Finalmente, en la tercera etapa se obtiene los resultados en productividad según la variable de innovación seleccionada:

$$\Delta \ln q_i = \Delta \ln \frac{Y_i}{L_i} = \alpha INN_{ji}^* + \delta \Delta \ln \left(\frac{K_i}{L_i} \right) + \theta \Delta \ln(L_i) + \pi \Delta(H_i) + x_{3i}b_3 + u_{3i} \dots (24)$$

Donde j tiene el valor de 1 si se utiliza la variable predicha de innovación total; 2 en ventas de innovación en producto, ambas para el caso en el que solo se toma la variable latente de I+D (kid_i^*). De manera análoga j toma los valores de 3 y 4 pero para el caso en que se tomó tanto la variable latente de I+D, como de manera conjunta entre ésta y la de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica (cst_i^*).

Para tener una idea de cuan costo efectivo es invertir en I+D o en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, se utilizará la función dosis-respuesta, la cual

es construida mediante el método *generalized propensity score* (GPS). Esta técnica permite evaluar el impacto de un tratamiento en el caso que este no sea una dicotómica sino una variable continua, es decir se trata de evaluar la intensidad del tratamiento (Bia & Mattei, 2008). La idea central es obtener un resultado potencial (Y) en cada potencial tratamiento (t). De tal manera que el conjunto de resultados potenciales ante un conjunto de potenciales tratamientos (τ) está definida como $\{Y_i(t)\}_{t \in \tau}$. Esta metodología consta de tres pasos:

- En una primera etapa se calcula el score GPS $R = r(T, X)$ que es la densidad condicional del nivel de tratamiento (T) dado las covariables (X).
- En una segunda etapa el parámetro condicional esperado del resultado $\beta(t, x) = E(Y|T = t, R = r)$.
- En la tercera etapa, se estima la función dosis-respuesta $\mu(t) = E[\beta(t, r(t, X))]$, $t \in \tau$

Para el caso particular de esta investigación se trata de mostrar cuanto cambia el porcentaje ventas de 2017 por cada cambio porcentual en el gasto de I+D o servicios de extensionismo y transferencia tecnológica¹⁵. Dai y Cheng (2015) utilizan esta metodología para investigar el efecto de los subsidios públicos en la inversión en I+D para el caso de las empresas chinas de la industria manufacturera.

6. FUENTE DE INFORMACIÓN Y ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

6.1. Base de datos

Para la medición y cálculo de las variables se utilizará la Encuesta Nacional de Innovación de la Industria Manufacturera y Servicios Intensivos en Conocimiento (ENIIMSEC) ejecutada por el INEI en el año 2018, siendo la tercera edición desde su aplicación en el año 2012, con periodicidad trianual. Esta encuesta fue realizada a 2,084 pequeñas, medianas y grandes empresas a nivel nacional, las cuales fueron seleccionadas siguiendo dos criterios, una muestra forzosa de empresas que representan el 81% de las ventas netas anuales y una muestra no forzosa seleccionada de manera aleatoria entre el total de empresas formales de los sectores investigados. El periodo de referencia de la información corresponde a los ejercicios económicos de los años 2015, 2016 y 2017¹⁶. Las preguntas para la medición de las actividades de innovación y los resultados de innovación siguieron las recomendaciones del Manual de Oslo, 4ta. Edición (OECD, 2018). En el anexo 2 se presentan las actividades económicas que fueron consideradas dentro de la encuesta.

Para obtener la muestra de los modelos M1 y M3, se considera la totalidad de la muestra de empresas de la ENIIMSEC, exceptuando los datos atípicos y los que presentaron datos incompletos en las variables utilizadas¹⁷. A continuación, se detalla el proceso de creación de las variables dependientes y las explicativas (x).

¹⁵ Dado que las variables se toman en logaritmos, se puede interpretar los cambios como cambios porcentuales. Los intervalos de confianza se construyeron por Bootstrap con 1000 repeticiones.

¹⁶ La Encuesta Nacional de Innovación de la Industria Manufacturera (ENIIM) 2012, incluyó como periodo de referencia los años 2009-2011, en tanto que la ENIIM 2015 los años 2012-2014. El único antecedente encontrado de este tipo de encuestas es la Encuesta Nacional de Ciencia y Tecnología (ENCYT) 2004.

¹⁷ Se detectó datos atípicos en el cálculo de la productividad laboral (ventas netas/trabajador). Por ello, se eliminaron los datos que correspondían a valores superiores al percentil 99 de la variable, si es que tenían

La variable de interés en M1 es el uso de los servicios de extensionismo y transferencia tecnológica (d_i). Teniendo en cuenta la definición mostrada en la sección 3.3 y la base de datos disponible, se considera que utilizaron estos servicios las empresas que mencionaron haber realizado gasto en I+D externa y en capacitación para la innovación para los años 2015 y 2016. De igual forma la variable de magnitud (c_i) es la suma invertida en ambos periodos, transformada en logaritmos y dividida por el número de trabajadores. Para M3 se aplica la misma metodología solo que se considera todo lo referido al gasto en I+D interno.

La medida planteada para servicios de extensionismo y transferencia tecnológica se considera como un *proxy*, ya que no es perfecta, en el sentido de que existen servicios que se pueden catalogar en otro tipo de actividades, especialmente en ingeniería, diseño y otras actividades creativas, que la encuesta no especifica si se adquieren de manera interna o externa. Sin embargo, para fines de investigación se considera adecuado ya que en ambas actividades consideradas se estarían cubriendo los principales servicios brindados por los CITE y centros de investigación especializados.

En el caso de las variables de innovación (pst_i), se consideró el valor de 1 si realizó alguna innovación en un bien o servicios nuevo o significativamente mejorado. La segunda variable de innovación (n_i) se calculó considerando la sumatoria de las ventas a nivel nacional e internacional con respecto al total de ventas en 2017 cubriendo la innovación en producto a todo nivel.

La variable de producción se calculó mediante las ventas netas (Y). Asimismo, la información sobre recursos humanos es considerada para el cálculo de los trabajadores (L). La productividad laboral (q) es calculada por la división entre las ventas y el número de trabajadores, convertida en logaritmo (Y/L) del año 2017.

En cuanto a las variables explicativas (x), se ha tomado como referencia las utilizadas en el modelo CDM original de Crepon, et al (1998) y desarrollos posteriores (Edeh & Acedo, 2021; Lööf et al., 2017; Lööf & Heshmati, 2006; Ramadani et al., 2019). Para un acercamiento local, se consideran también estudios nacionales utilizando la encuesta de innovación de 2018 o de ediciones anteriores como Tello (2020) y Produce (2020a).

En primer lugar, se ha considerado variables de concentración de mercado, como niveles de concentración según el índice Herfindahl–Hirschman (HHI). El HHI se calcula elevando al cuadrado la cuota de mercado de cada empresa que compite en el mercado y luego sumando los números resultantes. Para aproximar el tamaño del mercado se consideró la sumatoria, ponderada según el factor de expansión, de las ventas de las empresas según su actividad económica (división CIIU a dos dígitos) y la macrorregión a la que pertenecen¹⁸. Una vez calculado el HHI de cada empresa se procede a agregar la variable una variable categórica. Siguiendo la recomendación de la *Antitrust Division* del Departamento de Justicia de los Estados Unidos¹⁹, se considera que el valor del HHI es menor a 100 el mercado es “altamente competitivo”, entre 100 y 1500 “no

menos de 10 trabajadores, debido a que se observó algunos casos en el que se registraron altas ventas y un bajo número de trabajadores y viceversa (totalizaron 48 casos). En el caso de datos incompletos se excluyeron a cuatro empresas.

¹⁸ Se consideró: Costa Norte (Áncash, La Libertad, Lambayeque, Piura y Tumbes), Lima (Lima y Callao), Costa Sur (Ica, Moquegua y Tacna), Sierra Norte y Centro (Cajamarca, Huánuco, Junín y Pasco), Sierra Sur (Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Huancavelica y Puno) y Selva (Amazonas, Loreto, San Martín, Madre de Dios y Ucayali)

¹⁹ <https://www.justice.gov/atr/herfindahl-hirschman-index> visita del 17 de octubre de 2023.

concentrado”, entre 1500 y 2500 “concentración moderada” y mayor a 2500 “alta concentración”.

Asimismo, se están considerando variables que acercan el tamaño de las empresas, tanto en número de trabajadores, como en nivel de ventas. Estas variables, junto al grado de concentración, se añaden de acuerdo con las hipótesis schumpeterianas, que como se mencionó sostienen que tanto las grandes empresas como aquellas con gran concentración de mercado tienen mayores facilidades para realizar inversión en actividades innovativas.

Por otro lado, se añaden variables de ubicación geográfica, debido a que la concentración de centros que brindan servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, así como el acceso de las empresas por vías de comunicación, o la existencia de *cluster* geográficos puedan crear ciertos incentivos diferenciados. Igualmente, pueden existir diferencias en cuanto a la actividad económica desarrollada, por eso se tiene en cuenta los dos principales grupos: SIC y manufactura. En el caso de la última se ha subdividido de acuerdo con la clasificación de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) sobre el uso de tecnología.

En otro grupo de variables se considera aquellas que pueden potenciar la actividad innovativa de la empresa, como los años de antigüedad, relacionado con la experiencia y el conocimiento del mercado, así como su vinculación a mercados internacionales medido en la participación de capital extranjero en la empresa o su capacidad exportadora. De igual manera se ha considerado la vinculación con su entorno ya sea a nivel de grupo empresarial, empresas consultoras especializadas en temas de innovación, institutos de investigación y universidades, centros de innovación o programas gubernamentales o la pertenencia a un grupo económico.

El capital humano también es una variable considerada. Las personas con mejores niveles de educación tienen una mayor capacidad para absorber el nuevo conocimiento transferido vía los servicios de extensionismo y transferencia tecnológica. Asimismo, las restricciones de mercado también son consideradas, por eso se han añadido variables como restricción al financiamiento, aversión al riesgo, así como los incentivos de oferta (*technology push*) y de demanda (*demand pull*). Estas últimas siguiendo las recomendaciones de Crepón, et al., (1998) y la información disponible.

Finalmente, para las ecuaciones de la fase 2 se incluye la protección de las innovaciones mediante algún mecanismo como patentes o derechos de autor y la participación en programas gubernamentales. En la fase 3 para complementar la función de determinantes de la productividad se añade la variable de capital físico por trabajador de la empresa, que, de acuerdo con los modelos presentados por Loof y Heshmati (2006) y Jarmin (1999), es uno de los determinantes de la productividad, junto con el trabajo y capital humano (Ver ecuación 24).

De este modo, las variables se agrupan de la siguiente manera:

- Variables de participación de mercado: cuota de mercado, concentración de mercado, diversificación y experiencia.
- Variables de tamaño de firma: número de trabajadores y pertenencia al grupo de pequeñas y medianas empresas (PYME)²⁰.

²⁰ Se considera la división de la SUNAT donde pequeña empresa es aquella con ventas anuales entre 150 y 1700 UIT, mientras que las medianas empresas comprenden el rango de ventas de 1700 y 2300 UIT.

- Variables de efectos sectoriales: sector económico (por nivel de tecnología) y región.
- Variables de empuje de demanda: restricciones de demanda (proxy de *demand pull*), aversión al riesgo, participación en mercados internacionales.
- Variables de nivel tecnológico: restricciones de tecnología (proxy de *technology push*), protección de propiedad intelectual, participación en programas gubernamentales de apoyo a la CTI, obstáculos para financiamiento, capital extranjero, vinculación de las empresas, adquisición y/o desarrollo de software.
- Variable de intensidad del capital físico: inversión en capital fijo.
- Variable de calidad de la fuerza de trabajo: porcentaje de personal calificado.

En el Anexo 3 se detalla la definición de las variables y la forma en que fueron contruidos a partir de la ENIIMSEC 2018. Asimismo, se realizaron mediciones de correlación entre las variables para identificar posible existencia de multicolinealidad, evitando el uso de variables muy correlacionadas en la misma regresión (Ver anexo 4). Siguiendo a Loof y Heshmati (2006) todas las variables monetarias están expresadas por trabajador.

Finalmente, en el caso de las variables numéricas como las ventas y el gasto en actividades de innovación, se ha considerado un deflactor a fin de ajustar a valores reales en el periodo de los tres años analizados. Para ello se ha considerado los siguientes criterios:

- Para las empresas ubicadas en Lima Metropolitana y Callao, se consideró el Índice de Precios al Consumidor (IPC) de Lima Metropolitana.
- Para las empresas ubicadas fuera de Lima Metropolitana y Callao, se consideró el Índice de Precios al Consumidor (IPC) a nivel nacional.

6.2. Estadísticas descriptivas

Nuestra variable de interés está representada en primer lugar por el uso de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica durante los años 2015 y 2016. En la base de datos se encuentran 258 empresas que utilizaron los servicios en el periodo, tal como se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 2 Empresas que utilizan servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, 2015-2016

	2015		2016		2015-2016	
	Empresas	%	Empresas	%	Empresas	%
<i>Solo I+D externa</i>	20	12.0	22	10.2	29	11.2
<i>Solo capacitación</i>	126	75.5	168	78.1	199	77.1
<i>I+D externa y capacitación</i>	21	12.6	25	11.6	30	11.6
Total	167	100.0	215	100.0	258	100.0

De acuerdo con la ENIIMSEC 2018, el 12.7% de las empresas utilizaron este servicio entre 2015 y 2016. De las empresas que realizaron inversión para tales servicios, el 77.1% lo hizo sólo en servicios de capacitación para actividades de innovación, mientras que un 11.2% utilizó I+D externa, en tanto que un 11.6% utilizaron ambos en el periodo.

Por sector económico se observa una mayor utilización por parte de las empresas de industria manufacturera (13.3%) mientras en los servicios intensivos en conocimiento llega a 11.3%. En promedio, las empresas invirtieron S/. 3 596.

En cuanto a los resultados de innovación, se tiene que en el periodo el 53.0% de las empresas lograron algún tipo de innovación, principalmente innovación en proceso de negocio (49%), mientras que el 30% consiguió innovación en producto. Otro dato de interés se encuentra en el hecho de que, para final del periodo, las ventas correspondientes a los productos innovadores, correspondía en promedio 14.3% en las innovaciones totales.

Cuadro N° 3 Estadísticas descriptivas de las variables dependientes

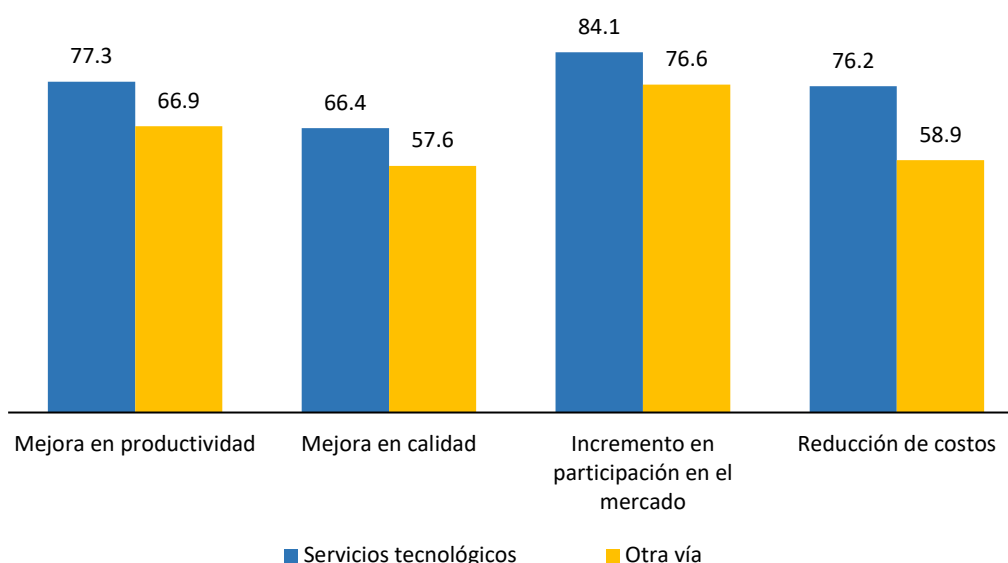
<i>Variable</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>Empresas que invirtieron en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica 2015-2016</i>	0.13	0.333	0	1
<i>Empresas que invirtieron en I+D interna 2015-2016</i>	0.12	0.323	0	1
<i>Innovación en producto</i>	0.30	0.460	0	1
<i>Innovación en proceso</i>	0.49	0.50	0	1
<i>Porcentaje de ventas de productos innovadores 2017</i>	14.28	30.394	0	100
<i>Ventas por trabajador 2015</i>	481.9	1,040.2	3.6	17,531.0
<i>Ventas por trabajador 2017</i>	443.9	1,133.6	4.0	27,144.3
<i>Diferencia de ventas por trabajador</i>	-0.09	0.568	-5	3.3

Nota: Estadísticas elaboradas sobre la muestra de 2032 empresas
Fuente: INEI – ENIIMSEC 2018.

Sobre el desempeño de las empresas, resalta que en promedio hubo una reducción en las ventas netas de las empresas, quienes pasaron de S/ 481 mil en promedio por trabajador en 2015 a S/ 444 mil en 2017. Destacable también es el hecho de que existe gran variabilidad de ambos datos, como se muestra en los valores de la desviación estándar y la diferencia entre mínimos y máximos. Este es uno de los motivos por lo que, en el modelo, las variables monetarias se expresan en logaritmos.

La ENIIMSEC 2018, también permite recoger información acerca de la percepción de los beneficios de la innovación. Si bien, es de corte subjetivo, es interesante observar que cuando se hace la consulta sobre el impacto económico de las innovaciones en el periodo, las empresas que le asignan algún grado de importancia, es mayor en el caso de las empresas que utilizaron servicios de extensionismo y transferencia tecnológica. Esto se observa en el gráfico N° 4, visualizando la diferencia más significativa en la reducción de costos, donde el 76.2% de los encuestados en empresas que utilizaron estos servicios, manifestaron que la innovación realizada en el periodo significó una mejora en ese aspecto, mientras que en empresas que no utilizaron estos servicios, se redujo a 58.9% lo que significa una reducción de 17.3 puntos porcentuales (pp). También es significativa la diferencia en mejora de la productividad con una diferencia de 10.4 pp.

Gráfico N° 4: Importancia de las innovaciones realizadas durante el periodo 2015-2017 (Porcentaje)



Fuente: INEI – ENIIMSEC 2018.

En el cuadro 4 se muestran las principales estadísticas descriptivas de las variables explicativas que se utilizan en los modelos M1 a M3 en la sección de resultados. Se observa una gran variabilidad en la variable antigüedad y empleo, por lo cual en los modelos se tratarán en logaritmos. Entre los resultados, destaca, además, los bajos niveles de vinculación activa de las empresas con fines de innovación, también que la mayor parte de empresas se encuentran en mercados diversificados y con bajas cuotas de mercado. Pese a ello, existe una gran concentración de empresas en Lima (83%). Asimismo, pese a que en la variable ventas por trabajador se encontró crecimiento negativo en el periodo, no ocurre lo mismo con los factores de producción como el empleo, el capital físico y humano.

Cuadro N° 4 Estadísticas descriptivas de las variables explicativas

Variable	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Capital por trabajador 2015 (miles de S/)	48.41	341.35	0	13780
antigüedad	18.23	14.761	1	108
capital extranjero	0.16	0.363	0	1
empleados 2015	227.65	740.773	1	16578
empresa exportadora 2015	0.37	0.482	0	1
trabajadores calificados 2015	0.26	0.257	0	1
restricciones financieras	0.46	0.498	0	1
vinculo (1=empresas)	0.04	0.191	0	1
vinculo (2=consultoras)	0.02	0.135	0	1
vinculo (3=institutos y universidades)	0.02	0.123	0	1

Variable	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
<i>vinculo (4=centros de innovación y gobierno)</i>	0.01	0.094	0	1
<i>cuota de mercado</i>	0.02	0.087	0	1
<i>obstáculos de tecnología</i>	0.32	0.466	0	1
<i>obstáculos de demanda</i>	0.59	0.492	0	1
<i>percepción de riesgo</i>	0.43	0.495	0	1
<i>accedió programa de i+d+i</i>	0.03	0.169	0	1
<i>concentración (1=alta competitiva)</i>	0.34	0.475	0	1
<i>concentración (2=no concentrada)</i>	0.53	0.499	0	1
<i>concentración (3=moderada)</i>	0.11	0.308	0	1
<i>concentración (4=concentración alta)</i>	0.02	0.155	0	1
<i>manufactura de baja tecnología</i>	0.44	0.496	0	1
<i>manufactura de mediana tecnología</i>	0.14	0.346	0	1
<i>manufactura de media/alta tecnología</i>	0.13	0.337	0	1
<i>SIC</i>	0.29	0.454	0	1
<i>Lima y Callao</i>	0.83	0.372	0	1
<i>grupo económico</i>	0.18	0.386	0	1
<i>ratio del producto principal 2015</i>	80.38	25.894	0	100
<i>adquirió o desarrollo software</i>	0.13	0.334	0	1
<i>invirtió en I+D en 2015</i>	0.1	0.304	0	1
<i>PYME en 2015</i>	0.36	0.479	0	1
<i>propiedad intelectual</i>	0.04	0.201	0	1
<i>dif. Capital por trabajador</i>	0.56	4.446	-16.2	17.3
<i>dif trabajadores</i>	0.04	0.378	-4.1	3.4
<i>dif % habilidades</i>	0.01	0.068	-0.4	0.8

Nota: Estadísticas elaboradas sobre la muestra de 2032 empresas
Fuente: INEI – ENIIMSEC 2018.

En el Anexo 5 se presentan las estadísticas descriptivas de las variables según uso de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, donde se aprecia una diferencia significativa en muchas de las variables tanto dependientes como independientes. Aunque algunas variables de desempeño como las ventas no presentan diferencias estadísticamente significativas.

7. RESULTADOS

7.1. Resultados del modelo CDM de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica

Decisión y magnitud de la inversión en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica

La primera etapa del modelo CDM corresponde a la elección de usar servicios tecnológicos y la intensidad de la inversión, mediante el modelo de Heckman de

selección muestral tal como se muestra en las ecuaciones de (10) al (12). Los resultados muestran en primer lugar que el ρ estimado ($\hat{\rho}$) es significativo, lo que indica que efectivamente existía un problema de sesgo de selección que fue corregido mediante el modelo de Heckman.

Entre los resultados más resaltantes de esta etapa, presentados en las dos primeras columnas del Cuadro N° 5, tenemos que tanto para los resultados de las ecuaciones (11) y (12), la participación de trabajadores calificados y la cantidad de empleados son relevantes en ambos. Sobre las habilidades, si bien Crepon et al (1998) consideran que esta solo influye en los determinantes de la productividad, Loof y Heshmati (2006) y Ramadani et al. (2019) la incluyen en esta etapa encontrando resultados igualmente positivos. En el caso de la cantidad de trabajadores, siguiendo las hipótesis schumpeterianas resulta positivo, pero en el caso de la magnitud cambia de signo. Este resultado está en línea con los trabajos realizados sobre las actividades de innovación o de I+D para el caso peruano (Del Pozo & Guzmán, 2022; García Carpio, 2022; M. Tello, 2020). Este hecho, ya ha sido identificado por las investigaciones sobre el tema (Lipczynski et al., 2017) y es que en realidad hay diferentes fuerzas y motivaciones para que empresas de diferente nivel, tamaño o poder de mercado se interesen por este tipo de innovaciones. Si bien las empresas grandes o monopólicas pueden tener mayores recursos para la inversión, también pueden tener barreras burocráticas o actitud complaciente, mientras que en mercados competitivos u oligopólicos pueden adoptar inversiones para lograr competitividad a través incluso de la imitación o la inserción en una cadena de suministro. El signo negativo para la intensidad de la inversión, también fue encontrado por Loof y Heshmati (2006) para el caso general de I+D y por Martin y Nguyen-Thi (2015) para el caso específico de la inversión en I+D externa.

Restringiéndonos a la decisión de invertir, también resultó relevante la variable asociada a obstáculos de tecnología, en este caso a diferencia de una inversión interna en particular, las empresas recurren a fuentes externas para conseguir nuevas tecnologías que están restringidas en su sector y, por lo tanto, no la podrían desarrollar de manera interna. Igualmente, las dificultades del mercado asociadas a la demanda serían un factor para incentivarlos a innovar, especialmente aquellas que deciden invertir en I+D siguiendo una estrategia defensiva (Lipczynski et al., 2017).

En cuanto a la magnitud de la inversión, a las variables ya mencionadas de empleo y calificación, se encuentra la antigüedad de la empresa, la cual tiene una relación cuadrática, es decir que es positiva durante los primeros años, pero su influencia va decreciendo conforme la empresa tiene más años. Es probable que al estar muchos de estos productos dirigidos a empresas de menor tamaño y orientados al traspaso de tecnología o conocimiento existente, las empresas en un inicio las necesiten, pero conforme se van asentando en el mercado y adquiriendo *know-how* se vuelve menos relevante. García (2022) también encontró una relación positiva de la antigüedad de la empresa en la decisión de invertir en actividades de innovación.

Sobre el nivel de concentración del mercado, se aprecia que ésta no es significativa en ambas etapas, exceptuando la concentración moderada para la decisión de gasto. Como se menciona en la sección 3.1, al igual que en el caso del número de trabajadores existen dos fuerzas contrapuestas que pueden estar neutralizando este efecto. Llama la atención la no significancia de las variables relacionadas a la vinculación con otras entidades (empresas, centros especializados, universidades, etc.), este resultado difiere del encontrado por Produce (2020a), aunque en este caso se ha restringido la vinculación solo para temas de innovación. Solo pertenecer a un grupo económico se

relaciona positivamente. Como mencionan Diaz y Kuramoto (2010) el Sistema Nacional de Innovación aún es muy incipiente, destacando que hay una desarticulación entre la industria y las instituciones científicas o entidades generadoras de conocimiento, esto debe influir en el hecho que las vinculaciones son incipientes o poco relevantes a tal punto que no influyen en la toma de decisiones de las empresas.

Cuadro N° 5 Estimación de la primera etapa, decisión e intensidad del gasto en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica

VARIABLES	MUESTRA TOTAL		MUESTRA EMPAREJADA (VECINO MÁS CERCANO)		MUESTRA EMPAREJADA (KERNEL)	
	LOG GASTO EN SETT	DECISIÓN DE INVERTIR EN SETT	LOG GASTO EN SETT	DECISIÓN DE INVERTIR EN SETT	LOG GASTO EN SETT	DECISIÓN DE INVERTIR EN SETT
<i>log antigüedad</i>	7.729*** (2.723)	0.0652 (0.0508)	7.416*** (2.753)	0.0424 (0.0754)	7.087** (2.808)	0.0154 (0.0683)
<i>log antigüedad al cuadrado</i>	-3.913*** (1.416)		-3.787*** (1.434)		-3.623** (1.461)	
<i>log empleados 2015</i>	-0.365*** (0.107)	0.0963*** (0.0284)	-0.471*** (0.105)	0.0533 (0.0442)	-0.457*** (0.104)	0.0615 (0.0408)
<i>vinc (1=empresas)</i>	-0.0140 (0.290)		-0.0184 (0.296)		-0.0211 (0.295)	
<i>vinc (2=consultoras)</i>	0.375 (0.458)		0.384 (0.453)		0.337 (0.454)	
<i>vinc (3=institutos y universidades)</i>	0.448 (0.549)		0.447 (0.529)		0.434 (0.530)	
<i>vinc (4=centros de innovación y gobierno)</i>	0.419 (0.573)		0.538 (0.599)		0.548 (0.598)	
<i>trabajadores calificados</i>	2.710*** (0.702)	0.477*** (0.173)	1.792*** (0.657)	-0.134 (0.267)	1.952*** (0.673)	0.00864 (0.261)
<i>empresa exportadora 2015</i>	0.197 (0.307)	0.205** (0.0852)	-0.318 (0.285)	-0.142 (0.126)	-0.333 (0.278)	-0.151 (0.115)
<i>capital extranjero</i>	0.418 (0.358)	0.116 (0.101)	0.261 (0.340)	0.0541 (0.149)	0.228 (0.333)	0.0383 (0.139)
<i>c2. no concentrada</i>	-0.515* (0.291)	-0.112 (0.104)	-0.314 (0.286)	-0.00902 (0.142)	-0.376 (0.274)	-0.0575 (0.128)
<i>c3. concentración moderada</i>	0.797** (0.406)	0.0320 (0.139)	0.811** (0.401)	0.0209 (0.188)	0.826** (0.390)	0.0376 (0.171)
<i>c4. concentración alta</i>	-0.393 (0.722)	-0.127 (0.249)	-0.218 (0.739)	-0.158 (0.341)	-0.205 (0.717)	-0.105 (0.322)
<i>ratio del producto principal 2015</i>	-0.00409 (0.00462)	-0.00200 (0.00140)	-0.00160 (0.00454)	-0.000658 (0.00202)	-0.00164 (0.00448)	- (0.00189)

VARIABLES	MUESTRA TOTAL		MUESTRA EMPAREJADA (VECINO MÁS CERCANO)		MUESTRA EMPAREJADA (KERNEL)	
	LOG GASTO EN SETT	DECISIÓN DE INVERTIR EN SETT	LOG GASTO EN SETT	DECISIÓN DE INVERTIR EN SETT	LOG GASTO EN SETT	DECISIÓN DE INVERTIR EN SETT
<i>financiamiento gubernamental</i>	0.152 (0.560)		0.0951 (0.563)		0.0992 (0.565)	
<i>restricciones financieras</i>	0.195 (0.260)	0.0640 (0.0856)	0.0847 (0.257)	0.0227 (0.118)	0.0714 (0.253)	-0.0130 (0.110)
<i>percepción de riesgo</i>	0.231 (0.291)	0.0458 (0.0851)	0.0652 (0.286)	-0.0870 (0.121)	0.117 (0.281)	-0.0623 (0.112)
<i>log capital 2015</i>	0.0631* (0.0334)	0.0293*** (0.00857)	0.0230 (0.0318)	0.00965 (0.0138)	0.0201 (0.0311)	0.00656 (0.0124)
<i>obstáculos de tecnología</i>	0.258 (0.300)	0.208** (0.0855)	0.0978 (0.293)	0.164 (0.124)	0.0641 (0.285)	0.117 (0.115)
<i>obstáculos de demanda</i>	0.244 (0.310)	0.185** (0.0895)	-0.112 (0.312)	-0.0177 (0.133)	-0.0737 (0.304)	0.0258 (0.122)
<i>grupo económico</i>	0.773*** (0.278)	0.118 (0.0931)	0.454 (0.279)	-0.0834 (0.134)	0.466* (0.274)	-0.109 (0.125)
<i>manufactura de baja tecnología</i>	-0.0858 (0.419)	-0.124 (0.120)	0.0553 (0.418)	-0.0467 (0.174)	0.0948 (0.412)	- (0.163)
<i>manufactura de mediana tecnología</i>	0.473 (0.509)	0.0137 (0.145)	0.163 (0.503)	-0.223 (0.210)	0.314 (0.499)	-0.0866 (0.196)
<i>manufactura de media/alta tecnología</i>	0.760 (0.462)	0.286* (0.150)	0.157 (0.446)	-0.0227 (0.202)	0.258 (0.440)	0.0283 (0.189)
<i>lima</i>	-0.354 (0.325)	-0.250** (0.105)	0.0641 (0.314)	-0.0205 (0.157)	0.0124 (0.305)	-0.0694 (0.143)
<i>athrho</i>		1.358*** (0.216)		1.178*** (0.230)		1.165*** (0.228)
<i>insigma</i>		0.906*** (0.128)		0.725*** (0.111)		0.720*** (0.111)
constante	2.702** (1.306)	-2.017*** (0.248)	6.207*** (0.964)	-0.198 (0.372)	6.143*** (0.952)	-0.162 (0.345)
observaciones	2,032	2,032	781	781	1,856	1,856

Errores estándar robustos en paréntesis. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

SETT: Servicios de extensión y transferencia tecnológica.

Fuente: ENIIMSEC 2018

En el caso de la regresión con la muestra emparejada, cuyos resultados se muestra en las columnas del 3 al 6 del Cuadro N° 5, la columna 3 y 4 corresponden al emparejamiento con la técnica de vecino más cercano (NNM), escogiendo cuatro vecinos con reemplazo, mientras que las columnas 5 y 6 corresponde al emparejamiento

con Kernel. Para este caso se utilizaron las mismas variables que en la primera etapa del modelo M1 y otras adicionales que se utilizaron en etapas posteriores, se realizaron pruebas de balance para asegurar que no haya distorsión en cuantiles específicos. La idea es encontrar un contrafactual válido para empresas que utilizaron servicios de extensionismo y transferencia tecnológica tomando las variables observables del año base o aquellas invariantes en el tiempo, disminuyendo la posibilidad de endogeneidad entre la decisión de invertir y las futuras variables de innovación y productividad.

Un primer resultado a destacar en ambos emparejamientos es que el rho estimado ($\hat{\rho}$) también resulta significativo. Además, todas las variables no son significativas en la primera etapa del modelo, lo cual es esperable debido a que las variables consideradas en esta etapa se utilizaron para el emparejamiento. Por ello, esta primera parte de la ecuación solo tiene como fin corregir el sesgo de selección que, por el resultado del coeficiente de correlación aún existía. En cuanto a los resultados de la magnitud de la inversión, para las variables de antigüedad, empleo y trabajadores calificados, los coeficientes son similares a los encontrados en la muestra completa en términos de signo y magnitud, siendo las únicas variables relevantes en el modelo. La variable relacionada al capital físico en este caso no es significativa, mostrando que en empresas con similares características, este factor no es relevante para decidir la magnitud de la inversión. Igualmente, la variable de pertenencia a un grupo económico solo fue relevante para la muestra con emparejamiento de tipo kernel.

Resultados en la innovación

La etapa 2 corresponde a los resultados en innovación, ecuaciones (13) y (14) del modelo planteado. Los resultados en esta etapa nos indicarán si existe un impacto directo del uso de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica en el proceso innovativo de la empresa. En este caso se han considerado dos variables de innovación, la primera corresponde a la innovación en producto, y la segunda es el porcentaje del total de ventas correspondiente a las innovaciones en producto, sin importar si están a nivel de mercado o a nivel de la empresa.

En los dos casos, la variable predicha de la magnitud de inversión en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica es positiva y estadísticamente significativa. Ramadani et al. (2019) quien usa la adquisición de conocimiento externo como proxy a las actividades de innovación también encuentra efectos positivos para la innovación en producto, igualmente Na (2021) para el caso de las capacitaciones laborales (*on-the-job training*) y la educación de los trabajadores. Por su parte, Martin y Nguyen-Thi (2015) también encuentran resultados positivos para la inversión de I+D externa.

En cuanto a las demás variables explicativas, aparte de la variable predicha de gasto en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, también lo fue el de los trabajadores, similar a lo encontrado en la literatura (Edeh & Acedo, 2021; Ramadani et al., 2019), tanto en innovación en producto, como porcentaje de ventas. Las variables que también fueron significativas la inversión general en actividades de I+D, el desarrollo de software, propiedad intelectual y ser PYME. En este caso, el desarrollo y/o adquisición de software se utiliza como proxy de uso de TIC, ya que esta edición de la encuesta no incluyó preguntas adicionales de ese tipo, y según Martin y Nguyen-Thi (2015) es un factor clave en el proceso innovativo. Dos estudios para el caso peruano corroboran la importancia de esta variable (García Carpio, 2022; M. Tello, 2020). En el caso de la protección de la innovación es otra variable clave del proceso innovativo,

usualmente se aproxima por la variable patentes (Ramadani et al., 2019), pero en este caso se utilizó una variable más flexible y de la que se tiene información del periodo inicial como el registro de gasto en propiedad intelectual durante el periodo base.

Mención aparte merece el caso de las PYME, que siguiendo las hipótesis schumpeterianas, debería tener un signo negativo. Pero nuevamente, puede tener un efecto contrapuesto (Lipczynski et al., 2017), puesto que las empresas con estas características pueden tener más facilidad de incorporar un nuevo producto en un plazo menor, con menores barreras burocráticas internas. Asimismo, cabe destacar que en Perú las empresas consideradas PYME tienen un régimen tributario más laxo tanto en términos laborales como tributarios, además, cuentan con acceso preferencial a programas de subvención para proyectos de I+D+i.

Algunas variables solo fueron significativas para un tipo de variables de innovación, en el caso de la innovación en producto, además de las ya mencionadas fueron relevantes los obstáculos de demanda, lo que llevaría a pensar que la innovación se estaría desarrollando como una estrategia defensiva ante diversas restricciones de mercado, además fue importante el acceso a programas gubernamentales de I+D+i, similar a lo encontrado por Edeh y Acedo (2021) en Nigeria. Asimismo, ubicarse en Lima y pertenecer a un grupo económico, además de la industria manufacturera de media/alta tecnología. Igualmente, aunque con significancia negativa, el ratio de ventas del producto principal fue relevante. Este último resultado sugiere que las empresas con mayor diversificación en las ventas de productos, tienden a tener mayor innovación.

Cuadro N° 6 Estimación de la segunda etapa, resultados de innovación

VARIABLES	MUESTRA TOTAL		MUESTRA EMPAREJADA (VECINO MÁS CERCANO)		MUESTRA EMPAREJADA (KERNEL)	
	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES
<i>gasto en SETT predicho</i>	0.0355*** (0.0115)	2.208*** (0.781)	0.123*** (0.0386)	7.384** (3.095)	0.101*** (0.0335)	6.880** (2.854)
<i>log empleados 2015</i>	0.0331*** (0.00933)	1.624** (0.648)	0.0855*** (0.0257)	6.162*** (2.110)	0.0708*** (0.0227)	4.999*** (1.894)
<i>obstáculos de tecnología</i>	0.00378 (0.0220)	2.005 (1.560)	0.0423 (0.0442)	6.142* (3.634)	0.0347 (0.0397)	6.225* (3.429)
<i>obstáculos de demanda</i>	0.0692*** (0.0216)	1.930 (1.545)	0.127*** (0.0461)	2.558 (3.781)	0.115*** (0.0410)	2.265 (3.540)
<i>capital extranjero</i>	-0.0426 (0.0291)	-4.027** (1.971)	-0.0682 (0.0570)	-6.252 (4.350)	-0.0642 (0.0506)	-6.649* (3.994)
<i>percepción de riesgo</i>	-0.0401* (0.0212)	-2.748* (1.480)	-0.0816* (0.0425)	-6.161* (3.574)	-0.0665* (0.0385)	-5.185 (3.359)
<i>c2. no concentrada</i>	0.00264 (0.0258)	0.0713 (1.824)	-0.0111 (0.0544)	-0.363 (4.818)	-0.00888 (0.0489)	0.541 (4.426)
<i>c3. concentración moderada</i>	0.00406	0.875	-0.0823	-4.664	-0.0409	-3.147

VARIABLES	MUESTRA TOTAL		MUESTRA EMPAREJADA (VECINO MÁS CERCANO)		MUESTRA EMPAREJADA (KERNEL)	
	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES
	(0.0334)	(2.646)	(0.0766)	(6.835)	(0.0672)	(6.288)
<i>c4. concentración alta</i>	0.0735	4.700	0.0864	0.581	0.139	4.876
	(0.0713)	(5.431)	(0.110)	(11.19)	(0.0914)	(10.73)
<i>adquirió o desarrollo software</i>	0.173***	14.66***	0.0398	5.541	0.0331	6.520*
	(0.0268)	(2.657)	(0.0441)	(3.728)	(0.0399)	(3.569)
<i>accedió programa de idi</i>	0.216***	6.903	0.0565	-4.574	0.0487	-4.151
	(0.0641)	(4.950)	(0.0884)	(6.447)	(0.0818)	(6.618)
<i>invirtió en i+d en 2015</i>	0.284***	13.74***	0.167***	6.010	0.163***	6.121
	(0.0312)	(3.025)	(0.0454)	(3.843)	(0.0426)	(3.755)
<i>ratio del producto principal 2015</i>	-0.00124***	-0.0431	-0.000695	-0.0295	-0.000896	-0.0235
	(0.000361)	(0.0280)	(0.000774)	(0.0634)	(0.000676)	(0.0616)
<i>pyme</i>	0.0788***	5.021**	0.171***	17.74***	0.126**	12.83***
	(0.0274)	(2.049)	(0.0584)	(5.331)	(0.0514)	(4.951)
<i>propiedad intelectual</i>	0.245***	7.759*	0.124*	-2.576	0.180***	1.037
	(0.0569)	(4.468)	(0.0714)	(4.875)	(0.0635)	(4.810)
<i>manufactura de baja tecnología</i>	0.0121	-1.236	0.107	4.008	0.0803	2.308
	(0.0271)	(1.889)	(0.0660)	(5.254)	(0.0579)	(4.937)
<i>manufactura de mediana tecnología</i>	0.0396	-0.623	0.195***	11.67*	0.142**	5.105
	(0.0328)	(2.450)	(0.0710)	(6.450)	(0.0635)	(5.771)
<i>manufactura de media/alta tecnología</i>	0.0724*	-2.449	0.187**	1.046	0.165**	-1.402
	(0.0396)	(2.921)	(0.0738)	(6.445)	(0.0667)	(5.981)
<i>lima</i>	0.110***	-0.883	0.0800	-10.47*	0.0913	-9.695*
	(0.0286)	(1.956)	(0.0604)	(5.363)	(0.0557)	(4.963)
constante		2.575		-29.15		-21.17
		(5.336)		(23.79)		(21.94)
observaciones	2,032	2,032	781	781	1,856	1,856
R-cuadrado	0.161	0.091	0.103	0.070	0.102	0.058

1/ En el caso del modelo probit se muestra el R cuadrado MacFadden
Errores estándar robustos en paréntesis. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. En el caso de los modelos probit se muestran los efectos marginales.

Fuente: Encuesta Nacional de Innovación de la industria manufacturera y servicios intensivos en conocimiento (ENIIMSEC) 2018

Sin embargo, estas variables no son relevantes para el ratio de ventas, lo que sugiere que si bien tienen un impacto en el logro de innovación, no necesariamente lo son para

conseguir su éxito. En cambio, en el caso del ratio de ventas, la participación de capital extranjero tuvo una relación significativa aunque negativa.

En el caso de la muestra emparejada, cuyos resultados se muestran en las columnas del 3 al 6 del Cuadro N° 6, son significativas para la innovación en producto y con coeficientes similares. Con respecto al resto de variables, se presentan comportamientos similares en caso todas las variables, con excepción de adquisición o desarrollo de software, acceder a programas de I+D+i, ratio del producto principal y tener sede en Lima, que no son relevantes en este modelo. Caso contrario, ser empresa de mediana tecnología si lo es.

Para el porcentaje de ventas innovativas, la magnitud del uso de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica fue significativo en el emparejamiento aunque al 5%. En cuanto al resto de variables se encuentra que el número de empleados y ser PYME, siguen siendo significativas tanto en NNM como en Kernel. Por otro lado, existe diferencias sobre el resto de las variables. En el caso de NNM no es significativa la propiedad intelectual, el capital extranjero, la adquisición de software. En las regresiones en Kernel en cambio no es significativo la percepción de riesgo, pero si lo es la adquisición de software y el capital extranjero.

Comparando los indicadores de bondad de ajuste, se calculó la raíz del error cuadrático medio y el R^2 para las regresiones lineales y pseudo R^2 de McFadden y de McKelvey & Zavoina para las regresiones de máxima verosimilitud. Los resultados, mostrados en el Anexo 5, revelan que en el caso del modelo probit, la muestra total presenta mejor ajuste que las emparejadas. En tanto, entre las emparejadas presentan ajustes similares, siendo la que se obtuvo del emparejamiento de Kernel la mejor posicionada. Similar comportamiento ocurre en los modelos de regresión, aunque entre las muestras emparejadas, la de NMM mostró un mejor valor en el R^2 ajustado.

Resultados en el desempeño

Finalmente, para la etapa 3 (ecuación 16), siguiendo el modelo de determinantes de la productividad, que parte de una función de producción de tipo Cobb-Douglas, se analiza como variable dependiente la diferencia del logaritmo de ventas netas por trabajador en el periodo. En el Cuadro N°7 se puede observar la significancia de las variables predichas de la innovación. Con ello se muestra que la innovación, explicada por la inversión en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, tiene efectos en el desempeño de las empresas en el corto plazo. Este efecto también es encontrado por Ramadani et al (2019) y Loof y Heshmati (2006) para la productividad laboral, incluso, este último utiliza el diferencias de ventas por trabajador como en este caso. Hay que mencionar que tanto Jarmin (1999) y Lipscomb et al. (2018) midieron directamente el programa de extensionismo tecnológico en la productividad, encontrando también efectos positivos.

En cuanto a los factores de producción, el capital físico por trabajador muestra significancia positiva, siendo consistente con la literatura revisada. Sin embargo, en el caso del trabajo se encuentran cifras significativas pero negativas, esto último no se encuentra en la literatura, salvo Edeh y Acedo (2021) que encuentran significancia negativa para la innovación en proceso y en marketing para en caso de Nigeria. En estudios de Crepon et al (1998), Loof y Heshmati (2006) y Tello (2020) no se encontró significancia en este indicador. En el caso de las habilidades, aproximadas como el

porcentaje de trabajadores con educación superior, solo es significativa al 10%. Otra variable relevante fueron las restricciones financieras.

En la muestra emparejada, cuyos resultados se muestran en las columnas 3 al 6 del Cuadro N° 7, las variables de innovación predichas resultan significativas solo para el caso del ratio de ventas, mostrando coeficientes similares a la muestra total. Sin embargo, no fue relevante para la innovación en producto. En el caso de los factores de producción, los resultados son significativos en capital y en número de trabajadores, pero no en trabajadores calificados. Es decir, incrementar la proporción de trabajadores calificados no tuvo relevancia en la productividad del periodo. Esto estaría relacionado al elevado desajuste ocupacional existente en el país, es decir, personas que pese a tener elevados niveles de educación se encuentran en trabajos cuyas habilidades requeridas son menores al conocimiento adquirido. De acuerdo con Ortiz et al (2020), el desajuste ocupacional en el Perú llegaba al 60.7% de los egresados universitarios, estando un 34.3% en ocupaciones de nivel técnico o inferior y no relacionado a su campo de estudio. En este caso, a diferencia de la ecuación de innovación, es la muestra emparejada la que presenta mayor bondad de ajuste, en particular la del NNM (Ver Anexo N° 5).

Cuadro N° 7 Estimación de la etapa 3 Desempeño de las empresas en la diferencia de ventas por trabajador

VARIABLES	MUESTRA TOTAL		MUESTRA EMPAREJADA (VECINO MÁS CERCANO)		MUESTRA EMPAREJADA (KERNEL)	
	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES
<i>innovación predicha</i>	0.222*** (0.0517)	0.00487*** (0.00103)	0.0864 (0.116)	0.00430* (0.00244)	0.0883 (0.105)	0.00424** (0.00212)
<i>diferencia en log capital por trabajador</i>	0.0145*** (0.00349)	0.0146*** (0.00350)	0.0161*** (0.00623)	0.0164*** (0.00629)	0.0155*** (0.00545)	0.0156*** (0.00545)
<i>diferencia en log de trabajo</i>	-0.427*** (0.0915)	-0.428*** (0.0911)	-0.538*** (0.0722)	-0.537*** (0.0709)	-0.525*** (0.0698)	-0.527*** (0.0681)
<i>diferencia en % de trab. calificados</i>	0.437* (0.264)	0.444* (0.264)	0.179 (0.422)	0.190 (0.418)	0.359 (0.363)	0.369 (0.360)
<i>manufactura de baja tecnología</i>	0.0574* (0.0332)	0.0719** (0.0333)	0.0474 (0.0611)	0.0608 (0.0616)	0.0639 (0.0596)	0.0796 (0.0604)
<i>manufactura de mediana tecnología</i>	0.0818** (0.0406)	0.0957** (0.0400)	0.0233 (0.0626)	0.0104 (0.0603)	0.0513 (0.0620)	0.0543 (0.0594)
<i>manufactura de media/alta tecnología</i>	0.0836**	0.116***	0.0318	0.0607	0.0491	0.0792

VARIABLES	MUESTRA TOTAL		MUESTRA EMPAREJADA (VECINO MÁS CERCANO)		MUESTRA EMPAREJADA (KERNEL)	
	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES
	(0.0382)	(0.0367)	(0.0594)	(0.0600)	(0.0588)	(0.0585)
<i>lima</i>	-0.0276	0.00125	-0.0239	0.0300	-0.0383	0.0154
	(0.0378)	(0.0383)	(0.0588)	(0.0652)	(0.0577)	(0.0638)
<i>log antigüedad</i>	-0.0263	-0.0258	0.00215	0.00491	-0.0153	-0.0130
	(0.0182)	(0.0181)	(0.0245)	(0.0249)	(0.0251)	(0.0249)
<i>restricciones financieras</i>	-0.0418*	-0.0440*	-0.0849**	-0.0967***	-0.0635*	-0.0752**
	(0.0238)	(0.0239)	(0.0356)	(0.0362)	(0.0361)	(0.0363)
<i>constante</i>	-0.0896	-0.129*	-0.0665	-0.197	-0.0330	-0.163
	(0.0693)	(0.0708)	(0.129)	(0.162)	(0.115)	(0.145)
<i>observaciones</i>	2,032	2,032	781	781	1,856	1,856
<i>R cuadrado</i>	0.104	0.104	0.164	0.169	0.153	0.157

Errores estándar robustos en paréntesis. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$
Fuente: ENIIMSEC 2018

7.2. Resultados del modelo CDM de I+D interna

Comparación entre el CDM utilizando servicios de extensionismo y transferencia tecnológica e I+D interna

Se aplicó otra regresión similar para el caso de las empresas que invierten en I+D interna (Modelo M3). En esta sección se aplicarán las regresiones mostradas en las ecuaciones (20) al (24). En este caso dado que no se encontraron diferencias significativas en los resultados de la muestra emparejada y sin emparejar, se ha optado por mantener los resultados de la muestra completa, con el fin de mantener la validez externa.

En el Cuadro N° 8 se muestran los resultados, comparándolo con el modelo visto en el Cuadro N° 5 sobre servicios de extensionismo y transferencia tecnológica. En el caso de la decisión de invertir en I+D interna, coinciden con la decisión de invertir en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica en la relevancia del número de empleados y contar con trabajadores calificados, así como ser empresa exportadora, la situación inicial de inversión en capital físico y los obstáculos de mercado relacionados a acceso a tecnología y demanda, coincidiendo también con la literatura revisada (Crepon et al., 1998; Edeh & Acedo, 2021; Tello, 2020). En particular, aquí es importante la participación en un grupo económico y la diversificación, coincidiendo con el modelo tradicional de CDM, es decir en este caso las variables relacionadas a la posición en el diversificación sí son relevantes y la inversión se estaría dando para expandir mercados, relacionado más a una estrategia ofensiva.

Sobre la magnitud del gasto, destacan algunas diferencias entre los modelos, una de ellas es la importancia de la antigüedad, lo que sugiere en este caso que la trayectoria y la experiencia no son relevantes. Asimismo, dejan de ser relevantes el número de trabajadores y el nivel de concentración de mercado, ambas asociadas a las hipótesis

schumpeterianas. En el caso de los trabajadores calificados y el logaritmo del capital mantienen efectos significativos y positivos en ambos modelos similar a lo encontrado en la literatura. Una diferencia adicional es que, en este caso, la vinculación con empresa si es relevante, en línea con lo encontrado por Loof y Heshmati (2006), aunque negativa. Esta diferencia sugiere que la colaboración con otras empresas se estaría dando a través de servicios para tecnologías “listas para usar”, donde usualmente el conocimiento fluye en un sentido, de proveedor a cliente (Carboni & Medda, 2021) y no requeriría de un proceso interno de I+D.

Por otro lado, la pertenencia a un grupo económico también es significativa. Similar resultado encuentran Edeh y Acedo (2021) que encuentra efectos positivos en la cooperación con compañías externas y acceder a soporte financiero federal o extranjero. La diversificación de la producción también es un factor relevante, similar al resultado obtenido por Crepon et al (1998).

Cuadro N° 8 Resultados de la etapa 1 Decisión e intensidad del gasto en I+D interna

VARIABLES	SERVICIOS TECNOLÓGICOS		I+D INTERNA	
	LOG GASTO EN SETT	DECISIÓN DE INVERTIR EN SETT	LOG GASTO EN SETT	DECISIÓN DE INVERTIR EN SETT
<i>log antigüedad</i>	7.729*** (2.723)	0.0652 (0.0508)	-1.879 (3.004)	-0.0563 (0.0553)
<i>log antigüedad al cuadrado</i>	-3.913*** (1.416)		0.954 (1.562)	
<i>log empleados 2015</i>	-0.365*** (0.107)	0.0963*** (0.0284)	-0.107 (0.122)	0.226*** (0.0332)
<i>vinc (1=empresas)</i>	-0.0140 (0.290)		-0.753** (0.324)	
<i>vinc (2=consultoras)</i>	0.375 (0.458)		0.442 (0.676)	
<i>vinc (3=institutos y universidades)</i>	0.448 (0.549)		-0.491 (0.358)	
<i>vinc (4=centros de innovación y gobierno)</i>	0.419 (0.573)		-0.185 (0.715)	
<i>trabajadores calificados</i>	2.710*** (0.702)	0.477*** (0.173)	2.275*** (0.721)	0.919*** (0.185)
<i>empresa exportadora 2015</i>	0.197 (0.307)	0.205** (0.0852)	0.527 (0.368)	0.331*** (0.0892)
<i>capital extranjero</i>	0.418 (0.358)	0.116 (0.101)	-0.0537 (0.323)	-0.0317 (0.108)
<i>c2. no concentrada</i>	-0.515* (0.291)	-0.112 (0.104)	0.206 (0.346)	0.103 (0.117)
<i>c3. concentración moderada</i>	0.797**	0.0320	0.145	-0.0183

VARIABLES	SERVICIOS TECNOLÓGICOS		I+D INTERNA	
	LOG GASTO EN SETT	DECISIÓN DE INVERTIR EN SETT	LOG GASTO EN SETT	DECISIÓN DE INVERTIR EN SETT
	(0.406)	(0.139)	(0.474)	(0.175)
<i>c4. concentración alta</i>	-0.393	-0.127	0.114	0.163
	(0.722)	(0.249)	(0.737)	(0.286)
<i>ratio del producto principal 2015</i>	-0.00409	-0.00200	-0.0126**	-0.00809***
	(0.00462)	(0.00140)	(0.00565)	(0.00149)
<i>financiamiento gubernamental</i>	0.152		0.223	
	(0.560)		(0.366)	
<i>restricciones financieras</i>	0.195	0.0640	0.265	0.0270
	(0.260)	(0.0856)	(0.280)	(0.0914)
<i>percepción de riesgo</i>	0.231	0.0458	0.183	0.0617
	(0.291)	(0.0851)	(0.278)	(0.0901)
<i>log capital 2015</i>	0.0631*	0.0293***	0.0736**	0.0256**
	(0.0334)	(0.00857)	(0.0367)	(0.0105)
<i>obstaculos de tecnología</i>	0.258	0.208**	0.173	0.203**
	(0.300)	(0.0855)	(0.273)	(0.0928)
<i>obstaculos de demanda</i>	0.244	0.185**	0.316	0.329***
	(0.310)	(0.0895)	(0.311)	(0.0985)
<i>grupo económico</i>	0.773***	0.118	0.991***	0.173*
	(0.278)	(0.0931)	(0.304)	(0.0969)
<i>manufactura de baja tecnología</i>	-0.0858	-0.124	-0.683	-0.0465
	(0.419)	(0.120)	(0.500)	(0.134)
<i>manufactura de mediana tecnología</i>	0.473	0.0137	-0.336	0.203
	(0.509)	(0.145)	(0.549)	(0.164)
<i>manufactura de media/alta tecnología</i>	0.760	0.286*	0.487	0.517***
	(0.462)	(0.150)	(0.534)	(0.165)
<i>lima</i>	-0.354	-0.250**	-0.340	-0.0468
	(0.325)	(0.105)	(0.357)	(0.123)
<i>athrho</i>		1.358***		1.080***
		(0.216)		(0.392)
<i>Insigma</i>		0.906***		0.763***
		(0.128)		(0.183)
<i>constante</i>	2.702**	-2.017***	3.766**	-2.504***
	(1.306)	(0.248)	(1.675)	(0.289)
<i>observaciones</i>	2,032	2,032	2,032	2,032

Errores estándar robustos en paréntesis. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$
Fuente: ENIIMSEC 2018

En la segunda fase, al igual que en el caso de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, la variable del gasto predicho es significativa en todas las variables de innovación. Aunque se puede apreciar que los efectos marginales son menores en los coeficientes de I+D interna que en los de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica. En el caso de I+D interna mantienen el signo y significancia de la mayoría de las variables, excepto el logaritmo del empleo en el caso de la variable de ratio de ventas y el capital extranjero para para la innovación en producto. Incluso los efectos marginales son similares en ambos casos.

Cuadro N° 9 Estimación de la segunda etapa, resultados de innovación (Modelo 3)

VARIABLES	SERVICIOS TECNOLÓGICOS		I+D INTERNA	
	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES
<i>gasto en sett predicho</i>	0.0355*** (0.0115)	2.208*** (0.781)	0.0226** (0.0114)	1.391* (0.797)
<i>log empleados 2015</i>	0.0331*** (0.00933)	1.624** (0.648)	0.0210** (0.00816)	0.870 (0.569)
<i>obstaculos de tecnología</i>	0.00378 (0.0220)	2.005 (1.560)	0.00930 (0.0219)	2.340 (1.567)
<i>obstaculos de demanda</i>	0.0692*** (0.0216)	1.930 (1.545)	0.0702*** (0.0218)	1.994 (1.550)
<i>capital extranjero</i>	-0.0426 (0.0291)	-4.027** (1.971)	-0.0189 (0.0276)	-2.589 (1.845)
<i>percepción de riesgo</i>	-0.0401* (0.0212)	-2.748* (1.480)	-0.0356* (0.0211)	-2.471* (1.484)
<i>c2. no concentrada</i>	0.00264 (0.0258)	0.0713 (1.824)	-0.0225 (0.0247)	-1.502 (1.742)
<i>c3. concentración moderada</i>	0.00406 (0.0334)	0.875 (2.646)	0.0282 (0.0339)	2.350 (2.541)
<i>c4. concentración alta</i>	0.0735 (0.0713)	4.700 (5.431)	0.0543 (0.0707)	3.609 (5.423)
<i>adquirió o desarrollo software</i>	0.173*** (0.0268)	14.66*** (2.657)	0.174*** (0.0270)	14.70*** (2.661)
<i>accedió programa de idi</i>	0.216*** (0.0641)	6.903 (4.950)	0.227*** (0.0639)	7.553 (4.969)
<i>invirtió en i+d en 2015</i>	0.284*** (0.0312)	13.74*** (3.025)	0.288*** (0.0312)	14.02*** (3.030)
<i>ratio del producto principal 2015</i>	-0.00124*** (0.000361)	-0.0431 (0.0280)	-0.00108*** (0.000386)	-0.0334 (0.0296)
<i>pyme</i>	0.0788***	5.021**	0.0700**	4.433**

VARIABLES	SERVICIOS TECNOLÓGICOS		I+D INTERNA	
	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES
	(0.0274)	(2.049)	(0.0274)	(2.037)
<i>propiedad intelectual</i>	0.245***	7.759*	0.248***	7.994*
	(0.0569)	(4.468)	(0.0571)	(4.446)
<i>manufactura de baja tecnología</i>	0.0121	-1.236	0.0147	-1.060
	(0.0271)	(1.889)	(0.0290)	(2.009)
<i>manufactura de mediana tecnología</i>	0.0396	-0.623	0.0557	0.302
	(0.0328)	(2.450)	(0.0341)	(2.453)
<i>manufactura de media/alta tecnología</i>	0.0724*	-2.449	0.0823**	-1.860
	(0.0396)	(2.921)	(0.0396)	(2.910)
<i>lima</i>	0.110***	-0.883	0.105***	-1.133
	(0.0286)	(1.956)	(0.0287)	(1.979)
constante		2.575		4.244
		(5.336)		(6.247)
observaciones	2,032	2,032	2,032	2,032
R-cuadrado	0.161	0.091	0.159	0.089

Errores estándar en paréntesis. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Fuente: Encuesta Nacional de Innovación de la industria manufacturera y servicios intensivos en conocimiento (ENIIMSEC) 2018

Finalmente, sobre los efectos en el desempeño de las empresas, se puede observar que los coeficientes de la variable de innovación predicha son significativos tanto en I+D como en servicios de extensión y transferencia tecnológica. Además, los valores de los coeficientes del resto de variables son similares, lo que mostraría que ambos son buenos predictores de la innovación. Este resultado va en línea con lo encontrado por Ramadani et al., (2019), quienes utilizaron la adquisición de conocimiento externo como proxy a la inversión en I+D.

Cuadro N° 10 Estimación de la etapa 3 Desempeño de las empresas en la diferencia de ventas por trabajador (Modelo 3)

VARIABLES	SERVICIOS TECNOLÓGICOS		I+D INTERNA	
	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES
<i>innovación predicha</i>	0.222***	0.00487***	0.221***	0.00485***
	(0.0517)	(0.00103)	(0.0532)	(0.00105)
<i>diferencia en log capital por trabajador</i>	0.0145***	0.0146***	0.0144***	0.0145***
	(0.00349)	(0.00350)	(0.00349)	(0.00350)

VARIABLES	SERVICIOS TECNOLÓGICOS		I+D INTERNA	
	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES	INNOVACIÓN EN PRODUCTO	RATIO VENTAS DE INNOVACIÓN/ VENTAS TOTALES
diferencia en log de trabajo	-0.427*** (0.0915)	-0.428*** (0.0911)	-0.427*** (0.0916)	-0.428*** (0.0912)
diferencia en porcentaje de trabajadores calificados	0.437* (0.264)	0.444* (0.264)	0.434 (0.264)	0.439* (0.264)
manufactura de baja tecnología	0.0574* (0.0332)	0.0719** (0.0333)	0.0569* (0.0333)	0.0711** (0.0333)
manufactura de mediana tecnología	0.0818** (0.0406)	0.0957** (0.0400)	0.0812** (0.0407)	0.0948** (0.0401)
manufactura de media/alta tecnología	0.0836** (0.0382)	0.116*** (0.0367)	0.0830** (0.0384)	0.115*** (0.0368)
lima	-0.0276 (0.0378)	0.00125 (0.0383)	-0.0276 (0.0379)	0.00104 (0.0383)
log antigüedad	-0.0263 (0.0182)	-0.0258 (0.0181)	-0.0252 (0.0182)	-0.0242 (0.0181)
restricciones financieras	-0.0418* (0.0238)	-0.0440* (0.0239)	-0.0416* (0.0238)	-0.0436* (0.0239)
constante	-0.0896 (0.0693)	-0.129* (0.0708)	-0.0919 (0.0692)	-0.132* (0.0705)
observaciones	2,032	2,032	2,032	2,032
R cuadrado	0.104	0.104	0.103	0.104

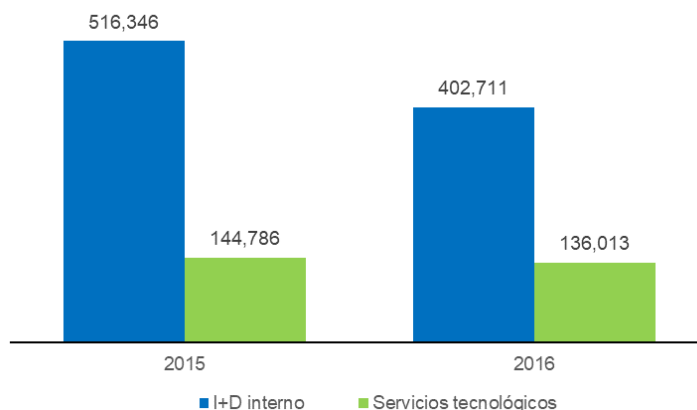
Errores estándar robustos en paréntesis. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$
Fuente: ENIIMSEC 2018

Si bien los resultados del cuadro 10 muestran que a final de cuentas por ambas vías se obtienen resultados similares en ventas por trabajador, que es la variable de productividad laboral. La ENIIMSEC 2018 muestra que en promedio las empresas invierten más dinero por trabajador en I+D interno que en servicios de extensión y transferencia tecnológica. En el Gráfico N° 5 se muestra el gasto promedio realizado por las empresas para los años 2015 y 2016 y se muestra que en promedio el gasto en I+D es más del doble del que se realiza en estos servicios.

Aunque es probable que en caso de la I+D interna se trate de proyectos de largo plazo cuyos efectos se muestren a futuro, debido a que requieren un mayor tiempo para desarrollar nuevas ideas útiles para el proceso productivo de la empresa. Como se mencionó en el marco teórico, las fallas de mercado inherentes a este tipo de

actividades y el tiempo de espera para obtener resultados puede traducirse en una inversión prohibitiva para muchas empresas, siendo los servicios de extensionismo y transferencia tecnológica una alternativa viable para conseguir resultados en innovación y a partir de este en el desempeño de las empresas.

Gráfico N° 5: Gasto promedio en actividades de innovación



Fuente: ENIIMSEC 2018

Para tener una idea de los efectos diferenciados de invertir en I+D interno e invertir en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, se utilizará la función dosis-respuesta, la cual es construida mediante *generalized propensity score* (GPS). La idea central de usar este método es conocer el efecto marginal de ambas inversiones en los resultados de innovación y productividad laboral. En el panel a y b del gráfico N° 6, se muestra la relación entre la probabilidad de lograr innovaciones en producto con la inversión en actividades de innovación de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica e inversión en I+D interno respectivamente. En el panel (a) destaca el rápido crecimiento de la probabilidad de innovar ante inversiones iniciales en estos servicios, tendencia que se va disminuyendo hasta llegar a los 8 mil soles²¹ por trabajador que empieza a decrecer. Este comportamiento muestra la existencia de una relación cuadrática de la adquisición del conocimiento externo, comportamiento que ha sido estudiados por algunos autores (Carboni & Medda, 2021; Hottenrott & Lopes-Bento, 2016) y se debería a que un exceso de inversión sería contraproducente, pues se incrementan los costos de coordinación, dirección y control y puede contraer la capacidad de la empresa para desarrollar conocimiento interno. En cambio, la I+D interna, aunque por tramos se muestra con una menor pendiente, el crecimiento siempre es ascendente.

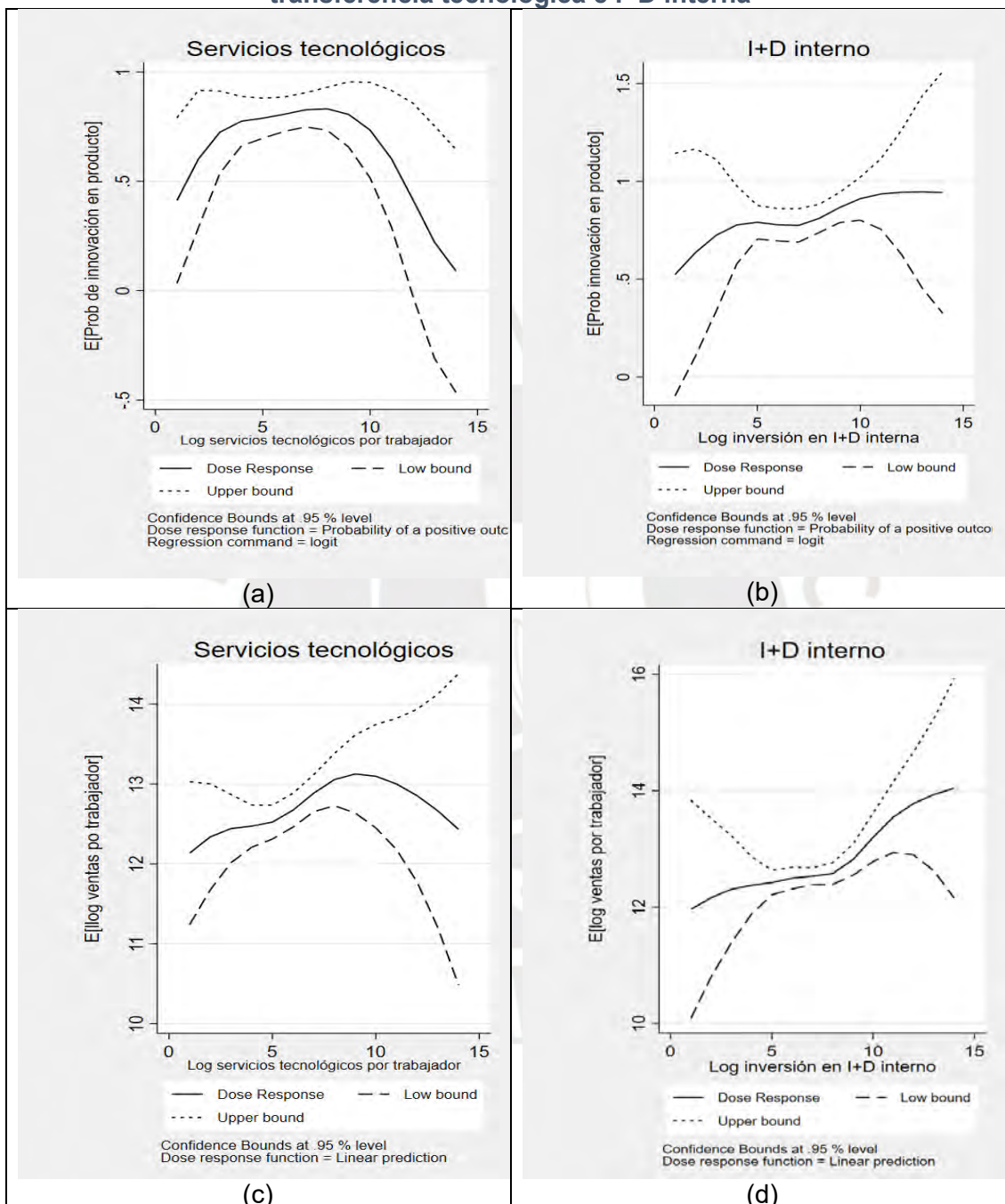
Para el caso del desempeño, se trata de mostrar cuanto cambia el porcentaje ventas de 2017 por cada cambio porcentual en el gasto de I+D o servicios de extensionismo y transferencia tecnológica²² mostradas en los paneles (c) y (d) del gráfico N° 6. Los resultados muestran una relación positiva entre el gasto en estos servicios y el incremento en ventas, pero solo ante montos no muy elevados, al igual que la probabilidad de innovar, la curva va decreciendo alrededor de los 8 mil soles por

²¹ Valor obtenido de exponencial de 9, dado que se encuentra en logaritmos.

²² Dado que las variables se toman en logaritmos, se puede interpretar los cambios como cambios porcentuales. Los intervalos de confianza se construyeron por Bootstrap con 1000 repeticiones.

trabajador. Caso contrario, cuando se supera ese mismo grado de inversión, el resultado en ventas se incrementa de manera más acelerada.

Gráfico N° 6: Función dosis respuesta del gasto en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica e I+D interna



7.3. Iteración con otras actividades de innovación

En esta sección se desarrolla la ecuación de innovación para la muestra completa, considerando la variable de inversión en SETT por trabajador y con variables categóricas que indican la inversión en actividades de innovación durante el periodo inicial. En particular se considera de manera independiente un modelo incluyendo una de estas variables: i) I+D interna, ii) ingeniería, diseño y otras actividades creativas, iii)

marketing y valor de marca y iv) propiedad intelectual, v) desarrollo o adquisición de software o base de datos, vi) adquisición o alquiler de bienes de capital (incluye hardware).

Los resultados, mostrados en el cuadro N° 11, indican que individualmente, todas las variables de uso de actividades de innovación resultaron significativas, siendo la inversión en ingeniería, diseño y otras actividades creativas la que tuvo mayor efecto marginal sobre la probabilidad de innovar en ambas variables consideradas. Sin embargo, la relación con la magnitud de la inversión en SETT solo resulto significativa y positiva, para conseguir innovación en producto en el desarrollo o adquisición de software o base de datos, la iteración en cambio fue significativa pero negativa para el caso de la propiedad intelectual. Este hecho puede indicar una complementariedad entre el uso de TIC y los servicios de extensión y transferencia tecnológica.

Una de las actividades que muestra mayor significancia es la de ingeniería, diseño y otras actividades creativas. Sobre ingeniería y diseño, Bell (2009) resalta que si bien en ocasiones estas actividades son mera imitación, a menudo implican cierto grado de novedad y que no se vinculan directamente con las actividades de I+D. Se basan en acervos de conocimientos existentes que ya tienen disponibles y crean novedad al combinar elementos de nuevas maneras.

Cuadro N° 11 Estimación de la innovación incluyendo iteración entre las actividades de innovación

VARIABLES	<i>Log gasto en SETT</i>	<i>Actividad de innovación</i>	<i>Iteración (SETT*actividad)</i>	<i>R-cuadrado</i>
I+D INTERNA				
<i>innovación en producto</i>	0.143***	1.375***	-0.0934	0.129
<i>ratio ventas de innovación/ ventas totales</i>	2.463***	19.41***	-0.404	0.062
INGENIERÍA, DISEÑO Y OTRAS ACTIVIDADES CREATIVAS				
<i>innovación en producto</i>	0.139***	1.413***	0.0495	0.17
<i>ratio ventas de innovación/ ventas totales</i>	2.460***	21.66***	0.355	0.083
MARKETING Y VALOR DE MARCA				
<i>innovación en producto</i>	0.170***	1.184***	-0.0508	0.113
<i>ratio ventas de innovación/ ventas totales</i>	2.942***	14.39**	0.204	0.047
PROPIEDAD INTELECTUAL (PI)				
<i>innovación en producto</i>	0.171***	1.574***	-0.167	0.106
<i>ratio ventas de innovación/ ventas totales</i>	3.179***	29.21***	-5.586*	0.047
DESARROLLO O ADQUISICIÓN DE SOFTWARE Y BASE DE DATOS				
<i>innovación en producto</i>	0.151***	0.457***	0.147**	0.113
<i>ratio ventas de innovación/ ventas totales</i>	2.621***	12.90***	2.270	0.071
ADQUISICIÓN O ALQUILER DE BIENES DE CAPITAL (INCLUYE HARDWARE)				
<i>innovación en producto</i>	0.154***	0.809***	0.0613	0.129
<i>ratio ventas de innovación/ ventas totales</i>	2.579***	14.19***	1.391	0.070

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La innovación es una de las vías clave para lograr mejora de productividad en las empresas. Sin embargo, las inversiones en investigación y desarrollo (I+D) dentro de la empresa pueden llegar a ser prohibitivas para las empresas, debido a las fallas de mercado, la magnitud de la inversión inicial, el carácter de bien público del conocimiento y los riesgos e incertidumbre asociados al resultado. Por ello, muchas empresas optan por adquirir conocimiento de manera externa, de modo que puedan compartir el riesgo con agentes externos, estimular la transferencia de tecnología y mejorar los aspectos comerciales y organizacionales dentro de la empresa. Además, en países emergentes alejados de la frontera tecnológica, mejora el acceso a tecnología, usualmente de probada efectividad, en un tiempo más corto.

La decisión de invertir en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica está relacionada con el tamaño y el capital humano de la empresa, representado por el número de trabajadores y el porcentaje de trabajadores con educación superior de la misma. Asimismo, los obstáculos de mercado son un factor importante tanto en términos de demanda como de oportunidades tecnológicas. Estos últimos resultados implicarían que las empresas estarían adoptando una actitud defensiva en su estrategia de innovación, con el fin de no perder competitividad y quedarse desfasado frente a sus competidores del mercado. Esto se diferencia de la decisión de invertir en I+D interno, donde las variables relacionadas a la estructura de mercado, vinculación con empresas y diversificación de productos tuvieron también relevancia lo que sugiere el seguimiento de una estrategia ofensiva.

Para el nivel de inversión en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, además de lo mencionado resulta relevante la antigüedad de la empresa, aunque en una relación no lineal, evidenciada la significancia de la antigüedad al cuadrado. Este resultado sugiere la existencia de una trayectoria en la que las empresas deciden invertir en estos servicios conforme se incrementan los años de experiencia, probablemente por un mejor conocimiento del manejo interno de la empresa y los proveedores de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica que le pueden ser útiles. Como señala Chen et al (2015), conocer el socio adecuado para proveer conocimiento externo es clave para el éxito innovativo. Sin embargo, en cierto punto, conforme se incrementa la experiencia de la empresa ya puede prescindir de este gasto e invertir en el desarrollo de conocimiento interno. Esto significaría que las empresas idealmente podrían optar por una estrategia complementaria, en el que, en sus inicios al no tener la capacidad financiera y habilidades necesarias, optan por tomar servicios de terceros que les ayuden a innovar, especialmente para introducir productos al mercado. Con el pasar del tiempo, y con más capacidades desarrolladas y tecnología incorporada desarrollen conocimiento propio, mediante inversión en I+D interna.

Las vinculaciones no han sido relevantes para la intensidad de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, posiblemente por el bajo nivel de capacidad y articulación con el Sistema Nacional de Innovación señalado por algunos autores (Díaz y Kuramoto, 2010). Esto es una desventaja, puesto que se desperdician las oportunidades de desarrollar innovación abierta, que como menciona Alkahazleh et al., (2022) es vital ante un contexto de rápidos cambios en las necesidades del mercado, característico de la industria 4.0, especialmente para lograr transferencia de tecnología.

En cuanto a los resultados en innovación, estos han sido significativos en las dos variables seleccionadas para tal fin (innovación en producto y ratio ventas de productos de innovación/ventas). Aunque en las regresiones con emparejamiento, la significancia de estos efectos es menor e incluso nula para la variable de ventas de productos innovadores con emparejamiento por NNM. Cabe destacar que entre las otras variables relacionadas positivamente con la propensión a innovar se tiene al tamaño de las empresas, el gasto en propiedad intelectual, la inversión general en I+D y pertenecer a la industria manufacturera. Por otro lado, destaca la relación inversa con la percepción al riesgo y ser exportadora, lo que podría sugerir una actitud conservadora para innovar en nuevos o significativamente mejorados productos.

En cuanto al desempeño de las empresas, en la muestra total se encontraron resultados significativos en la variable de desempeño de diferencial de ventas por trabajador. Sin embargo, en la muestra emparejada solo se encontró un efecto en el ratio de ventas. Estos resultados indican que, si bien no es clara la relación de la innovación en la mejora de la productividad laboral de las empresas, si lo es si estas innovaciones tuvieron éxito, toda vez que el ratio de ventas de productos innovadores es considerado un indicador de éxito de la innovación. Con ello se demostraría que efectivamente la inversión en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, vía el logro de innovaciones tiene efectos en el desempeño de las empresas.

En cuanto a los otros factores de producción, destaca la no significancia del factor capital humano en las regresiones con emparejamiento. Esto puede ser producto de distorsiones en el mercado laboral. Por tal motivo, en un ambiente donde tener una mayor proporción de trabajadores calificados no te asegura un incremento en la productividad laboral, debido al desajuste ocupacional de los trabajadores calificados, una alternativa para el desarrollo del capital humano son las capacitaciones para la innovación.

En general, los resultados del modelo CDM para servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, muestran que la inversión en actividades de innovación se convierte en una estrategia viable en el corto plazo para innovar y por esta vía conseguir resultados en la mejora del desempeño de las empresas. En el corto plazo, tanto por el camino de los servicios de extensionismo y transferencia tecnológica como por I+D interna se tienen resultados similares siendo en casos buenos predictores de la innovación. Esto puede ser aprovechado por las empresas que, sin tener que asumir todos los riesgos inherentes al desarrollo de conocimiento a nivel interno, pueden desarrollar estrategias innovativas.

La función dosis-respuesta indica que las inversiones en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica tienen efectos positivos ante inversiones medianas, sin embargo, la tasa de crecimiento se vuelve negativa ante gastos mayores lo que indica que la relación de la adquisición del conocimiento externo con el desempeño de las empresas es cuadrática. Esto no ocurre en el caso de I+D donde la tendencia siempre es creciente.

Recomendaciones

En el aspecto empresarial, la inversión en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica en general tiene efectos positivos en la innovación y productividad en el corto plazo, constituyéndose en una inversión viable para las empresas que se enfrentan a múltiples obstáculos y restricciones para capitalizar conocimiento y convertirlo en innovación, incluso a nivel de empresa y es una estrategia que pueden seguir,

especialmente aquellas que tienen pocos años en el mercado y desean invertir moderadamente y son bajo riesgo.

En el ámbito de políticas públicas, los resultados muestran que las vinculaciones tienen poca relevancia ante la decisión de invertir en servicios de extensión y transferencia tecnológica. En el caso de I+D solo es relevante la vinculación con empresas asociadas. Por ello, se recomienda el desarrollo de políticas enfocadas al fortalecimiento del sistema nacional de innovación y el desarrollo de innovaciones abiertas, estas pueden realizarse a través del fortalecimiento institucional de las organizaciones públicas como los CITE o las universidades y centros de investigación públicos, o de la difusión de los posibles beneficios de tales asociaciones.

También se muestra una posible relación cuadrática de la inversión en servicios de extensión y transferencia tecnológica, encontrándose un tramo de inversión moderada donde se perciben mayores resultados. Lo que implica que las empresas que requieran innovar necesitan mayores niveles de inversión que posiblemente estén fuera de su alcance. Políticas dirigidas a suplir esto vía subsidios directos o precios subsidiados de los servicios podrían complementar la inversión faltante. Es relevante también que aquellas que requieran altos niveles de inversión empiecen a desarrollar conocimiento de manera interna, que permita continuar la senda creciente de la inversión en actividades de innovación.

La relevancia que tienen los servicios de extensión y transferencia tecnológica en las empresas con menor antigüedad, posiblemente start-ups sugiere que las políticas deben enfocarse más en este tipo de empresas. Desarrollar estudios de demanda previo a la construcción de un centro de innovación es clave para que este se convierta en un centro impulsor de la innovación abierta. Esta idea se refuerza si se tiene en cuenta que 8 de cada 10 empresas desconocen la existencia de estos centros, y de aquellos que conocen 4 de cada 10 indican que no se adaptan a sus necesidades.

Por todo esto se recomienda un rediseño de las estrategias orientadas a la innovación y transferencia tecnológica de entidades como el Ministerio de la Producción o el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología que tenga un enfoque productivo orientado a las necesidades de las empresas y comprenda las dinámicas de la vinculación entre los diferentes agentes innovativos, además de focalizar adecuadamente a la población objetivo. Estas también deben tener un componente que asegure el seguimiento y evaluación de las intervenciones, de tal manera que se distinga a aquellas políticas que realmente son costo-efectivas y logren resultados tangibles en el desempeño de las empresas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

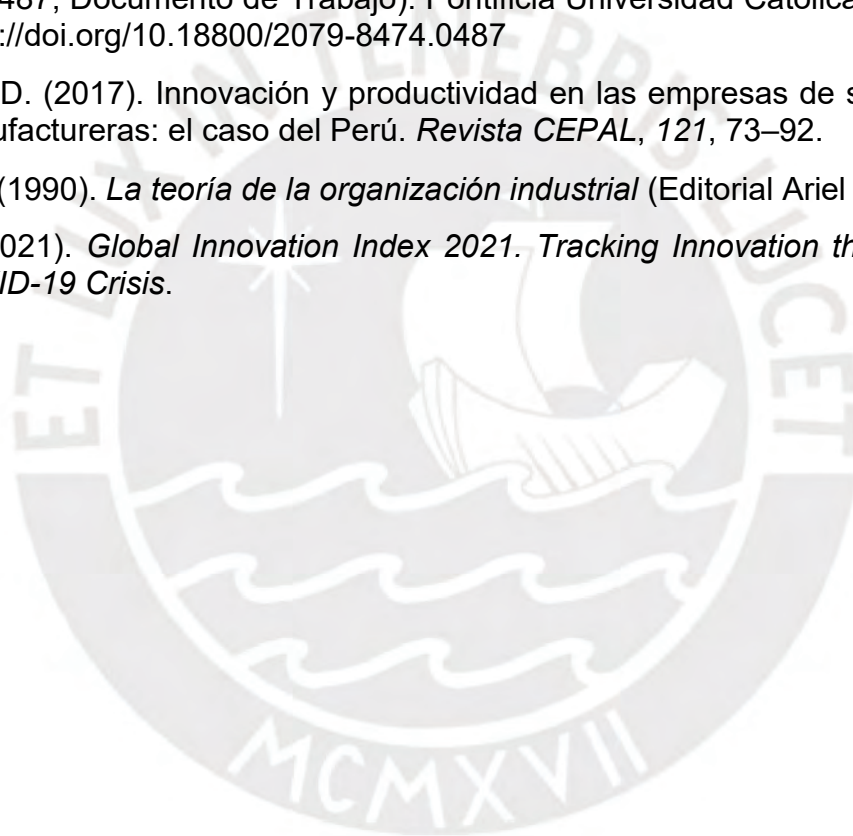
- Acevedo, G. L., & Tan, H. W. (2010). *Evaluación Impacto Programas para PyME de de los Latinoamérica y el Caribe*. www.bancomundial.org
- Alkhazaleh, R., Mykoniatis, K., & Alahmer, A. (2022). The Success of Technology Transfer in the Industry 4.0 Era: A Systematic Literature Review. In *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity* (Vol. 8, Issue 4). MDPI. <https://doi.org/10.3390/joitmc8040202>
- Amavilah, V. (2016). Productivity and Technical Change According to Salter - A note. *Journal of Economic and Social Thought*, 3(2), 302–307.
- Bell, M. (1984). 'Learning' and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries. In M. Fransman & K. King (Eds.), *Technological Capability in the Third World* (pp. 187–209). MacMillan Press.
- Bell, M. (2009). *Capabilities Innovation Capabilities and Directions of Development* (STEPS Working Paper 33). www.steps-centre.org
- Bernal, R., & Peña, X. (2011). *Guía práctica para la evaluación de impacto*. Universidad los Andes, Facultad de Economía.
- Bia, M., & Mattei, A. (2008). A Stata package for the estimation of the dose-response function through adjustment for the generalized propensity score. *The Stata Journal*, 8(3), 354–373.
- Bishop, M. (2010). *Economía de hoy. Sus nuevas formas de la A a la Z*. The Economist.
- Broström, A., & Karlsson, S. (2017). Mapping research on R&D, innovation and productivity: a study of an academic endeavour. *Economics of Innovation and New Technology*, 26(1–2), 6–20. <https://doi.org/10.1080/10438599.2016.1202519>
- Bukstein, D., Hernández, E., & Usher, X. (2018). Impacto de los instrumentos de promoción de la innovación orientada al sector productivo: El caso de ANII en Uruguay. *Estudios de Economía*, 45(2), 271–299.
- Bunge, M. (2004). *La Investigación Científica - Su Estrategia Y Su Filosofía* (3ra. Edici). Siglo XXI editores.
- Cameron, A., & Trivedi, P. (2009). *Microeconometrics Using Stata* (Revised edition). Stata Press.
- Carboni, O. A., & Medda, G. (2021). External R&D and product innovation: Is over-outsourcing an issue? *Economic Modelling*, 103. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2021.105601>
- Chen, Y., Vanhaverbeke, W., & Du, J. (2015). The interaction between internal R&D and different types of external knowledge sourcing: an empirical study of Chinese innovative firms. *R&D Management*, 46(S3), 1006–1023.
- CONCYTEC. (2016). *Programa Especial de Transferencia y Extensión Tecnológica*.

- CONCYTEC. (2017). *I Censo Nacional de Investigación y Desarrollo a Centros de Investigación 2016*.
- Corilloclla, P., & Andrade, S. (2022). *Ciencia, Tecnología e Innovación*. www.cies.org.pe
- Crepon, 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. <https://doi.org/10.1080/10438599800000031>
- Crespi, G., Fernandez-Arias, E., & Stein, E. (2014). *Rethinking Productive Development. Sound policies and institutions for economic transformation*. PALGRAVE MACMILLAN.
- Crespi, G., Maffioli, A., Mohen, P., & Vázquez, G. (2011). *Evaluating the Impact of Science, Technology and Innovation Programs: a Methodological Toolkit* (No. IDB-TN-333; Impact-Evaluation Guidelines Technical Notes).
- Dai, X., & Cheng, L. (2015). The effect of public subsidies on corporate R&D investment: An application of the generalized propensity score. *Technological Forecasting and Social Change*, 90, 410–419. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.04.014>
- DBIS. (2016). *The Manufacturing Advisory Service (MAS)-Impact Analysis Methodology Study* (No. 246; BIS Analysis Paper).
- De Groote, R. (2016). *Extensionismo tecnológico en Centroamerica, Panamá y República Dominicana* (IDB-DP-465; Documento Para Discusión). <https://publications.iadb.org/es/extensionismo-tecnologico-en-centroamerica-panama-y-republica-dominicana>
- Del Pozo, C., & Guzmán, E. (2022). *Impacto de la inversión en Ciencia y Tecnología en la productividad de las firmas en el Perú*.
- Díaz, J. J., & Kuramoto, J. (2010). *Evaluando las políticas de apoyo a la innovación en el Perú*.
- Edeh, J. N., & Acedo, F. J. (2021). External supports, innovation efforts and productivity: Estimation of a CDM model for small firms in developing countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 173. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121189>
- Fedyunina, A., & Radosevic, S. (2022). The relationship between R&D, innovation and productivity in emerging economies: CDM model and alternatives. *Economic Systems*, 46(3). <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2022.100998>
- Gallego, J. M., & Gutiérrez, L. H. (2017). *Quality Management System and Firm Performance in an Emerging Economy: The Case of Colombian Manufacturing Industries* (IDB WP Series N° IDB-WP-803).
- García Carpio, J. M. (2022). *Estimación del impacto del uso de las TIC y de la inversión en I&D sobre la productividad de las empresas manufactureras en Perú* (IDB-TN-2590).

- Heinrich, C., Maffioli, A., & Vázquez, G. (2010). *A Primer for Applying Propensity-Score Matching Impact-Evaluation Guidelines* (IDB-TN-161; Impact-Evaluation Guidelines). www.iadb.org
- Hottenrott, H., & Lopes-Bento, C. (2016). R&D Partnerships and Innovation Performance: Can There Be too Much of a Good Thing? *Journal of Product Innovation Management*, 33(6), 773–794. <https://doi.org/10.1111/jpim.12311>
- Jarmin, R. S. (1999). Evaluating the Impact of Manufacturing Extension on Productivity Growth. *Journal of Policy Analysis and Management*, 18(1), 99–119.
- Kolodny, H., Stymne, B., Shani, R., Figuera, J. R., & Lillrank, P. (2001). Design and policy choices for technology extension organizations. *Research Policy*, 30, 201–225. www.elsevier.nl/locate/reconbase
- Lipczynski, J., Wilson, J. O. S., & Goddard, J. (2017). *Industrial Organization: Competition, strategy and policy* (5ta edición). Pearson Education Ltd.
- Lipscomb, C. A., Youtie, J., Shapira, P., Arora, S., & Krause, A. (2018). Evaluating the Impact of Manufacturing Extension Services on Establishment Performance. *Economic Development Quarterly*, 32(1), 29–43. <https://doi.org/10.1177/0891242417744050>
- Loayza, N. (2016). La productividad como clave del crecimiento y el desarrollo en el Perú y el mundo. *Revista Estudios Económicos*, 31, 9–28.
- Long, S., & Freese, J. (2014). *Regression Models for Categorical Dependent Variables Using Stata* (3ra Edición). Stata Press.
- Lööf, H., & Heshmati, A. (2006). On the relationship between innovation and performance: A sensitivity analysis. *Economics of Innovation and New Technology*, 15(4–5), 317–344. <https://doi.org/10.1080/10438590500512810>
- Lööf, H., Mairesse, J., & Mohnen, P. (2017). CDM 20 years after. *Economics of Innovation and New Technology*, 26(1–2), 1–5. <https://doi.org/10.1080/10438599.2016.1202522>
- Mansfield, E. (1980). Technology and productivity in the United States. In M. Feldstein (Ed.), *The American Economy in Transition* (pp. 563–596). The University of Chicago Press.
- Martin, L., & Nguyen-thi, T. U. (2015). The Relationship Between Innovation and Productivity Based on R & D and ict Use. An Empirical Analysis of Firms in Luxembourg. *SciencesPo Le Presses*, 66, 1105–1130. <https://doi.org/10.3917/reco.pr2.0048>
- Moser, P. (2013). Patents and Innovation: Evidence from Economic History. *Journal of Economic Perspectives*, 27(1), 23–44.
- Na, K. (2021). The effect of on-the-job training and education level of employees on innovation in emerging markets. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 1–20. <https://doi.org/10.3390/joitmc7010047>

- OECD. (2018). *Oslo Manual 2018. Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation* (4ta Edición). OECD, Eurostat. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Oldsman, E. S., & Heye, C. R. (1997). *The Impact of the New York Manufacturing Extension Program: A Quasi-Experiment*.
- ONUDI. (2017). *Revisión de la Situación Actual de la Red de Centros de Innovación Tecnológicos (CITE) en Perú. Lineamientos para su avance y fortalecimiento*.
- Ordowich, C., Cheney, D., Youtie, J., Fernández-Ribas, A., & Shapira, P. (2012). *Evaluating the impact of MEP services on establishment performance: a preliminary empirical investigation* (No. 12–15; Working Paper).
- Ortiz Chávez, M. A., Rodríguez Córdova, N. Y., & Rojas Quiroz, C. (2020). Desajuste ocupacional de los egresados universitarios : Un análisis ordinal con enfoque hacia carreras de ciencia y tecnología. *Revista Peruana de Investigación Educativa*, 13, 7–37. <https://revistas.siep.org.pe/index.php/RPIE/article/view/92>
- Pakes, A., & Griliches, Z. (1984). Patents and R&D at the Firm Level: A First Look. In University of Chicago Press (Ed.), *R & D, Patents, and Productivity* (pp. 55–72).
- PRODUCE. (2016). *Estudio de la situación actual de la Innovación en la industria manufacturera. Análisis de los Resultados de la Encuesta Nacional de Innovación de la Industria Manufacturera 2015*.
- PRODUCE. (2020a). *Innovación en la industria manufacturera y en las empresas de servicios intensivos en conocimiento: Análisis de los resultados de la ENIIMSEC 2018*.
- PRODUCE. (2020b). *La Productividad y el Tejido Empresarial Peruano. Evaluando las Políticas Públicas para el Desarrollo Productivo desde el Sector Producción*. Ministerio de la Producción.
- Puyana, R., Payares, D., & Porto, I. (2021). *Efectividad del esquema de extensionistas tecnológicos: estudio base para el pilar 2 del programa fábricas de productividad*.
- Ramadani, V., Hisrich, R. D., Abazi-Alili, H., Dana, L. P., Panthi, L., & Abazi-Bexheti, L. (2019). Product innovation and firm performance in transition economies: A multi-stage estimation approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 140, 271–280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.12.010>
- Roth Cardoso, H. H., Dantas Gonçalves, A., Dambiski Gomes de Carvalho, G., & Gomes de Carvalho, H. (2020). Evaluating innovation development among Brazilian micro and small businesses in view of management level: Insights from the local innovation agents program. *Evaluation and Program Planning*, 80. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2020.101797>
- Salter W.E.G. (1966). *Productivity and Technical Change* (2nd. Edition). Cambridge at the University Press.

- Shapira, P., & Youtie, J. (2016). The impact of technology and innovation advisory services. In J. Edler, P. Cunningham, A. Gok, & P. Shapira (Eds.), *Handbook of Innovation Policy Impact* (pp. 161–195). Edward Elgar Publishing.
- Shapira, P., Youtie, J., Cox, D., Uyarra, E., Gök, A., Rogers, J., & Downing, C. (2015). *Institutions for Technology Diffusion* (IDB-TN-832; Technical Note).
- Solow, R. M. (2018). *La teoría del crecimiento. Una exposición*. Fondo de Cultura Económica.
- Syverson, C. (2011). What determines productivity? *Journal of Economic Literature*, 49(2), 326–365. <https://doi.org/10.1257/jel.49.2.326>
- Tello, M. (2020). *Investigación y desarrollo, tecnologías de información y comunicación e impactos sobre el proceso de innovación y la productividad* (No. 487; Documento de Trabajo). Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://doi.org/10.18800/2079-8474.0487>
- Tello, M. D. (2017). Innovación y productividad en las empresas de servicios y manufactureras: el caso del Perú. *Revista CEPAL*, 121, 73–92.
- Tirole, J. (1990). *La teoría de la organización industrial* (Editorial Ariel (ed.)).
- WIPO. (2021). *Global Innovation Index 2021. Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis*.



ANEXOS

ANEXO 1 REVISIÓN DE LITERATURA DE ESTUDIOS SOBRE LA RELACIÓN ENTRE I+D, SERVICIOS DE EXTENSIONISMO Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA, INNOVACIÓN Y PRODUCTIVIDAD

Autor	Año	País	Metodología	Fuente y sector	Variables	Principales resultados
Crepon, Duguet y Mairessec	1998	Francia	CDM (1° fase tobit generalizado; 2° fase binomial negativo y ordinal probit; 3° ALS)	Datos: Survey on Research y French Survey on Innovation (1986-1990) Sector: Industria manufacturera	V. independiente: Inversión en I+D. V. dependiente: i) Innovación (conteo de patentes y porcentaje de ventas innovativas), ii) Productividad laboral (ventas por trabajador)	- En el modelo básico: i) Empleados, diversificación y cuota de mercado influyen en la probabilidad de invertir en I+D; ii) el tamaño no tiene influencia en la magnitud, si la cuota y la diversificación; iii) en las ecuaciones de innovación no hay impacto significativo del tamaño, la intensidad de I+D es fuerte en patentes y ventas innovativas. - En el modelo extendido (añade personal calificado, demand pull y technology push): i) salvo la elasticidad del capital del conocimiento todos los resultados son similares; ii) las variables añadidas fueron significativas en la primera fase, pero no en la ecuación de innovación; iii) el capital humano es significativo en la ecuación de productividad; iv) la elasticidad del capital de conocimiento decrece un tercio cuando se incluye estas variables; iii) la innovación a nivel de empresa tiene efectos mayores en la productividad.
Jarmin	1999	EE.UU.	Heckman en dos etapas	Datos: Census Bureau's Longitudinal Research Database y registros administrativos de centros de extensión manufacturera (1987-1992). Sector: Industria manufacturera	V. independiente: Uso de servicios de extensión tecnológica del MEP. V. dependiente: Productividad laboral (valor agregado por trabajador)	- Se encontró que la probabilidad de ser cliente en un centro de extensionismo tecnológico está relacionada tener alto crecimiento aunque baja productividad, con ser empresa unitaria y de mayor tamaño, además de la proximidad con el centro (que al no estar correlacionado con la productividad sirve como instrumento). - Para la segunda etapa se utiliza primero un modelo con variable dummy endógena con la probabilidad de la empresa a ser cliente como variable, además para evaluar la robustez se hicieron regresiones adicionales en MCO y pooled de forma separada. En general se obtuvo que las empresas que fueron clientes de estos centros, tuvieron un crecimiento e la productividad entre 3.4 y 16%.
Lööf y Heshmati	2006	Suecia	CDM (ecuación principal: 3SLS incluyendo ratio inverso de Mills)	Datos: European Community Innovation Survey 1999 y Statistics Sweden Sector: i) manufactura, ii) servicios no retail.	V. independiente: Inversión en actividades de innovación V. dependiente: i) ventas de productos de innovación por trabajador; ii) valor agregado por trabajador, iii) beneficio antes y después de depreciación (en niveles y tasa de crecimiento)	- Se aplicaron diferentes modelos para la segunda parte del sistema de ecuaciones y probar la sensibilidad del CDM: i) El modelo básico reporta mayor valor del coeficiente de innovación respecto a los modelos sin corrección de sesgo, aunque éste es significativo en todos los modelos; ii) El ratio inverso de Mills es importante pero no significativo. - Existen diferencias en servicios y manufactura: i) en la decisión de innovar el tamaño es importante en ambos pero el capital físico y humano (ingenieros) solo fue importante para manufactura; ii) en la magnitud el empleo es negativo en ambos, la falta de personal con habilidades adecuadas tiene efecto negativo en manufactura; iii) en la ecuación de innovación la magnitud es significativa en ambos, al igual que el crecimiento del mercado principal, mientras que el tamaño solo en servicios; iv) los resultados de innovación son significativos en ambos sectores, igual que el capital humano, el físico y la estrategia ofensiva de innovación
Díaz y Kuramoto	2010	Perú	Probit MCO, MC2E (instrumento: exportaciones, normas técnicas y	Datos: Censo Nacional de Empresas Manufactureras 2007 Sector: Industria manufacturera	V. independiente: Actividades de innovación. V. dependiente: i) Ln Producto por trabajador; ii) Ln ventas por trabajador	- Las empresas exportadoras, que reciben apoyo gubernamental y tienen normas técnicas, presentan mayor probabilidad de realizar actividades de innovación. Las empresas jóvenes tienen mayor propensión a realizar estas actividades.

Autor	Año	País	Metodología	Fuente y sector	Variables	Principales resultados
			programas públicos)			
Chen, Vanhaverbeke y Du	2015	China	Mínimos cuadrados ordinarios – MCO	Datos: Encuesta a empresas innovativas (2006-2007 y 2013) Sector: Industria manufacturera	V. independiente: Recursos externos de conocimiento (4 tipos) y su interacción con intensidad de I+D V. dependiente: Innovación (como porcentaje de ventas)	- Existen bajos niveles de inversión en I+D interno, las empresas obtienen recursos tecnológicos de manera externa, especialmente con socios de la cadena de suministro. Los cuatro tipos de variables de recursos externos colocados de manera independiente en el modelo muestran efectos positivos, aunque débil en el caso de conexión horizontal. Cuando se las incluye juntas, todas son significativas menos ésta. - Al añadir una variable de interacción con I+D interna, se encontró un efecto adicional con socios de la cadena de suministro o proveedores de servicios tecnológicos, mientras que en el caso de conexiones horizontales solo se encontró efectos en la interacción, siendo el caso opuesto en socios basados en ciencia (Universidades y centros de investigación).
Tello	2017	Perú	CDM (1° Heckman, heckit; 2° probit) por cada sector económico	Datos: Encuesta Nacional de Ciencia y Tecnología – ENCYT 2004 Sector: i) Industria manufacturera (alta y baja tecnología); ii) SIC, iii) servicios tradicionales	V. independiente: Inversión en actividades de CTI V. dependiente: i) Innovación tecnológica y no tecnológica; ii) productividad laboral (logaritmo del valor real de las empresas por trabajador)	- El tamaño de las empresas influye positivamente en la decisión de invertir en CTI, las restricciones financieras lo son en servicios tradicionales. - En la intensidad del gasto en CTI, en el caso de las SIC influye el apoyo gubernamental y el uso de internet. En manufactura solo uso de internet para alta tecnología y financiamiento público para baja. - En innovación, los resultados fueron más uniformes entre los diferentes sectores, siendo la intensidad de la inversión en CTI y el tamaño relevante. - El factor capital-trabajo fue el más importante para la PL. Pero la innovación predicha solo es significativa para SIC y manufactura de baja tecnología.
Bukstein, Hernández, Usher	2018	Uruguay	Diferencias en diferencias con PSM	Datos: Encuesta de Actividades de Innovación (EAI 2010, 2013 y 2016) Sector: Empresas beneficiadas por la ANII + grupo de control	V. independiente: Recibe fondos de financiamiento público para actividades de CTI. V. dependiente: i) Propensión a invertir en actividades de innovación (AI); ii) Inversión en AI total y neta de subsidios; iii) Innovación (tecnológica y no tecnológica); iv) Productividad, ingresos, empleo, exportaciones	- Las empresas que recibieron fondos públicos de la ANII tienen un 22-24% mayor probabilidad de invertir en AI. - Existe adicionalidad en la inversión (efecto crowding out), incrementando sus inversiones en más de 200% respecto a no beneficiarios. - Se encontró entre 18-20% más de probabilidades de introducir exitosamente una innovación (no hay efectos en innovaciones no tecnológicas). - Sin embargo, no se encontraron efectos en el desempeño de las firmas
Lipscomb, Youtie, Shapira, Arora y Krause	2018	EE.UU.	i) Diferencias en diferencias; ii) variable dependiente rezagada iii) modelos de sobrevivencia	Datos: i) NIST MEP Program Data; ii) Census Administrative Data; iii) Census of Manufacturers (1997-2007) Sector: Industria manufacturera	V. independiente: i) Empresa recibió servicios MEP; ii) horas acumuladas del servicio V. dependiente: i) valor agregado por trabajador; ii) ventas por trabajador; iii) sobrevivencia	- Las empresas que utilizaron los servicios del MEP tuvieron un incremento positivo y significativo en ventas por trabajador (2.6%) y empleo. En el caso del valor agregado por trabajador, solo se encontró efectos en empresas de 1 a 19 trabajadores, siendo este grupo el que tiene mayores beneficios del uso de servicios de extensionismo. - El modelo de sobrevivencia de Cox muestra que las empresas que reciben servicio de MEP tienen una alta probabilidad de sobrevivencia, especialmente en el periodo 2002-2007, teniendo un 18% menos probabilidad de morir que una empresa que no recibió el servicio.

Autor	Año	País	Metodología	Fuente y sector	Variables	Principales resultados
Ramadani, Hisrich, Abazi-Alili, Dana, Panthi y Abazi-Besheti	2019	Europa de Este	CDM (2° Probit)	Datos: Business Environment Enterprise Performance Survey (BEEPS 2013-2014) Sector: Todos los sectores	V. independiente: i) Decisión de invertir en I+D; ii) Adquisición de conocimiento externo. V. dependiente: i) innovación en producto; ii) logaritmo de ventas por trabajador	- La decisión de invertir en I+D esta influenciada por el uso de patentes y marca, además también influye en tamaño, tener propiedad extranjera, los empujes de demanda y tecnología, realizar innovación organizacional y marketing. Estas últimas variables también influyeron positivamente en la adquisición de conocimiento externo. - El valor predicho de la probabilidad de adquirir conocimiento externo fue positivo y significativo para incrementar la probabilidad de innovar en producto. Además, el tamaño de la empresa, el uso de e-mail, trabajadores calificados, colaborar con extranjeros e innovar en organización y marketing fueron significativos en el incremento de dicha probabilidad. -El valor redicho de la innovación tiene efectos positivos y significativos en el desempeño de la empresa. Además, las empresas que encaran competencia informal ven reducido su desempeño.
Tello	2020	Perú	CDM (1° Heckman, heckit, probit, tobit; 2° Triprobit)	Datos: Encuesta Nacional de Innovación de la Industria Manufacturera – ENIIM de 2012 y 2015 Sector: Industria manufacturera	V. independiente: i) Inversión en I+D interna; ii) Inversión en I+D externa; iii) Uso de TIC (Importancia de internet) V. dependiente: i) Innovación (producto, procesos y organización); ii) productividad laboral (ventas por trabajador)	- El efecto de invertir en ambas I+D depende del tamaño. El grupo económico es importante para el I+D interno del primer periodo (2012) y para la I+D externa del segundo periodo (2015). - La inversión en I+D fue un factor clave en los resultados de innovación, también el temor a la competencia, la protección de la innovación y el uso de internet. Aunque los resultados pueden variar en intensidad según el periodo al que se aplique. - La productividad depende del ratio capital trabajo y el capital humano, localización en Lima Metropolitana y ser empresa grande. La innovación predicha es positiva pero menor al capital-trabajo, aunque es mayor en innovación en producto. Por ello no se está aprovechando las ventajas de las inversiones en I+D interna y externa y de la innovación.
PRODUCE	2020	Perú	CDM (1° Heckman, 2° probit, 3° MCO)	Datos: Encuesta Nacional de Innovación de la Industria Manufacturera y Servicios intensivos en conocimiento – ENIIMSEC 2018 Sector: i) Industria manufacturera; ii) SIC	V. independiente: Inversión en todas las actividades de innovación V. dependiente: i) Innovación; ii) Productividad laboral	- Se encontró una asociación positiva y significativa de la innovación en 34.2% sobre la productividad laboral (se incrementa en 36.7% cuando se restringe a la industria manufacturera). -Para la productividad no se encuentran resultados concluyentes, sin embargo, sugieren que la innovación genera impactos positivos.
Carboni y Medda	2021	Francia, Alemania, Italia y España	Minimos cuadrados en dos etapas – 2SLS	Datos: European Firms un a Global Economy Project (2007-2009) Sector: Industria manufacturera	V. independiente: adquisición de I+D externa (en nivel y al cuadrado) y desagregado por tipo de socio. V. dependiente: Innovación en producto (dummy) y ratio de ventas de productos innovativos.	- Sobre la 75influencia a implementar I+D se encontró 75influencia positiva del tamaño, encabezar un grupo económico, exportar y las variables instrumentales de porcentaje de gasto en I+D sobre la producción regional y las restricciones financieras. - En la ecuación estructural se encontró una influencia positiva y significativa de la inversión en I+D externa y se comprobó una relación cuadrática entre ambas con un tope de 42.7% en la curva. - Existen efectos diferenciados según el socio que provee del conocimiento externo. En el caso de las empresas que se asocian con empresas del mismo grupo tienen mayores efectos marginales comparados con las universidades u otras firmas.
Edeh y Acedo	2021	Nigeria	CDM (1° Heckman selection model; 2° probit; 3°	Datos: Nigerian Innovation Survey (2008 y 2011) Sector: Pequeñas y medianas empresas de la	V. independiente: i) Decisión e intensidad de invertir en +D; ii) fondos públicos de apoyo a la innovación. V. dependiente: i) innovación	- El capital humano, la cooperación y la falta de fondos inciden positivamente en la decisión de las PYME para comprometerse a realizar actividades de innovación, en tanto que la edad y el tamaño tienen un efecto contrario. Adicional a ello, el capital físico fue importante para la intensidad, además de los fondos, pero solo a nivel federal o de gobiernos extranjeros.

Autor	Año	País	Metodología	Fuente y sector	Variables	Principales resultados
			fronteras estocásticas)	industria manufacturera y servicios	en producto, proceso y marketing; ii) productividad laboral (log de ventas por trabajador).	- El valor predicho de la intensidad de I+D tiene un efecto positivo y significativo para lograr innovaciones en producto y marketing. Los fondos de estado tienen efecto en los tres tipos de innovación, mientras que el federal, solo en proceso. Los fondos extranjeros tienen influencia positiva en proceso, pero negativa en producto. -La innovación tiene efectos positivos en la productividad laboral, considerando los tres tipos de innovación. Los fondos públicos influyen positivamente en la productividad cuando se considera con la innovación en marketing, pero negativamente con la innovación en proceso, mientras que en producto es positiva a nivel federal y extranjero.
García	2022	Perú	Modelo CDM panel (1° Heckman estimación simultánea; 2° OLS, Datos panel de efectos fijos y aleatorios)	Datos: Encuesta Económica Anual - EEA 2016-2018 Sector: Industria manufacturera	V. independiente: i) Inversión en I+D y ii) uso de TIC (4 variables creadas con un índice sintético) V. dependiente: Productividad Total de Factores (método de Levinsohn y Petrin)	- La probabilidad de realizar inversión en I+D incrementa con el tamaño de la empresa, capital intangible, no poseer capital extranjero. La edad reduce la propensión a innovar aunque con mayor intensidad. - Efecto positivo y significativo en la PTF de alrededor del 0.27% por cada punto de incremento en el ratio de inversión en I+D - No encontró un efecto claro y significativo en TIC, aunque sí en variables específicas (uso de red de área local, software propietario o comprado, y sistema de gestión, extranet y red local) - Se encontraron efectos heterogeneos: Impacto de I+D es mayor en empresas de mayor tamaño y de alimentos, bebidas y tabaco
Fedyunina y Radosevic	2022	Europa Central y del Este	i) CDM clásico; ii) intensidad de inversión y de iii) capacidades (1° Heckman; 2° probit; 3° OLS)	Datos: Business Environment Enterprise Performance Survey (BEEPS 2012-2014) Sector: Todos los sectores menos agricultura	V. independiente: i) Decisión de invertir en I+D; ii) Intensidad de inversión en I+D; iii) Intensidad de inversiones (modelo 2); iv) capacidades de producción (modelo 3) V. dependiente: i) patentes y ventas de innovación; ii) logaritmo de ventas por trabajador	- En el modelo CDM clásico el tamaño y la intensidad de la inversión son las variables dominantes en la inversión en I+D para economías emergentes. Para la intensidad, también lo es la exportación. Sin embargo, los valores predichos no son significativos para patentes y productividad cuando se agregan controles. - En el modelo de inversión, la intensidad de la inversión no es significativo para conseguir innovaciones, estando estas más relacionadas a actividades de I+D. En la ecuación de producción, la innovación predicha no es significativa y la productividad depende más de las capacidades de producción. - En el modelo de capacidades, estas tampoco resultan significativas en la ecuación de innovación. En el caso de la productividad, la innovación predicha no fue relevante, mientras que las capacidades de producción sí.
Del Pozo y Guzman	2022	Perú	Endogenous Switching Method (ESM) por cada sector	Datos: EEA 2014-2016 Sector: i) Agropecuario, ii) pesca, iii) comercio, iv) manufactura, v) restaurantes, vi) transportes y comunicaciones, vii) construcción, viii) servicios	V. independiente: Inversión en CTI V. dependiente: Productividad Total de Factores (método de Akerberg, Caves y Frazer)	- Existe correlación entre la decisión de invertir en I+D con el número de trabajadores, inversión en activos intangibles (asesoría y consultoría). En comercio, también lo era el capital. - Las empresas que no invirtieron en CTI habrían sido más productivas si hubieran realizado tal inversión. Hay un plus si las empresas invierten dos años consecutivos. - En manufactura se encuentran mejoras en productividad cuando se maneja inversiones para mejoras de procesos, se cuenta con personal para actividades en CTI y se realiza cooperación para actividades conjuntas para I+D+i. - El efecto positivo de la inversión en CTI también se encuentra en los sectores de agroindustria, comercio y restaurantes. En cambio, el resultado es negativo o no claro en construcción, pesca, transportes y comunicaciones y servicios.

ANEXO 2 ACTIVIDADES ECONÓMICAS CONSIDERADAS EN LA ENIIMSEC 2018 POR NIVEL DE INTENSIDAD TECNOLÓGICA

Actividad Económica	División CIU	Actividad Económica	División CIU
Empresas de baja tecnología		Media-alta tecnología	
Elaboración de productos alimenticios	10	Fabricación de sustancias y productos químicos	20
Elaboración de bebidas	11	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico	21
Fabricación de productos textiles	13	Fabricación de productos de informática, de electrónica y de óptica	26
Fabricación de prendas de vestir	14	Fabricación de equipo eléctrico	27
Fabricación de productos de cuero y productos conexos	15	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.	28
Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables	16	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques	29
Fabricación de papel y de productos de papel	17	Fabricación de otro equipo de transporte	30
Impresión y reproducción de grabaciones	18	Servicios intensivos en conocimiento	
Fabricación de coque y productos de la refinación del petróleo	19	Telecomunicaciones	61
Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	25	Programación, consultoría y otras actividades relacionadas con la informática	62
Fabricación de muebles	31	Actividades jurídicas y de contabilidad	69
Mediana tecnología		Actividades de las sedes centrales; actividades de consultoría de gestión empresarial	70
Fabricación de productos de caucho y de plástico	22	Actividades de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos	71
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	23	Investigación científica y desarrollo	72
Fabricación de metales comunes	24	Publicidad e investigación de mercados	73
Otras industrias manufactureras	32	Otras actividades profesionales, científicas y técnicas.	74
Reparación e instalación de maquinaria y equipo	33		

Fuente: ENIIMSEC 2018, ONUDI

Anexo 3: Variables utilizadas en los modelos CDM

Variable	Nombre	Tipo	Definición
Dependientes			
Decisión de invertir en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica	st1516	Cualitativa (Dummy)	1 si realizó inversión en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica, 0 si no realizó. En los años 2015 y 2016
Inversión en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica por trabajador	lstrab_1516	Cuantitativa	Logaritmo del monto de inversión en servicios de extensionismo y transferencia tecnológica por trabajador
Resultados de innovación en producto	inn_prod	Cualitativa (Dummy)	1 si realizó innovaciones en producto y 0 si no realizó
Porcentaje de innovaciones sobre las ventas	pvent_inn	Cuantitativa	Porcentaje de ventas correspondiente a las innovaciones en 2017
Ventas por trabajador	lventrab_17	Cuantitativa	Logaritmo de las ventas netas por trabajador en el año 2017
Diferencia de ventas por trabajador	d_lventast	Cuantitativa	Diferencia en el logaritmo de las ventas netas de 2015 y 2017
Explicativas			
Participación en el mercado			
Participación en el mercado (market share)	cuota	Cuantitativa	Ratio entre el total de ventas de la empresa y las ventas totales del sector según macrorregión
Concentración de mercado	nivhhi	Cualitativa	1 industria diversificada; 2 Concentración moderada; 3 Industria concentrada. Según valores del índice Herfindahl-Hirschman (HHI)
Diversificación	princ	Cuantitativa	Porcentaje de ventas del producto principal, respecto al total de ventas en 2015
Antigüedad	antig	Cuantitativa	Años de antigüedad entre el inicio de operaciones y la fecha de la encuesta
Log antigüedad	lantig	Cuantitativa	logaritmo de la antigüedad
Tamaño de la firma			
Tamaño de empresa	sme_15	Cualitativa	1 pequeña empresa y mediana empresa, 0 gran empresa
Trabajadores	emp_15	Cuantitativa	Número de trabajadores en 2015
Log trabajadores	lemp_15	Cuantitativa	Logaritmo del número de trabajadores en 2015
Variación de trabajadores	d_L	Cuantitativa	Variación del logaritmo de trabajadores 2015 y 2017
Efectos sectoriales			

Variable	Nombre	Tipo	Definición
Sector económico	sec_tip	Cualitativa	1 industria de baja tecnología; 2 industria de mediana tecnología; 3 industria de media-alta tecnología; 4 servicios intensivos en conocimiento (Según clasificación ONUDI)
Región	lima	Cualitativa	1 Lima y Callao; 0 otro
Empuje de demanda			
<i>Demand pull</i>	dempull	Cualitativa (Dummy)	1 obstáculos alto medio para: incertidumbre respecto a demanda de bienes y servicios innovadores, mercado dominado por empresas establecidas y reducido tamaño del mercado; 0 otro caso
Aversión al riesgo	riesgo	Cualitativa (Dummy)	1 percepción de riesgo económico; 0 otro caso
Participación en mercados internacionales	emp_exp15	Cualitativa (Dummy)	1 La empresa realizó exportaciones durante el periodo de análisis, 0 otro caso
Nivel tecnológico sectorial			
Propiedad intelectual	propint	Cualitativa	1 si realizó inversión para propiedad intelectual, 0 en otro caso
Participación en programas de apoyo a la CTI	programa	Cualitativa (Dummy)	1 participó en algún programa; 0 no participó
Obstáculos para financiamiento	rfin	Cualitativa (Dummy)	1 la empresa señaló que tiene obstáculos para el financiamiento de actividades de innovación, 0 en otro caso
<i>Technology push</i>	tecpush	Cualitativa (Dummy)	1 escasas oportunidades tecnológicas; 0 otro caso
Capital extranjero	kext_15	Cualitativa (Dummy)	1 si la empresa recibió capital extranjero en 2015; 0 otro caso
Vinculación activa	vinc*	Cualitativa	1 con empresas relacionadas; 2 empresas especializadas; 3 centros de investigación y universidades; 4 centros de innovación y gobierno
Grupo económico	gpoeco	Cualitativa (Dummy)	1 pertenece a un grupo económico
Adquisición o desarrollo de software	soft	Cualitativa (Dummy)	Adquisición o desarrollo de software en 2015
Inversión en I+D en 2015	id_tot	Cualitativa (Dummy)	Invirtió en I+D interna o externa en 2015
Intensidad del capital físico			
Inversión en capital	lcaptrab_15	Cuantitativa	Logaritmo de inversión de capital en 2015

Variable	Nombre	Tipo	Definición
Variación de la Inversión en capital	d_lcap	Cuantitativa	Diferencial del logaritmo de inversión de capital entre 2015 y 2017
Calidad de la fuerza de trabajo			
Personal calificado	skill_15	Cuantitativa	Porcentaje de trabajadores con educación superior en 2015
Variación de personal calificado	d_skill	Cuantitativa	Diferencia del Porcentaje de trabajadores con educación superior en 2015 y 2017



Anexo 4: Matriz de correlación de variables explicativas

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	
(1) antig	1.000																								
(2) empleo_15	0.144* (0.000)	1.000																							
(3) coop1	0.024 (0.277)	0.185* (0.000)	1.000																						
(4) coop2	0.086* (0.000)	0.213* (0.000)	0.239* (0.000)	1.000																					
(5) coop3	0.033 (0.138)	0.189* (0.000)	0.207* (0.000)	0.161* (0.000)	1.000																				
(6) coop4	0.022 (0.314)	0.128* (0.000)	0.064* (0.004)	0.181* (0.000)	0.117* (0.000)	1.000																			
(7) skill_15	-0.056* (0.012)	-0.109* (0.000)	0.032 (0.144)	0.025 (0.252)	-0.003 (0.886)	-0.012 (0.582)	1.000																		
(8) emp_exp15	0.273* (0.000)	0.176* (0.000)	0.042 (0.058)	0.076* (0.001)	0.089* (0.000)	0.048* (0.030)	-0.001 (0.956)	1.000																	
(9) kext_15	-0.012 (0.581)	0.143* (0.000)	0.099* (0.000)	0.091* (0.000)	0.068* (0.002)	0.046* (0.038)	0.272* (0.000)	0.168* (0.000)	1.000																
(10) princ_15	-0.097* (0.000)	-0.036 (0.110)	-0.044* (0.046)	-0.001 (0.978)	-0.055* (0.013)	0.003 (0.904)	0.082* (0.000)	-0.123* (0.993)	0.000 (0.000)	1.000															
(11) gobdu	0.072* (0.001)	0.095* (0.000)	0.039 (0.078)	0.150* (0.000)	0.305* (0.000)	0.303* (0.000)	-0.019 (0.402)	0.104* (0.000)	0.026 (0.250)	-0.064* (0.004)	1.000														
(12) rfin	-0.081* (0.000)	-0.054* (0.015)	-0.038 (0.090)	-0.010 (0.082)	0.039 (0.405)	0.018 (0.000)	-0.137* (0.001)	-0.073* (0.000)	-0.203* (0.000)	-0.040 (0.071)	0.046* (0.038)	1.000													
(13) riesgo	-0.008 (0.720)	-0.024 (0.285)	0.061* (0.006)	0.034 (0.127)	0.086* (0.000)	-0.008 (0.717)	-0.138* (0.000)	-0.007 (0.758)	-0.115* (0.000)	-0.080* (0.000)	0.055* (0.014)	0.374* (0.000)	1.000												
(14) leaprab_15	0.257* (0.000)	0.119* (0.000)	0.082* (0.000)	0.078* (0.000)	0.038 (0.090)	0.055* (0.014)	0.015 (0.488)	0.274* (0.000)	0.119* (0.000)	-0.077* (0.000)	0.037 (0.094)	-0.079* (0.000)	-0.026 (0.244)	1.000											
(15) tecpush	-0.040 (0.072)	-0.035 (0.114)	-0.009 (0.698)	-0.001 (0.967)	0.061* (0.006)	0.003 (0.895)	-0.136* (0.000)	-0.028 (0.201)	-0.149* (0.000)	0.017 (0.447)	0.052* (0.019)	0.335* (0.000)	0.334* (0.000)	-0.037 (0.091)	1.000										
(16) dempull	-0.014 (0.528)	-0.054* (0.016)	0.003 (0.894)	-0.003 (0.888)	0.038 (0.083)	-0.007 (0.765)	-0.120* (0.000)	-0.038 (0.085)	-0.120* (0.000)	-0.054* (0.014)	0.006 (0.795)	0.307* (0.000)	0.398* (0.000)	-0.032 (0.147)	0.388* (0.000)	1.000									
(17) lima	0.045* (0.042)	-0.042 (0.060)	0.006 (0.801)	0.032 (0.144)	0.002 (0.939)	-0.071* (0.001)	0.143* (0.000)	0.021 (0.348)	0.069* (0.002)	-0.075* (0.001)	-0.012 (0.589)	-0.043 (0.054)	-0.049* (0.028)	-0.008 (0.705)	-0.057* (0.010)	-0.023 (0.300)	1.000								
(18) smc_15	-0.308* (0.000)	-0.208* (0.000)	-0.040 (0.071)	-0.050* (0.025)	-0.051* (0.022)	-0.037 (0.092)	-0.096* (0.000)	-0.392* (0.000)	-0.233* (0.000)	0.053* (0.017)	-0.044* (0.047)	0.186* (0.000)	0.047* (0.032)	-0.398* (0.000)	0.084* (0.000)	0.092* (0.000)	-0.071* (0.001)	1.000							
(19) propint	0.051* (0.022)	0.126* (0.000)	0.189* (0.000)	0.169* (0.000)	0.113* (0.146)	0.032 (0.743)	-0.007 (0.000)	0.130* (0.010)	0.057* (0.000)	-0.115* (0.000)	0.099* (0.000)	-0.007 (0.757)	0.069* (0.002)	0.092* (0.000)	0.024 (0.280)	0.051* (0.022)	0.022 (0.328)	-0.070* (0.002)	1.000						
(20) cuota	0.020 (0.360)	0.064* (0.004)	0.007 (0.767)	-0.001 (0.976)	0.012 (0.586)	0.027 (0.223)	-0.027 (0.220)	-0.025 (0.258)	-0.025 (0.267)	0.034 (0.128)	0.000 (1.000)	-0.002 (0.944)	0.042 (0.060)	0.060* (0.007)	0.010 (0.644)	-0.001 (0.968)	-0.505* (0.000)	-0.036 (0.105)	-0.011 (0.635)	1.000					
(21) id_tot	0.122* (0.000)	0.146* (0.000)	0.145* (0.000)	0.133* (0.000)	0.130* (0.000)	0.124* (0.000)	0.036 (0.109)	0.190* (0.000)	0.073* (0.001)	-0.151* (0.000)	0.145* (0.000)	-0.015 (0.486)	0.068* (0.002)	0.140* (0.000)	0.067* (0.002)	0.081* (0.000)	0.016 (0.461)	-0.140* (0.000)	0.307* (0.000)	0.037 (0.098)	1.000				
(22) soft	0.049* (0.026)	0.105* (0.000)	0.117* (0.003)	0.067* (0.029)	0.048* (0.830)	-0.005 (0.600)	0.012 (0.000)	0.095* (0.015)	0.054* (0.003)	-0.066* (0.066)	0.041 (0.987)	0.000 (0.342)	-0.021 (0.000)	0.156* (0.484)	-0.016 (0.629)	0.011 (0.011)	0.056* (0.000)	-0.134* (0.000)	0.176* (0.339)	0.021 (0.000)	0.234* (0.000)	1.000			
(23) programa	0.071* (0.001)	0.082* (0.000)	0.026 (0.236)	0.082* (0.000)	0.287* (0.000)	0.263* (0.000)	0.012 (0.598)	0.115* (0.000)	0.029 (0.193)	-0.080* (0.000)	0.071* (0.000)	0.079* (0.001)	0.071* (0.005)	0.062* (0.099)	0.037 (0.136)	0.033 (0.157)	-0.031 (0.044)	-0.045* (0.000)	0.137* (0.261)	0.025 (0.000)	0.171* (0.000)	0.055* (0.013)	1.000		
(24) d_capt	-0.075* (0.001)	-0.038 (0.085)	-0.016 (0.480)	-0.033 (0.136)	-0.003 (0.905)	-0.023 (0.291)	0.037 (0.091)	-0.067* (0.003)	-0.027 (0.220)	0.045* (0.041)	0.003 (0.894)	-0.016 (0.468)	0.008 (0.718)	-0.559* (0.000)	-0.001 (0.950)	-0.003 (0.883)	0.079* (0.180)	-0.033 (0.000)	-0.043 (0.137)	-0.056* (0.050)	-0.061* (0.012)	-0.005 (0.831)	1.000		
(25) d_L	-0.052* (0.020)	-0.017 (0.456)	0.078* (0.000)	0.023 (0.296)	0.049* (0.028)	0.030 (0.178)	0.023 (0.307)	0.045* (0.041)	0.022 (0.313)	-0.006 (0.777)	0.013 (0.545)	-0.047* (0.034)	-0.008 (0.716)	0.075* (0.001)	-0.046* (0.036)	-0.018 (0.425)	-0.019 (0.403)	0.009 (0.695)	-0.031 (0.167)	-0.005 (0.838)	0.037 (0.097)	0.068* (0.002)	0.029 (0.194)	0.013 (0.570)	
(26) d_skill	-0.020 (0.370)	-0.015 (0.502)	-0.021 (0.346)	-0.001 (0.978)	-0.014 (0.531)	-0.012 (0.591)	-0.099* (0.000)	0.013 (0.567)	0.047* (0.033)	-0.001 (0.965)	0.004 (0.864)	0.016 (0.465)	-0.015 (0.485)	0.050* (0.025)	-0.003 (0.888)	0.012 (0.587)	-0.002 (0.922)	-0.023 (0.307)	-0.008 (0.702)	0.011 (0.632)	-0.010 (0.660)	-0.008 (0.729)	0.003 (0.910)	-0.031 (0.157)	

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Anexo 5: Diferencia en promedio en empresas según uso de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica

Variable	Promedio de empresas que usan ST	Promedio de empresas que NO usan ST	Diferencia	Desviación estándar	
<i>Empresas que invirtieron en I+D interna 2015-2016</i>	0.40	0.05	0.35	0.07	***
<i>Innovación en producto</i>	0.67	0.27	0.41	0.07	***
<i>Innovación en proceso</i>	0.83	0.44	0.39	0.05	***
<i>Porcentaje de ventas de productos innovadores 2017</i>	39.57	14.55	25.02	5.82	***
<i>Ventas por trabajador 2015 (miles de S/ de 2015)</i>	304.33	284.45	19.88	50.75	
<i>Ventas por trabajador 2017 (miles de S/ de 2015)</i>	279.00	222.95	56.05	34.70	
<i>Diferencia log de ventas por trabajador</i>	-0.11	-0.08	-0.04	0.07	
<i>Capital por trabajador 2015 (miles de S)</i>	19.89	17.08	2.81	3.99	
<i>antigüedad</i>	14.80	13.02	1.79	1.37	
<i>capital extranjero</i>	0.09	0.06	0.03	0.03	
<i>empleados 2015</i>	123.94	54.98	68.96	23.08	***
<i>empresa exportadora 2015</i>	0.27	0.15	0.12	0.05	**
<i>trabajadores calificados 2015</i>	0.37	0.27	0.11	0.05	**
<i>restricciones financieras</i>	0.59	0.55	0.04	0.07	
<i>vinculo (1=empresas)</i>	0.203	0.018	0.185	0.06	***
<i>vinculo (2=consultoras)</i>	0.079	0.009	0.07	0.046	
<i>vinculo (3=institutos y universidades)</i>	0.026	0.013	0.013	0.013	
<i>vinculo (4=centros de innovación y gobierno)</i>	0.072	0.001	0.071	0.045	
<i>cuota de mercado</i>	0.013	0.006	0.006	0.002	***
<i>obstáculos de tecnología</i>	0.489	0.34	0.149	0.07	**
<i>obstáculos de demanda</i>	0.734	0.621	0.112	0.057	**
<i>percepción de riesgo</i>	0.578	0.457	0.121	0.068	*
<i>accedió programa de i+d+i</i>	0.105	0.019	0.086	0.05	*
<i>financiamiento público</i>	0.054	0.01	0.043	0.024	*
<i>concentración (1=alta competitiva)</i>	0.599	0.48	0.119	0.064	*
<i>concentración (2=no concentrada)</i>	0.337	0.438	-0.101	0.06	*
<i>concentración (3=moderada)</i>	0.058	0.073	-0.015	0.021	

Variable	Promedio de empresas que usan ST	Promedio de empresas que NO usan ST	Diferencia	Desviación estándar
<i>concentración (4=concentración alta)</i>	0.006	0.01	-0.003	0.003
<i> manufactura de baja tecnología</i>	0.285	0.437	-0.152	0.058 ***
<i> manufactura de mediana tecnología</i>	0.062	0.101	-0.039	0.024 *
<i> manufactura de media/alta tecnología</i>	0.132	0.076	0.056	0.033 *
<i> SIC</i>	0.521	0.386	0.135	0.069 *
<i> Lima y Callao</i>	0.735	0.813	-0.078	0.062
<i> grupo económico</i>	0.232	0.09	0.142	0.064 **
<i> ratio del producto principal 2015</i>	84.441	81.847	2.594	3.331
<i> adquirió o desarrollo software</i>	0.285	0.074	0.211	0.058 ***
<i> invirtió en I+D en 2015</i>	0.384	0.035	0.348	0.066 ***
<i> PYME en 2015</i>	0.687	0.813	-0.126	0.058 **
<i> propiedad intelectual</i>	0.096	0.02	0.076	0.03 ***
<i> dif. Capital por trabajador</i>	1.014	1.162	-0.148	0.501
<i> dif trabajadores</i>	0.059	0.009	0.05	0.043
<i> dif % habilidades</i>	0.018	0.011	0.007	0.007



Anexo 6

Medidas de bondad de ajuste de la ecuación de innovación

	MUESTRA TOTAL		MUESTRA EMPAREJADA (VECINO MÁS CERCANO)		MUESTRA EMPAREJADA (KERNEL)	
	<i>innovación en producto</i>	<i>ratio ventas de innovación/ ventas totales</i>	<i>innovación en producto</i>	<i>ratio ventas de innovación/ ventas totales</i>	<i>innovación en producto</i>	<i>ratio ventas de innovación/ ventas totales</i>
Bondad de ajuste						
R2		0.091		0.058		0.07
R2 ajustado		0.082		0.049		0.047
Mcfadden	0.161	0.01	0.103	0.006	0.102	0.007
Mcfadden (ajustado)	0.145	0.008	0.045	0.004	0.044	0.002
Mckelvey & Zavoina	0.296		0.215		0.21	
Criterios de información						
AIC	2134.3	19487.1	649.8	18770.8	661.2	7911.5
BIC	2246.6	19599.4	760.3	18881.3	754.4	8004.7
Raíz MSE		29.114		37.807		37.84
N	2,032	2,032	1856	1856	781	781

Medidas de bondad de ajuste de la ecuación de productividad laboral

	MUESTRA TOTAL		MUESTRA EMPAREJADA (VECINO MÁS CERCANO)		MUESTRA EMPAREJADA (KERNEL)	
	<i>innovación en producto</i>	<i>ratio ventas de innovación/ ventas totales</i>	<i>innovación en producto</i>	<i>ratio ventas de innovación/ ventas totales</i>	<i>innovación en producto</i>	<i>ratio ventas de innovación/ ventas totales</i>
R2						
R2	0.104	0.104	0.164	0.169	0.153	0.157
R2 ajustado	0.099	0.1	0.153	0.158	0.148	0.152
raíz MSE	0.53957	0.53941	0.43108	0.42971	0.44841	0.44739