CIES
consorcio de investigación económica y social
Construyendo conocimiento para mejores políticas

Impacto de la inversión en ciencia, tecnología e innovación tecnológica en la productividad de las firmas en el Perú

INFORME FINAL – VERSIÓN PUBLICABLE

PI EQU/A1 – PB13

César Del Pozo Loayza

Departamento de Economía, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Esther Guzmán Pacheco

Departamento de Economía, Universidad Andina del Cusco

Abril 2022

Auspicio:

CIES consorcio de investigación económica y social Construyendo conocimiento para mejores políticas
PERÚ Ministerio de Economía y Finanzas
FUNDACIÓN M. J. Bustamante De la Fuente
PERÚ Ministerio de Energía y Minas

Resumen

El objetivo del estudio es estimar el impacto de la inversión en ciencia, tecnología e innovación tecnológica (CTI) en la Productividad Total Factorial (PTF) a nivel empresarial para diversos sectores de la economía peruana. Para explorar relaciones causales se ha empleado la Encuesta Económica Anual entre los años 2014 y 2016 y la metodología *Endogenous Switching Model*. Los resultados empíricos sugieren que la inversión en CTI incrementa la productividad en empresas que pertenecen a los sectores de agroindustria, comercio, manufactura y restaurantes. En tales sectores, una mayor proporción de empresas realiza inversiones en CTI de diversos tipos (productos, procesos, organización y software). La decisión de inversión en CTI se relaciona de manera directa con el tamaño de las empresas y las inversiones en activos intangibles.

Abstract

The objective of the study is to estimate the impact of investments in science, technology and technological innovation (STI) on the total factor productivity at firms' level for various economics sectors of the Peruvian economy. To explore causal relationships, we employ the Annual Economic Survey between 2014 and 2016 and the Endogenous Switching Model methodology. The main empirical results suggest that investment in STI increases firms' productivity that belong to the sectors such as agribusiness, commerce, manufacture, and restaurants. In these sectors, a higher proportion of firms make investments in CTI of various types (products, processes, organization and software). The decision to invest in STI is directly related with the firms' size and amounts of investments in intangible assets.

Contenido

1. Introducción	**Pág. 4**
2. Marco conceptual	**Pág. 7**
2.1 El rol de las inversiones en CTI dentro del proceso de innovación empresarial	Pág. 7
2.2 Relación entre la inversión en CTI y la productividad empresarial	Pág. 8
2.3 Revisión de la literatura relacionada	Pág. 9
2.4 Hipótesis de investigación	Pág. 11
3. Metodología	**Pág. 11**
3.1 Fuente de datos	Pág. 11
3.2 Metodología es estimación de la Productividad Total Factorial	Pág. 13
3.3 Estimación del impacto de la inversión en CTI en la PTF	Pág. 14
4. Resultados	**Pág. 18**
4.1 Características de las empresas	Pág. 18
4.2 Determinantes de la decisión de inversión en CTI	Pág. 30
4.3 Estimación del efecto de la inversión en ciencia, tecnología e innovación en la productividad total factorial	Pág. 33
4.4 Análisis de género	Pág. 50
5. Conclusiones y recomendaciones	**Pág. 51**
Bibliografía	**Pág. 55**
Anexos	**Pág. 58**

1. Introducción

En países en desarrollo, tanto el sector privado como el sector público, otorgarían una mayor atención al crecimiento de factores de producción tradicionales como capital y trabajo, dejando de lado estrategias empresariales y políticas públicas para promover el incremento de la productividad (Lee y Xuan, 2019). En el caso peruano, el incremento de la productividad a nivel empresarial es uno de los principales retos para las estrategias de promoción de la competitividad y el crecimiento económico sostenido. Un mecanismo potencialmente efectivo para incrementar la productividad a nivel empresarial es la promoción de la innovación, donde la inversión en ciencia, tecnología e innovación tecnológica (CTI) juegan un rol clave (Crespi y Zuniga, 2011),

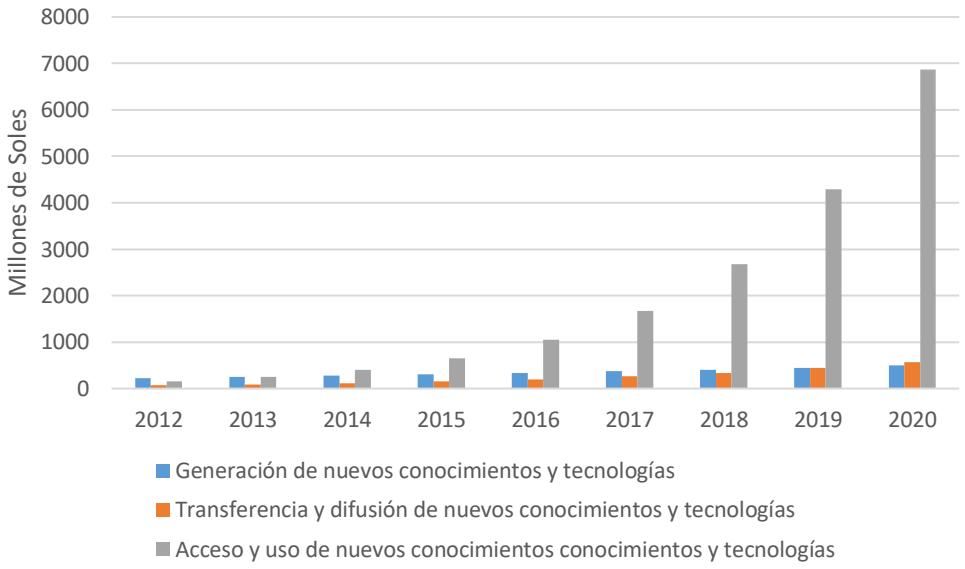
De acuerdo con Kuramoto (2017), en el Perú la inversión en CTI representaría apenas el 0.13% del Producto Bruto Interno. El 60% de la inversión total en CTI correspondería a la inversión pública. De acuerdo con CONCYTEC (2020) la inversión pública en CTI pasó de S/ 200 millones en 2012 hasta S/ 1,000 millones en 2018. Dichos montos corresponden al financiamiento de actividades de investigación, transferencia tecnológica, formación de habilidades en CTI y mejora de gestión. Tales inversiones tienen el propósito de incrementar la creación de conocimiento desde instituciones públicas, se orientaría a la generación de externalidades positivas y bienes públicos para la sociedad en su conjunto a través de la transferencia tecnológica.

La inversión pública en CTI se ha distribuido entre distintas instituciones: Programa Nacional de Innovación Agraria, Programa de Desarrollo Forestal Sostenible, Estaciones Experimentales, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña, Instituto Geofísico del Perú, Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica y Artesanía y Turismo, Instituto Geográfico Nacional, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Instituto Geológico Minero Metalúrgico, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Instituto Tecnológico de la Producción, Instituto del Mar del Perú, Innóvate Perú, Instituto Nacional de Salud y Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción.

En el Gráfico 1, se muestra la estimación del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2012) respecto de la inversión pública orientada a la generación, transferencia, difusión, acceso y uso de nuevos conocimientos y tecnologías. Dicha inversión pasaría de S/ 2,472 millones en 2012 hasta S/ 9,956 millones en 2020. De este último monto,

alrededor de S/ 6,872 millones implicarían inversiones para facilitar el acceso y uso de nuevos conocimientos y tecnologías a través de la transferencia tecnológica. No obstante, aún existe poca información respecto de las características de la inversión en CTI por parte del sector privado peruano; particularmente a nivel empresarial, este estudio abordará esta brecha de información.

Gráfico 1. Inversión pública estimada en Ciencia, Tecnología e Innovación



Fuente: MEF (2012)

La literatura revisada sugiere que las inversiones en activos intangibles tienen impactos positivos en la productividad empresarial (Chudnovsky et al. 2006, Parisi et al. 2006, Mairesse y Robin 2009, Arza y López 2010, Álvarez, 2016; Crespi y Zuniga, 2016; Tello, 2017; Fazlioglu et al. 2018). Generalmente, las inversiones en CTI a nivel empresarial están orientadas a diversos aspectos, entre ellos: (i) Desarrollo de nuevos productos, (ii) Mejoras en los procesos productivos, (iii) Creación de unidades específicas dentro de las organizaciones para el desarrollo de proyecto de innovación o mejoras tecnológicas, (iv) Contratación de personal especializado para la realización de proyectos de innovación, (v) Realización de actividades conjuntas con instituciones de investigación o universidades, y (vi) Adquisición o desarrollo de tecnologías de información y comunicación.

En este estudio se emplea como una aproximación a la productividad empresarial la denominada Productividad Total Factorial (PTF), la PTF resume todas aquellas externalidades positivas que contribuyen al incremento de la producción y desempeño de las empresas (Abramovitz, 1956; Jorgenson y Griliches, 1967). En el presente

estudio se busca analizar el efecto potencial de la inversión en CTI en la PTF de las empresas peruanas. Sin embargo, las decisiones de inversión en CTI son simultáneas a las decisiones de producción dentro de las empresas, lo cual genera un problema de endogeneidad en la estimación del impacto de la inversión en CTI sobre la productividad. En la literatura internacional, abordando el problema de endogeneidad entre decisiones de inversión y de producción, se encuentra evidencia de impactos positivos de la inversión en CTI en la productividad a nivel de firmas en distintos casos de estudio y sectores económicos, principalmente para países desarrollados y para manufactura. Este estudio busca ofrecer evidencia sobre los efectos de la inversión en CTI sobre la productividad para el caso peruano y en diversos sectores de la economía peruana.

La evidencia del impacto de inversiones en CTI en la productividad empresarial para el caso peruano es relativamente escasa. Los estudios disponibles (Tello, 2017; 2020) encuentran una relación positiva entre las actividades de CTI en la productividad laboral de empresas del sector manufactura; sin embargo, no se habrían realizado estudios de impacto de las inversiones de CTI en la PTF a nivel de firmas en distintos sectores económicos y tampoco estudios que consideren la composición por genero de la fuerza laboral de las empresas peruanas (Kuramoto, 2017). Considerando las brechas de conocimiento identificadas en párrafos anteriores, surgen las siguientes preguntas de investigación: *¿Cuáles son las características de la inversión en CTI de las empresas peruanas?, ¿Cuál es el efecto de la inversión en CTI en la PTF a nivel de firmas en el Perú según sectores económicos para el caso peruano?, ¿Los impactos de las inversiones en CTI son diferentes en función del grado de participación laboral de las mujeres a nivel sectorial para el caso peruano?*

El objetivo principal del estudio es estimar el impacto de la inversión en ciencia, tecnología e innovación tecnológica (CTI) en la Productividad Total Factorial (PTF) a nivel de firmas para el caso peruano. Los resultados ofrecerán evidencia sobre las características de la inversión en CTI de las empresas peruanas, composición de género de la fuerza laboral y su relación con la inversión en CTI; así como, una estimación consistente a problemas de endogeneidad del impacto de la inversión en CTI en la Productividad Total Factorial de empresas de diversos sectores de la economía peruana.

El resto de documento contiene las siguientes partes, en la segunda sección se presenta el marco conceptual del estudio y se presenta la revisión de la literatura. En la tercera

sección se describen la base de datos, la metodología de estimación de la PTF y la estrategia de identificación de efectos causales. En la cuarta sección se presentan los principales resultados del estudio. Finalmente, en la quinta sección se discuten las principales conclusiones y recomendaciones de políticas públicas.

2. Marco conceptual

2.1 El rol de las inversiones en CTI dentro del proceso de innovación empresarial

De acuerdo con Laperche y Mignon (2018), la innovación implica el crecimiento de múltiples tipos de conocimiento, incluido el conocimiento de cómo organizarse y el conocimiento de las oportunidades del mercado. Éstos diferentes tipos de conocimiento, complementarios al conocimiento científico y tecnológico, se obtienen de manera inseparable del proceso competitivo del mercado. La innovación es ruta hacia alcanzar ventajas competitivas. La innovación puede ser considerada como una cuestión de experimentación empresarial, la prueba económica de ideas que tienen como objetivo aumentar las ganancias o mejorar la fuerza de mercado de una empresa. Esto ocurre en dos amplios conjuntos de condiciones, definidas por la innovación en las empresas existentes y la innovación por las nuevas empresas, y los dos son contextos bastante diferentes para los procesos de innovación.

La innovación, es la principal forma en que una empresa puede adquirir una ventaja competitiva en relación con sus rivales comerciales. Como proceso de experimentación, proceso de descubrimiento, los resultados son necesariamente inciertos. Ninguna empresa puede prever si sus rivales producirán mejores innovaciones ni puede saber de antemano, incluso cuando se resuelvan todos los problemas técnicos, que los consumidores pagarán un precio y comprarán una cantidad que justifique el desembolso de recursos para generar productos nuevos o procesos mejorados.

A nivel macroeconómico, la innovación puede ser impulsada a través de acciones internas en los países, principalmente, a través de la promoción de la inversión tanto en el sector público como privado. El rol de las políticas públicas es promover la inversión en investigación, desarrollo científico y tecnológico para crear infraestructura y mejorar el capital humano. La promoción de tales inversiones es considerada como una externalidad positiva, la cual a su vez puede incentivar nuevas inversiones en innovación. Desde una perspectiva institucional, resulta relevante identificar los actores clave relacionados con la promoción de la ciencia, tecnología e innovación; así como,

las relaciones e interacciones entre ellos. La promoción de la innovación se realiza a través de reglas y leyes, tales como patentes e incentivos fiscales.

A nivel microeconómico, se consideran diversos factores que determinan las decisiones de inversión en innovación, tales como: esfuerzos para la innovación, tamaño de las empresas, capacidades internas, capital humano y redes de trabajo e innovación (Kim, 2020). En general, las decisiones de innovación a nivel empresarial y sus determinantes son procesos complejos y multidimensionales. En particular, las decisiones de inversión en CTI están condicionadas por las estrategias, incentivos y demandas de las empresas (Roud, 2018).

2.2 Relación entre la inversión en ciencia, tecnología e innovación y la productividad empresarial

En primer término, de acuerdo con el Manual de Oslo (OECD 1992, 1996, 2005), las inversiones en CTI por parte de las firmas están relacionadas con productos, procesos, organización y marketing. La inversión en CTI para el desarrollo de productos, busca generar nuevos productos o mejoras sustanciales en productos y/o servicios. La inversión en CTI para el desarrollo de procesos, es definida con la implementación de nuevos procesos o cambios significativos en los procesos de producción, distribución o actividades de soporte para productos y/o servicios. La inversión en CTI para la organización, es definida cómo la introducción de cambios significativos en la estructura organizacional, técnicas de gestión empresarial avanzadas, nuevas o cambios sustanciales en las estrategias corporativas. Por su parte, inversión en CTI para el marketing, implica una orientación hacia el consumidor, introducción a nuevos mercados, o posicionamiento de la firma en mercados donde se buscan incrementar las ventas o mejorar el posicionamiento.

En segundo término, la productividad es una medida de la eficiencia en el uso de los factores de producción, en una economía con múltiples factores de producción (trabajo, capital y la demanda de insumos intermedios) dicha medida de eficiencia es denominada como la productividad total de factores (PTF), la cual resume la capacidad que tiene los factores de producción de producir bienes o servicios de manera combinada. En esta propuesta de investigación, se considera que la PTF resume todas aquellas externalidades positivas inobservables que contribuyen al incremento de la producción de las firmas (Abramovitz, 1956; Jorgenson y Griliches, 1967).

De acuerdo con Hall (2011), la inversión en CTI podría generar ganancias en productividad a través de incrementar la eficiencia de las firmas y mejorar la oferta de productos y/o servicios ofertados (mejoras en cantidad y/o calidad). Lo cual permite reducir los costos de producción o segmentar la demanda.

2.3 Revisión de la literatura relacionada

En la literatura, el análisis empírico de la relación entre inversión en CTI y productividad a nivel empresarial se ha llevado a cabo empleado como proxy de inversión en CTI el gasto de inversión en actividades de investigación, desarrollo e innovación. Diversos estudios encuentran un efecto positivo de la inversión en CTI en la productividad (Chudnovsky et al. 2006, Parisi et al. 2006, Mairesse y Robin 2009, Arza y López 2010, Álvarez, 2016, Fazlioglu et al. 2018)[1].

En primer término, Chudnovsky et al., (2006), emplean una base de datos de tipo panel a nivel de empresas para el caso de Argentina entre los años 1992 y 2001, los autores encuentran que el gasto en investigación y desarrollo, así como el gasto en tecnología tienen efectos positivos en la probabilidad que las firmas generen nuevos productos hacia el mercado. Las firmas con mayor nivel de gasto en tecnología tienen mayores niveles de productividad.

En segundo término, Parisi et al., (2006) analizan la relación entre CTI y productividad para el caso de empresas italianas, los autores encuentran que el gasto relacionado con innovación tiene efectos positivos en la productividad. El gasto en investigación y desarrollo estaría asociado con la probabilidad que las firmas introduzcan nuevos productos. Por su parte, Mairesse y Robin (2009), analizan el efecto de la innovación en la productividad laboral para el caso de Francia y para empresas de manufactura y servicios. Los autores dan cuenta del problema de endogeneidad en la decisión de inversión en CTI y la decisión de producción. Los autores encuentran evidencia que el gasto en innovación, relacionado con la innovación en productos, tiene efectos positivos en la productividad laboral.

En tercer término, Arza y López (2010), analizan la relación entre innovación y productividad para empresas manufactureras en Argentina entre 1998 y 2004. Los

[1] Crespi y Zuniga (2012) realizaron una revisión de literatura sobre la relación empírica entre innovación e indicadores de desempeño (ventas, valor agregado, productividad laboral) de las empresas para diversos países latinoamericanos.

autores encuentran que varios tipos de inversiones en CTI (innovación, adopción de nuevas tecnologías, capacitación del personal) tienen efectos positivos en la productividad laboral. Álvarez (2016), examina el impacto de un conjunto de inversiones en CTI (tecnologías de información y comunicación, investigación y desarrollo) en la productividad de empresas de servicios en Chile. Esta investigación resulta relevante, toda vez que, en varios países de Sudamérica existe una brecha de productividad entre empresas de servicios y el resto de los sectores. Los autores encuentran que la inversión en CTI incrementa la productividad.

Adicionalmente, Crespi y Zuniga (2011) examinan los determinantes de la innovación tecnológica y su impacto en la productividad laboral a nivel empresarial en seis países de América Latina (Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Panamá y Uruguay). Los autores encuentran que las empresas que deciden invertir en CTI son más propensas a introducir en sus procesos nuevos avances tecnológicos, además encuentran que las empresas que deciden innovar muestran un mayor nivel de productividad laboral; no obstante, el grado de heterogeneidad en las decisiones de inversión en empresas de América Latina es mayor, en promedio, respecto de países de la OECD.

Para el caso peruano, Tello (2017) analiza la relación entre las decisiones de inversión en innovación sobre la productividad laboral de empresas de servicios y manufactura. El autor utiliza información de la Encuesta Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación tecnológica de 2004. Dicha encuesta contiene información de actividades CTI de más de 4,800 empresas en distintos sectores de la economía peruana. El autor encuentra que, el tamaño de las firmas y la intensidad en la inversión en CTI se asocian positivamente con la productividad laboral tanto en empresas de servicios como de manufactura. Finalmente, Tello (2020) estima el impacto de la inversión en investigación y desarrollo sobre las decisiones de innovación y la productividad laboral de empresas manufactureras peruanas en el periodo 2009-2014. El autor menciona que las empresas manufactureras no estarían aprovechando las ventajas de las actividades de investigación y desarrollo, y continúan dependiendo del capital físico y humano para incrementar la productividad laboral.

2.4 Hipótesis de investigación

De acuerdo con lo anterior, se plantean las siguientes hipótesis:

H1: *La inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica incrementa la Productividad Total Factorial de las empresas peruanas.*

H2: *El efecto de la inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica incrementa en la Productividad Total Factorial de las empresas es heterogéneo según los sectores económicos, debido a las diferencias de las características empresariales en cada sector económico.*

3. Metodología

3.1 Fuente de datos

En este estudio, se han empleado datos secundarios a nivel de empresas peruanas generadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). En particular, la Encuesta Económica Anual (EEA) correspondiente a los ejercicios económicos de los años 2014, 2015 y 2016[2]. La población de referencia de la EEA está compuesta por más de 75 mil empresas formales a escala nacional, la EEA es probabilística de la población de empresas registradas en el Padrón de Contribuyentes de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT).

La EEA releva información económica y financiera de empresas en 14 actividades económicas: agencias de viajes, agroindustria, centros educativos no estatales, comercio, construcción, establecimiento de hospedaje, hidrocarburos, pesca, manufactura, servicios eléctricos, transporte y comunicaciones, universidades no estatales, restaurantes y servicios. Así mismo, incluye módulos de información sobre las decisiones de inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica: nuevos productos, prototipos, procesos, innovación, patentes, relación con universidades.

Las variables disponibles en la Encuesta Económica Anual (EEA) permiten aproximar la producción de las empresas como el valor monetario de la producción total (suma de la

[2] Para las muestras correspondientes a los años 2017, 2018, 2019 no fue posible determinar una muestra panel que incluya información completa relacionada con inversión en CTI. Este aspecto constituye una limitación del presente estudio.

producción del ejercicio correspondiente y el margen comercial). Donde la producción del ejercicio es la suma de las ventas netas, prestación de servicios, variación de la producción en almacenes y la producción del activo inmovilizado. Por su parte, el margen comercial es la suma de las ventas netas de mercancías más la variación de existencias menos la compra de mercancías.

El factor trabajo puede ser aproximado como el valor monetario de los gastos de personal (que incluye a trabajadores de planta, directores y gerentes), se ha considerado dicho indicador para aproximar el precio del trabajo en el proceso productivo. El factor capital puede ser aproximado a través del valor monetario del activo total neto de depreciación, el cual está determinado como la suma entre el activo corriente y el activo no corriente, se ha considerado dicho indicador para aproximar el precio del capital. Los insumos intermedios pueden ser aproximados como el valor monetario de la suma de las compras de materias primas, insumos auxiliares, suministros, repuestos, envases y embalajes, más costos vinculados con las compras.

La EEA incluyen un módulo de información relacionada con las decisiones de inversión en Ciencia y Tecnología, entre ellas es posible aproximar las siguientes decisiones de las empresas:

- Si la empresa ha realizado inversiones para el desarrollo de nuevos productos o servicios en su organización.
- Si la empresa ha realizado inversiones para mejorar procesos productivos u operativos en la organización.
- Si la empresa cuenta con personal estable para dedicarse a proyecto de innovación, mejoras tecnológicas o desarrollo de nuevos productos.
- Si la empresa cuenta con una unidad que ejecute proyectos de innovación, mejoras tecnológicas o el desarrollo de nuevos productos.
- Si ha contratado servicios de terceros para que realicen proyectos de innovación, mejoras o el desarrollo de nuevos productos.
- Si la empresa ha realizado actividades conjuntas con instituciones de investigación o universidades para realizar proyectos de innovación, mejoras o el desarrollo de nuevos productos.
- Asimismo, dicho módulo de información incluye información sobre el monto de inversiones en CTI, entre ellas: patentes y propiedad industrial, programas de computadora y software, costo de explotación y desarrollo, formulas, diseños y

prototipos, reservas de recursos extraíbles, capacitación en investigación científica, tecnológica y de gestión, asesoría y consultoría.

La EEA también incluye un módulo de información sobre tecnologías de información y comunicación (TIC's), entre ellas:

- Infraestructura de acceso a TIC's: computadoras, telefonía fija, telefonía móvil, red local, internet, intranet, extranet.
- Tipo de acceso a internet: sitio web, comercio electrónico, medios de compra y pagos electrónicos, banda ancha, redes sociales.
- Tipo de uso de software: compra de software, desarrollo de software, sistemas de gestión (contable, ventas, finanzas, logística, soporte informático).

Por un lado, la información disponible en la EEA ha pasado por criterios básicos de consistencia estadística aplicados por el INEI; no obstante, se llevó a cabo un proceso de gestión de la base de datos empleada, el cual consistirá en los siguientes procesos: limpieza de datos, eliminación de observaciones aberrantes (outlyers), evaluación de la consistencia intertemporal periodo a periodo de las bases anuales.

3.2 Metodología de estimación de la Productividad Total Factorial

De acuerdo con Del Pozo y Guzmán (2019), se asume una función de producción agregada "*Value-added production*" expresada como[3]:

$$va_{i,t} = \beta_0 + \beta_l l_{i,t} + \beta_k k_{i,t} + \omega_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

Donde $va_{i,t} = y_{i,t} - m_{i,t}$ es el valor agregado de la producción expresada como la diferencia entre el logaritmo de las ventas ($y_{i,t}$) y el uso de insumos ($m_{i,t}$). $l_{i,t}$ es el logaritmo del trabajo, $k_{i,t}$ es el logaritmo del capital, $\omega_{i,t}$ es una variable que representa la productividad, la cual es una variable potencialmente observable o predecible por las empresas para tomar decisiones respecto del uso de los factores de producción. $\varepsilon_{i,t}$ es un shock estocástico. En el presente estudio se ha empleado la metodología de estimación de funciones de producción propuesta por Ackerberg, et al., (2015).

[3] Se plantea una función de producción agregada "*Value-added production*" explícitamente para que los insumos no entren como otro regresor en la función de producción a estimar.

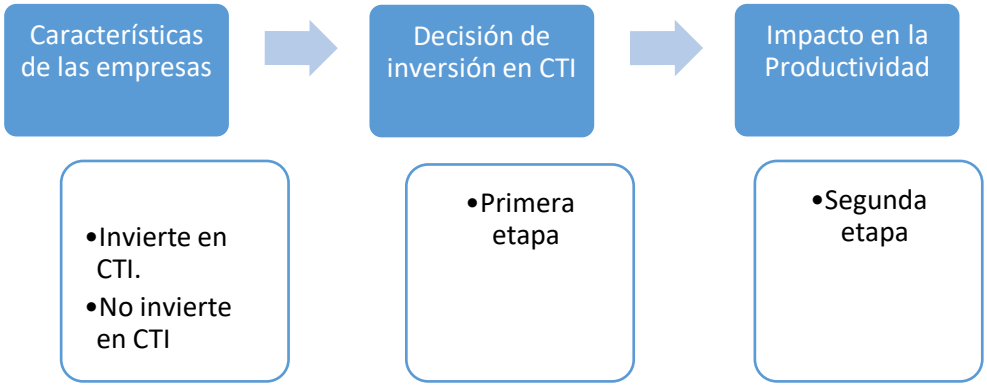
La PTF ha sido calculada como el "residuo de Solow" (Solow 1957), donde la participación de los factores de producción en el valor agregado está aproximada por la estimación consistente de los coeficientes β_l y β_k a través del método de Ackerberg, et al., (2015), con lo cual la productividad puede ser calculada como ($\omega_{i,t}$):

$$PTF_{i,t}: \widehat{\omega}_{i,t} = va_{i,t} - \hat{\beta}_l \, l_{i,t} - \hat{\beta}_k k_{i,t} \quad (2)$$

3.3 Estimación del impacto de la inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación en la Productividad Total Factorial

Para la estimación del impacto de la inversión en CTI en la PTF se ha empleado la metodología denominada Endogenous Switching Method (ESM) planteada por Lokshin and Sajaia (2004) y Dutoit (2007). Este método permite abordar el problema de sesgo de selección generado por la decisión endógena de inversión en CTI por parte de las empresas (Fazlioglu et al., 2018). De acuerdo con el Gráfico 2, es posible categorizar a las empresas en dos grupos o regímenes: (i) Un grupo de empresas que realiza inversiones en CTI (grupo de tratamiento) y (ii) Otro grupo de empresas que no realiza tales inversiones (grupo de control). La decisión de inversión en CTI no es aleatoria sino más bien es una decisión endógena de las empresas. Para dar cuenta del sesgo de selección, ESM plantea dos etapas: La primera para modelar la decisión de inversión en CTI; la segunda para estimar la diferencia en la PTF para el grupo de tratamiento y de control condicional a sus decisiones de inversión en CTI.

Gráfico 2. Metodología - ESM



Fuente: Elaboración propia.

En la primera etapa se emplea un modelo de selección para modelar las decisiones de inversión:

$$I_i = 1 \; si \; \alpha Z_i + \eta_i > 0 \qquad (3)$$
$$I_i = 0 \; si \; \alpha Z_i + \eta_i \leq 0$$

Donde I_i es una variable latente de la decisión de inversión en CTI por parte de la empresa "i", Z_i es un vector de variables específicas a las empresas, tales como: intensidad de uso del capital (medido como la ratio entre el stock del capital y el número de trabajadores), número de trabajadores, tipos de organización empresarial (empresas individuales, sociedad anónimas, asociaciones de responsabilidad limitada, etc.), inversión total en activos intangibles, inversión en asesoría y consultoría.

En la Tabla 1, la variable relacionada con la inversión en CTI tendrá un conjunto de definiciones de tipo binario: 1 si realiza la inversión y 0 de otro modo. Lo cual tiene un doble propósito; por un lado, para analizar qué tipo de inversión en CTI puede ser más efectiva para incrementar la productividad empresarial; y por otro, para realizar suficientes ejercicios de robustez de las estimaciones empíricas.

Tabla 1. Definiciones de inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica

Definiciones de inversión en CTI	Definición de los tratamientos
Inversión en CTI	Equivale a 1 si la empresa ha realizado algún tipo de inversión en CTI (inversión en el desarrollo de nuevos productos y/o inversión en mejorar procesos productivos y/o inversión para generar cambios en la organización y/o inversión para generar sinergias con instituciones de I+D+i); 0 de otro modo.
Continuidad de la inversión en CTI	Equivale a 1 si la empresa ha realizado inversiones en CTI por al menos dos años consecutivos; 0 de otro modo.
Inversión en CTI para el desarrollo de nuevos productos	Equivale a 1 si la empresa ha realizado inversiones para el desarrollo de nuevos productos; 0 de otro modo.
Inversión en CTI para mejorar procesos productivos	Equivale a 1 si la empresa ha realizado inversiones para mejorar procesos productivos u operativos; 0 de otro modo.
Inversión en CTI para generar cambios en organización	Equivale a 1 si la empresa cuenta con personal estable en CTI para actividades de CTI; 0 de otro modo.

Inversión en CTI para generar cambios en organización	Equivale a 1 si la empresa cuenta con una unidad especializada en CTI; 0 de otro modo.
Inversión en CTI para generar cambios en organización	Equivale a 1 si la empresa ha contratado servicios de terceros para actividades de CTI; 0 de otro modo.
Inversión en CTI para generar sinergias con instituciones de I+D+i	Equivale a 1 si la empresa ha realizado actividades conjuntas con instituciones de I+D+i para realizar proyectos de CTI; 0 de otro modo.
Inversión en tecnologías de información y comunicación	Equivale a 1 si la empresa compró software propietario (licencias de software); 0 de otro modo.
Inversión en tecnologías de información y comunicación	Equivale a 1 si la empresa desarrolló software propio; 0 de otro modo.

Fuente: Encuesta Económica Anual

En la segunda etapa, ESM plantea dos regímenes: (1) Empresas que invierten en activos intangibles o grupo de tratamiento y (2) Empresas que no invierten en activos intangibles o grupo de control:

$$\widehat{\omega}_{1,i} = \beta_1 X_{1i} + \varepsilon_{1i};\ I_i = 1 \qquad (4)$$
$$\widehat{\omega}_{2,i} = \beta_2 X_{2i} + \varepsilon_{2i};\ I_i = 0$$

En las ecuaciones anteriores: $\widehat{\omega}_{1,i}$ es la Productividad Total Factorial, estimada previamente para empresas que invierten en CTI en el régimen 1. $\widehat{\omega}_{2,i}$ es la Productividad Total Factorial, estimada previamente para empresas que no invierten en CTI en el régimen 2. Los vectores X_{1i} y X_{2i} son variables exógenas a la productividad total factorial. De acuerdo con Lokshin and Sajaia (2004), se asume que los errores η_i, ε_{1i} y ε_{2i} tienen una distribución normal con media cero y una matrix de varianzas y covarianzas, definida por:

$$\Omega = \begin{bmatrix} \sigma_\eta^2 & \sigma_{1\eta} & \sigma_{2\eta} \\ \sigma_{1\eta} & \sigma_1^2 & . \\ \sigma_{2\eta} & . & \sigma_2^2 \end{bmatrix} \qquad (5)$$

Donde σ_η^2 es la varianza del error en la ecuación de selección (ecuación 9); mientras que σ_1^2 y σ_2^2 son las varianzas de los términos de error de las ecuaciones (8), el resto de

los términos de la matriz son las covarianzas. Considerando el supuesto de normalidad de los términos de error, la función de log-verosimilitud puede ser expresada como:

$$logL = \sum_{i=1}^{n} \left(I_i \left[log \left\{ F\left(\frac{\alpha Z_i + \rho_1 \frac{\varepsilon_{1i}}{\sigma_1}}{\sqrt{1-\rho_1^2}} \right) \right\} + log \left\{ f\left(\frac{\varepsilon_{1i}}{\sigma_1}\right)/\sigma_1 \right\} \right] + (1 - I_i) \left[log \left\{ 1 - F\left(\frac{\alpha Z_i + \rho_2 \frac{\varepsilon_{2i}}{\sigma_2}}{\sqrt{1-\rho_2^2}} \right) \right\} + f\left(\frac{\varepsilon_{2i}}{\sigma_2}\right)/\sigma_2 \right] \right) \quad (6)$$

En la ecuación anterior F(.) es la función de distribución acumulada, f es la función distribución de densidad, $\rho_1 = \sigma_{1\eta}^2/\sigma_\eta\sigma_1$ y $\rho_2 = \sigma_{2\eta}^2/\sigma_\eta\sigma_2$. La estimación conjunta del modelo por Máxima Verosimilitud genera las siguientes esperanzas condicionales:

$$\begin{aligned} E[\widehat{\omega}_{1,i}|\, I_i = 1] &= \beta_1 X_{1i} + \sigma_1\rho_1 f(\alpha Z_i)/F(\alpha Z_i) \\ E[\widehat{\omega}_{1,i}|\, I_i = 0] &= \beta_1 X_{1i} + \sigma_1\rho_1 f(\alpha Z_i)/\{1 - F(\alpha Z_i)\} \\ E[\widehat{\omega}_{2,i}|\, I_i = 1] &= \beta_2 X_{2i} + \sigma_2\rho_2 f(\alpha Z_i)/F(\alpha Z_i) \\ E[\widehat{\omega}_{2,i}|\, I_i = 0] &= \beta_2 X_{2i} + \sigma_2\rho_2 f(\alpha Z_i)/\{1 - F(\alpha Z_i)\} \end{aligned} \quad (7)$$

La estimación simultánea de la primera y segunda etapa del ESM por Máxima Verosimilitud (Dutoit, 2007), permite estimar la PTF condicionada por las decisiones de inversión en productividad.

$$\begin{aligned} TT &= E[\widehat{\omega}_{1,i}|\, I_i = 1] - E[\widehat{\omega}_{2,i}|\, I_i = 1] \\ TU &= E[\widehat{\omega}_{1,i}|\, I_i = 0] - E[\widehat{\omega}_{2,i}|\, I_i = 0] \end{aligned} \quad (8)$$

En las ecuaciones anteriores, TT representa las potenciales ganancias en productividad para para las firmas que deciden invertir en CTI; es decir, el efecto promedio de la inversión en CTI en la PTF en el grupo de tratamiento (Average Treatment Effects on the Treated). Por su parte, TU representa las potenciales ganancias en productividad para para las firmas que no deciden invertir en CTI; es decir, el efecto promedio de la inversión en CTI en la PTF en el grupo de control Average Treatment Effects on the Untreated.

4. Resultados

4.1 Características de las empresas

Características generales

En la Tabla 3, se describen las principales características de las firmas incluidas en la muestra en su conjunto (columna 1) así como por sector económico (columnas 2 a 9). A nivel de todas las firmas de la muestra, el valor de la producción promedio es de S/ 18 millones anuales, el gasto promedio en el factor trabajo es de S/. 4 millones, el valor promedio del stock de capital es de S/ 29 millones, el valor de los insumos utilizados es de S/. 11 millones, el valor agregado promedio (valor de la producción menos valor de los insumos) es de S/. 16 millones. Por su parte la inversión promedio es de S/. 2 millones, el número de trabajadores es de 133 en promedio y la participación laboral femenina (ratio trabajadoras mujeres respecto del total de trabajadores) es de 30%.

En el sector agroindustria, el valor de la producción es de S/ 83 millones anuales en promedio, el gasto en el factor trabajo es de S/. 13 millones en promedio, el valor del stock de capital es de S/ 102 millones en promedio, el valor de los insumos utilizados es de S/. 71 millones en promedio, el valor agregado (valor de la producción menos valor de los insumos) es de S/. 45 millones en promedio. Por su parte, el valor de la inversión es de S/. 9 millones en promedio, el número de trabajadores es de 576 en promedio y la participación laboral femenina (ratio trabajadoras mujeres respecto del total de trabajadores) es de 32%.

En el sector comercio, el valor de la producción es de S/ 9 millones anuales en promedio, el gasto en el factor trabajo es de S/. 2 millones en promedio, el valor del stock de capital es de S/ 22 millones en promedio, el valor de los insumos utilizados es de S/. 6 millones en promedio, el valor agregado (valor de la producción menos valor de los insumos) es de S/. 12 millones en promedio. Por su parte, el valor de la inversión es de S/. 1 millón en promedio, el número de trabajadores es de 72 en promedio y la participación laboral femenina (ratio trabajadoras mujeres respecto del total de trabajadores) es de 34%.

En el sector construcción, el valor de la producción es de S/. 31 millones anuales en promedio, el gasto en el factor trabajo es de S/. 6 millones en promedio, el valor del stock de capital es de S/ 36 millones en promedio, el valor de los insumos utilizados es de S/. 8 millones en promedio, el valor agregado (valor de la producción menos valor de

los insumos) es de S/. 24 millones en promedio. Por su parte, el valor de la inversión es de S/. 2 millón en promedio, el número de trabajadores es de 174 en promedio y la participación laboral femenina (ratio trabajadoras mujeres respecto del total de trabajadores) es de 17%.

En el sector pesca, el valor de la producción es de S/ 13 millones anuales en promedio, el gasto en el factor trabajo es de S/. 2 millones en promedio, el valor del stock de capital es de S/ 24 millones en promedio, el valor de los insumos utilizados es de S/. 6 millones en promedio, el valor agregado (valor de la producción menos valor de los insumos) es de S/. 8 millones en promedio. Por su parte, el valor de la inversión es de S/. 2 millones en promedio, el número de trabajadores es de 61 en promedio y la participación laboral femenina (ratio trabajadoras mujeres respecto del total de trabajadores) es de 16%.

En el sector manufactura, el valor de la producción es de S/ 47 millones anuales en promedio, el gasto en el factor trabajo es de S/. 8 millones en promedio, el valor del stock de capital es de S/ 56 millones en promedio, el valor de los insumos utilizados es de S/. 26 millones en promedio, el valor agregado (valor de la producción menos valor de los insumos) es de S/. 28 millones en promedio. Por su parte, el valor de la inversión es de S/. 4 millones en promedio, el número de trabajadores es de 203 en promedio y la participación laboral femenina (ratio trabajadoras mujeres respecto del total de trabajadores) es de 26%.

En el sector transportes y comunicaciones, el valor de la producción es de S/ 28 millones anuales en promedio, el gasto en el factor trabajo es de S/. 6 millones en promedio, el valor del stock de capital es de S/ 39 millones en promedio, el valor de los insumos utilizados es de S/. 11 millones en promedio, el valor agregado (valor de la producción menos valor de los insumos) es de S/. 29 millones en promedio. Por su parte, el valor de la inversión es de S/. 6 millones en promedio, el número de trabajadores es de 165 en promedio y la participación laboral femenina (ratio trabajadoras mujeres respecto del total de trabajadores) es de 21%.

En el sector de restaurantes, el valor de la producción es de S/ 3 millones anuales en promedio, el gasto en el factor trabajo es de S/. 590 mil en promedio, el valor del stock de capital es de S/ 2 millones en promedio, el valor de los insumos utilizados es de S/. 3 millones en promedio, el valor agregado (valor de la producción menos valor de los insumos) es de S/. 1 millón en promedio. Por su parte, el valor de la inversión es de S/. 140 mil en promedio, el número de trabajadores es de 40 en promedio y la participación

laboral femenina (ratio trabajadoras mujeres respecto del total de trabajadores) es de 38%.

En el sector servicios, el valor de la producción es de S/ 21 millones anuales en promedio, el gasto en el factor trabajo es de S/. 8 millones en promedio, el valor del stock de capital es de S/ 39 millones en promedio, el valor de los insumos utilizados es de S/. 4 millones en promedio, el valor agregado (valor de la producción menos valor de los insumos) es de S/. 21 millones en promedio. Por su parte, el valor de la inversión es de S/. 3 millones en promedio, el número de trabajadores es de 256 en promedio y la participación laboral femenina (ratio trabajadoras mujeres respecto del total de trabajadores) es de 32%.

Tabla 3. Estadísticas descriptivas por sector económico, muestra panel 2014-2015-2016

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	Total	**Agroindustria**	**Comercio**	**Construcción**	**Pesca**	**Manufactura**	**Transportes y comunicaciones**	**Restaurantes**	**Servicios**
Producción (en millones de S/.)	18.16	83.29	9.07	31.38	13.02	47.31	27.51	2.68	20.55
Trabajo (en millones de S/.)	4.18	12.63	2.43	6.37	2.06	7.71	5.62	0.59	7.60
Capital (en millones de S/.)	28.64	102.30	21.54	36.17	24.32	55.87	38.86	1.70	39.00
Insumos (en millones de S/.)	10.53	71.45	5.65	7.60	5.91	25.51	10.65	2.54	3.55
Valor agregado (en millones de S/.)	15.78	45.03	12.37	24.32	8.05	27.53	29.26	1.44	20.50
Inversión (en millones de S/.)	2.19	8.65	1.20	1.83	1.78	3.98	5.66	0.14	3.10
Número de trabajadores	133	576	72	174	61	203	165	40	256
Organización jurídica 1/a	0.76	0.86	0.73	0.67	0.77	0.89	0.82	0.71	0.82
Organización jurídica 2/b	0.21	0.13	0.26	0.23	0.23	0.11	0.15	0.29	0.11
Organización jurídica 3/c	0.02	0.01	0.01	0.10	0.00	0.00	0.02	0.00	0.07
Intensidad del capital (ratio capital/número de trabajadores, número de veces)	741210	693201	683494	1181324	514138	418596	868223	57117	1533451
Participación femenina (en %)	0.30	0.32	0.34	0.17	0.16	0.26	0.21	0.38	0.32

Nota:
Las variables expresadas en valores monetarios fueron deflactadas temporalmente a precios de 2009, empleando para ello el Índice de Precios del Consumidor de Lima Metropolitana para los años 2014, 2015 y 2016.
a/Organización jurídica 1: personal natural, sociedad anónima, sociedad civil
b/Organización jurídica 2: sociedad comercial y empresas individuales de responsabilidad limitada
c/Organización jurídica 3: asociaciones y otros tipos
Fuente: Encuesta Económica Anual 2014-2016 (INEI)
Elaboración Propia

Características de la inversión en ciencia, tecnología e innovación tecnológica

En la Tabla 4, se describen las características de la inversión en ciencia, tecnología e innovación tecnológica de las firmas incluidas en la muestra en su conjunto (columna 1) así como por sector económico (columnas 2 a 9). A nivel de todas las firmas incluidas en la muestra, la inversión en activos intangibles es de S/. 408 mil en promedio, de las cuales la mayor inversión se da en el rubro de concesiones licencias y otros derechos (S/. 217 mil en promedio), la inversión en capacitación en investigación y tecnología es de S/. 53 mil en promedio. El 27% de empresas realizaron inversiones en activos intangibles, principalmente en programas de computación y software (26%). El 34% de empresas realizó alguna inversión en CTI, principalmente en inversiones para mejorar procesos productivos (22%) y para el desarrollo de nuevos productos (18%). Respecto del uso de tecnologías de información y comunicación, un alto porcentaje de empresas utiliza computadoras, telefonía fija y móvil, sistemas de gestión, 54% tiene página web, 61% compró licencias de software, 21% desarrolló software propio.

En el sector agroindustria, la inversión en activos intangibles es de S/. 518 mil en promedio, de las cuales la mayor inversión se da en el rubro específico de patentes y propiedad intelectual (S/. 190 mil en promedio), la inversión en capacitación en investigación y tecnología es de S/. 114 mil en promedio. El 47% de empresas agroindustriales realizaron inversiones en activos intangibles, principalmente en programas de computación y software (38%). El 48% de empresas realizó alguna inversión en CTI, principalmente en inversiones para mejorar procesos productivos (34%) y contar con personal estable para actividades en CTI (27%), el 29% de empresas ha realizado inversiones en CTI por al menos dos años consecutivos. Respecto del uso de tecnologías de información y comunicación, un alto porcentaje de empresas utiliza computadoras, telefonía fija y móvil y sistemas de gestión; por su parte, 60% tiene página web, 66% compró licencias de software, 30% desarrolló software propio.

En el sector comercio, la inversión en activos intangibles es de S/. 528 mil en promedio, de las cuales la mayor inversión se da en el rubro específico de fórmulas, diseños y productos (S/. 242 mil en promedio), la inversión en capacitación en investigación y tecnología es de S/. 44 mil en promedio. El 27% de empresas comerciales realizaron inversiones en activos intangibles, principalmente en programas de computación y software (25%). El 30% de empresas realizó alguna inversión en CTI, principalmente en inversiones para mejorar procesos productivos (18%) y para el desarrollo de nuevos productos (16%), el 11% de empresas ha realizado inversiones en CTI por al menos dos

años consecutivos. Respecto del uso de tecnologías de información y comunicación, un alto porcentaje de empresas utiliza computadoras, telefonía fija y móvil y sistemas de gestión; por su parte, 47% tiene página web, 62% compró licencias de software, 22% desarrolló software propio.

En el sector construcción, la inversión en activos intangibles es de S/. 96 mil en promedio, de las cuales la mayor inversión se da en el rubro específico de exploración y desarrollo (S/. 93 mil en promedio), la inversión en capacitación en investigación y tecnología es de S/. 45 mil en promedio. El 23% de empresas de construcción realizaron inversiones en activos intangibles, principalmente en programas de computación y software (28%). El 38% de empresas realizó alguna inversión en CTI, principalmente en inversiones para mejorar procesos productivos (24%) y para el desarrollo de nuevos productos (18%), el 9% de empresas ha realizado inversiones en CTI por al menos dos años consecutivos. Respecto del uso de tecnologías de información y comunicación, un alto porcentaje de empresas utiliza computadoras, telefonía fija y móvil y sistemas de gestión; por su parte, 55% tiene página web, 61% compró licencias de software, 18% desarrolló software propio.

En el sector pesca, la inversión en activos intangibles es de S/. 1.2 millones en promedio, de las cuales la mayor inversión se da en el rubro específico de concesiones, licencias y otros derechos (S/. 2.3 millones en promedio), la inversión en capacitación en investigación y tecnología es de S/. 67 mil en promedio. El 10% de empresas del sector pesca realizaron inversiones en activos intangibles, principalmente en programas de computación y software (12%). El 21% de empresas realizó alguna inversión en CTI, principalmente en inversiones para mejorar procesos productivos (14%) y para el desarrollo de nuevos productos (11%), el 7% de empresas ha realizado inversiones en CTI por al menos dos años consecutivos. Respecto del uso de tecnologías de información y comunicación, un alto porcentaje de empresas utiliza computadoras, telefonía fija y móvil y sistemas de gestión; por su parte, 21% tiene página web, 32% compró licencias de software, 10% desarrolló software propio.

En el sector manufactura, la inversión en activos intangibles es de S/. 252 mil en promedio, de las cuales la mayor inversión se da en el rubro específico de exploración y desarrollo (S/. 246 mil en promedio), la inversión en capacitación en investigación y tecnología es de S/. 81 mil en promedio. El 44% de empresas manufactureras realizaron inversiones en activos intangibles, principalmente en programas de computación y software (38%). El 44% de empresas realizó alguna inversión en CTI, principalmente en

inversiones para mejorar procesos productivos (31%) y para el desarrollo de nuevos productos (24%), el 24% de empresas ha realizado inversiones en CTI por al menos dos años consecutivos. Respecto del uso de tecnologías de información y comunicación, un alto porcentaje de empresas utiliza computadoras, telefonía fija y móvil y sistemas de gestión; por su parte, 76% tiene página web, 78% compró licencias de software, 32% desarrolló software propio.

En el sector de transportes y comunicaciones, la inversión en activos intangibles es de S/. 737 mil en promedio, de las cuales la mayor inversión se da en el rubro específico de concesiones, licencias y otros derechos (S/. 462 mil en promedio), la inversión en capacitación en investigación y tecnología es de S/. 56 mil en promedio. El 32% de empresas de este sector realizaron inversiones en activos intangibles, principalmente en programas de computación y software (32%). El 45% de empresas realizó alguna inversión en CTI, principalmente en inversiones para mejorar procesos productivos (32%) y para el desarrollo de nuevos productos (24%), el 18% de empresas ha realizado inversiones en CTI por al menos dos años consecutivos. Respecto del uso de tecnologías de información y comunicación, un alto porcentaje de empresas utiliza computadoras, telefonía fija y móvil y sistemas de gestión; por su parte, 65% tiene página web, 68% compró licencias de software, 32% desarrolló software propio.

En el sector de restaurantes, la inversión en activos intangibles es de S/. 111 mil en promedio, de las cuales la mayor inversión se da en el rubro específico de patentes y propiedad intelectual (S/. 48 mil en promedio), la inversión en capacitación en investigación y tecnología es de S/. 18 mil en promedio. El 11% de empresas de este sector realizaron inversiones en activos intangibles, principalmente en programas de computación y software (13%). El 24% de empresas realizó alguna inversión en CTI, principalmente en inversiones para mejorar procesos productivos y para el desarrollo de nuevos productos (ambos con 15%), el 4% de empresas ha realizado inversiones en CTI por al menos dos años consecutivos. Respecto del uso de tecnologías de información y comunicación, un alto porcentaje de empresas utiliza computadoras, telefonía fija y móvil; sin embargo, una menor proporción de empresas utiliza sistemas de gestión. El 41% tiene página web, 41% compró licencias de software y 8% desarrolló software propio.

En el sector de servicios, la inversión en activos intangibles es de S/. 291 mil en promedio, de las cuales la mayor inversión se da en el rubro específico de patentes y propiedad intelectual (S/. 379 mil en promedio), la inversión en capacitación en

investigación y tecnología es de S/. 44 mil en promedio. El 35% de empresas de este sector realizaron inversiones en activos intangibles, principalmente en programas de computación y software (34%). El 44% de empresas realizó alguna inversión en CTI, principalmente en inversiones para mejorar procesos productivos (34%) y para el desarrollo de nuevos productos (24%), el 21% de empresas ha realizado inversiones en CTI por al menos dos años consecutivos. Respecto del uso de tecnologías de información y comunicación, un alto porcentaje de empresas utiliza computadoras, telefonía fija y móvil y sistemas de gestión; por su parte, 72% tiene página web, 72% compró licencias de software, 26% desarrolló software propio.

Tabla 4. Características de la inversión en CTI de las firmas por sector económico, 2014-2015-2016

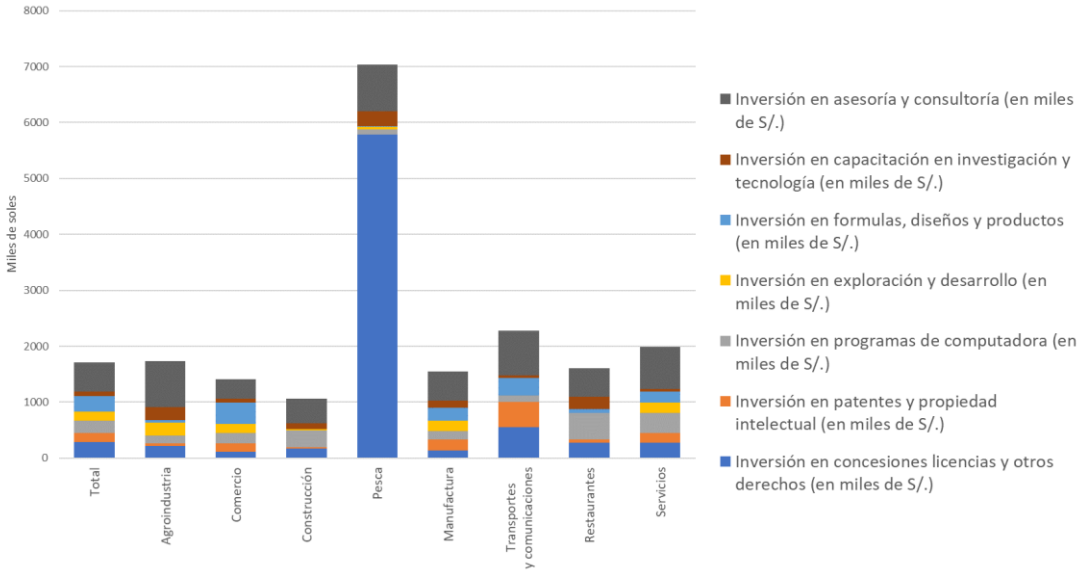
Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	Total	**Agroindustria**	**Comercio**	**Construcción**	**Pesca**	**Manufactura**	**Transportes y comunicaciones**	**Restaurantes**	**Servicios**
Inversión en activos intangibles (en miles de S/.)	408.4	517.6	528.4	96.1	1222.8	252.2	736.6	111.3	291.2
Inversión en concesiones licencias y otros derechos (en miles de S/.)	216.9	163.6	168.7	37.0	2353.2	180.3	462.4	47.6	213.5
Inversión en patentes y propiedad intelectual (en miles de S/.)	132.0	190.4	46.8	12.6	116.3	74.5	354.4	51.7	378.6
Inversión en programas de computadora (en miles de S/.)	129.8	154.6	90.1	65.7	65.4	153.7	174.6	33.2	225.1
Inversión en exploración y desarrollo (en miles de S/.)	169.1	109.3	126.5	92.8	43.3	246.4	314.7	2.7	280.0
Inversión en formulas, diseños y productos (en miles de S/.)	158.5	35.8	241.5	2.1	1.8	200.7	224.3	8.9	227.0
Inversión en reservas de recursos extraíbles (en miles de S/.)	0.7	0.1	1.1	0.7	0.2	0.6	1.2	0.9	0.4
Inversión en otros activos intangibles (en miles de S/.)	377.9	662.7	321.3	167.0	466.8	355.5	391.7	178.9	510.6
Inversión en capacitación en investigación y tecnología (en miles de S/.)	53.4	113.7	43.5	44.5	66.9	81.2	55.8	18.1	44.0
Inversión en asesoría y consultoría (en miles de S/.)	306.8	412.9	241.6	306.8	198.2	476.9	302.1	40.8	529.3
Realizó inversión en activos intangibles (en %)	0.27	0.47	0.27	0.23	0.10	0.44	0.32	0.11	0.35
Realizó inversión en concesiones licencias y otros derechos (en %)	0.11	0.14	0.11	0.08	0.03	0.18	0.08	0.05	0.15
Realizó inversión en patentes y propiedad intelectual (en %)	0.01	0.06	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01
Realizó inversión en programas de computadora (en %)	0.26	0.38	0.25	0.28	0.12	0.38	0.32	0.13	0.34
Realizó inversión en exploración y desarrollo (en %)	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.04	0.01	0.01	0.02
Realizó inversión en formulas, diseños y productos (en %)	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02
Realizó inversión en reservas de recursos extraíbles (en %)	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01

Realizó inversión en otros activos intangibles (en %)	0.05	0.12	0.04	0.03	0.04	0.07	0.14	0.03	0.07
Realizó inversión en capacitación en investigación y tecnología (en %)	0.08	0.16	0.07	0.07	0.04	0.15	0.13	0.02	0.13
Realizó inversión en asesoría y consultoría (en %)	0.24	0.34	0.22	0.25	0.18	0.28	0.29	0.19	0.26
Realizó alguna inversión en cti (en %)	0.34	0.48	0.30	0.38	0.21	0.44	0.45	0.24	0.44
Realizo inversiones en cti por dos años consecutivos (en %)	0.13	0.29	0.11	0.09	0.07	0.24	0.18	0.04	0.21
Realizó inversión para el desarrollo de nuevos productos (en %)	0.18	0.22	0.16	0.18	0.11	0.24	0.24	0.15	0.24
Realizó inversión para mejorar procesos productivos (en %)	0.22	0.34	0.18	0.24	0.14	0.31	0.32	0.15	0.28
Cuenta con personal estable para actividades en cti (en %)	0.16	0.27	0.13	0.20	0.07	0.21	0.17	0.12	0.24
Cuenta con una unidad especializada para proyectos en cti (en %)	0.11	0.19	0.08	0.15	0.03	0.16	0.15	0.06	0.15
Contrató terceros para proyectos en cti (en %)	0.17	0.23	0.16	0.17	0.08	0.19	0.21	0.12	0.23
Realizó actividades conjuntas con instituciones de I+D+i para proyectos en cti (%)	0.03	0.08	0.03	0.04	0.02	0.04	0.07	0.03	0.02
Utiliza computadoras (en %)	0.98	1.00	0.98	1.00	0.96	1.00	1.00	0.93	0.99
Utiliza telefonía fija (en %)	0.95	0.94	0.95	0.99	0.83	0.99	0.95	0.96	0.96
Utiliza telefonía móvil (en %)	0.97	1.00	0.97	0.98	0.94	0.98	0.99	0.93	0.97
Uso de internet en operaciones (en %)	0.53	0.48	0.59	0.62	0.36	0.49	0.57	0.25	0.69
Tiene página web (en %)	0.54	0.60	0.47	0.55	0.21	0.76	0.65	0.41	0.72
Compra productos o servicios por internet (en %)	0.21	0.20	0.23	0.19	0.09	0.27	0.23	0.12	0.29
Vende sus productos o servicios por internet (en %)	0.08	0.05	0.10	0.01	0.05	0.07	0.15	0.05	0.09
Ventas por internet (en %)	0.12	0.20	0.12	0.07	0.18	0.13	0.12	0.06	0.16
Compró software propietario (en %)	0.61	0.66	0.62	0.61	0.32	0.78	0.68	0.41	0.72
Utiliza software libre (en %)	0.25	0.34	0.23	0.21	0.15	0.37	0.33	0.15	0.32
Desarrolla su propio software (en%)	0.21	0.30	0.22	0.18	0.10	0.32	0.32	0.08	0.26
Capacitó a trabajadores sobre cti (en %)	0.25	0.35	0.25	0.21	0.16	0.32	0.36	0.13	0.34
Cuenta con sistemas de gestión (en %)	0.83	0.94	0.87	0.84	0.62	0.95	0.92	0.65	0.87

Nota: las variables expresadas en valores monetarios fueron deflactadas temporalmente a precios de 2009, empleando para ello el Índice de Precios del Consumidor de Lima Metropolitana para los años 2014, 2015 y 2016.
Fuente: Encuesta Económica Anual 2014-2016 (INEI)
Elaboración Propia

En el Gráfico 3, se muestran los niveles de inversión promedio en distintos tipos de activos intangibles por sectores económicos. Se observa que los mayores niveles de inversión se presentan en el sector pesca, principalmente la inversión en concesiones, licencias y otros derechos relacionados con las actividades de extracción de recursos pesqueros. El resto de los sectores presentan niveles de inversión en intangibles menores, en el sector agroindustria los mayores niveles de inversión se observan en asesoría y consultoría. En el sector comercio la mayor inversión se da en el rubro de otros activos intangibles, por su parte en el sector construcción la mayor inversión se da en el rubro de asesoría y consultoría. Este último rubro es también importante en el sector manufactura junto con el rubro de inversión en otros activos intangibles, de similar modo se observa en los sectores de transportes y comunicaciones, restaurantes y servicios.

Gráfico 3. Inversión promedio en activos intangibles por sectores económicos entre 2014,2015 y 2016

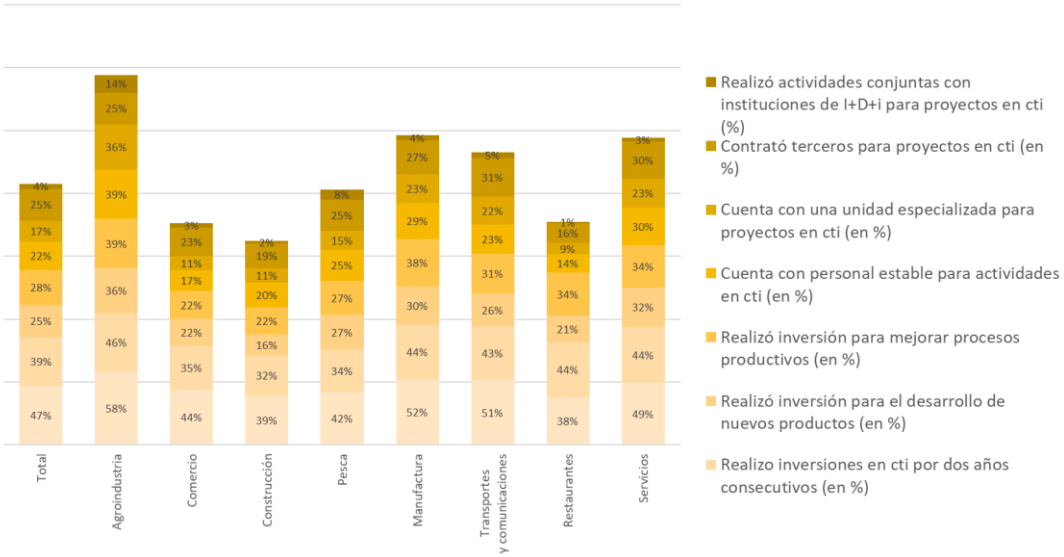


Fuente: ENA 2014,2015 y 2016

En el Gráfico 4, se muestra la proporción de empresas que invierten en distintas actividades relacionadas con la CTI por sectores económicos. La mayor proporción de empresas que realizaron inversiones en CTI se observa en el sector agroindustria, seguido por manufactura, transportes y comunicaciones y servicios. La mayor proporción de empresas que realizaron inversiones en CTI por dos años consecutivos se observan en manufactura, transportes y comunicaciones, restaurantes y servicios. La mayor proporción de empresas que realizaron inversiones para el desarrollo de nuevos productos se observa en los sectores de agroindustria y servicios. La mayor

proporción de empresas que realizaron inversiones para mejorar procesos productivos se observa en los sectores de agroindustria y manufactura. La mayor proporción de empresas que realizaron inversiones para contar con personal estable para actividades de CTI o contar con una unidad especializada en proyectos CTI se observa en el sector de agroindustria. La mayor proporción de empresas que contrataron terceros para el desarrollo de proyecto en CTI se observa en el sector de transportes y comunicaciones y servicios. Finalmente, la mayor proporción de empresas que realizaron actividades conjuntas de CTI con instituciones de I+D+i se observan en el sector agroindustria.

Gráfico 4. Proporción de empresas que invierte en actividades CTI por sectores económicos entre 2014,2015 y 2016

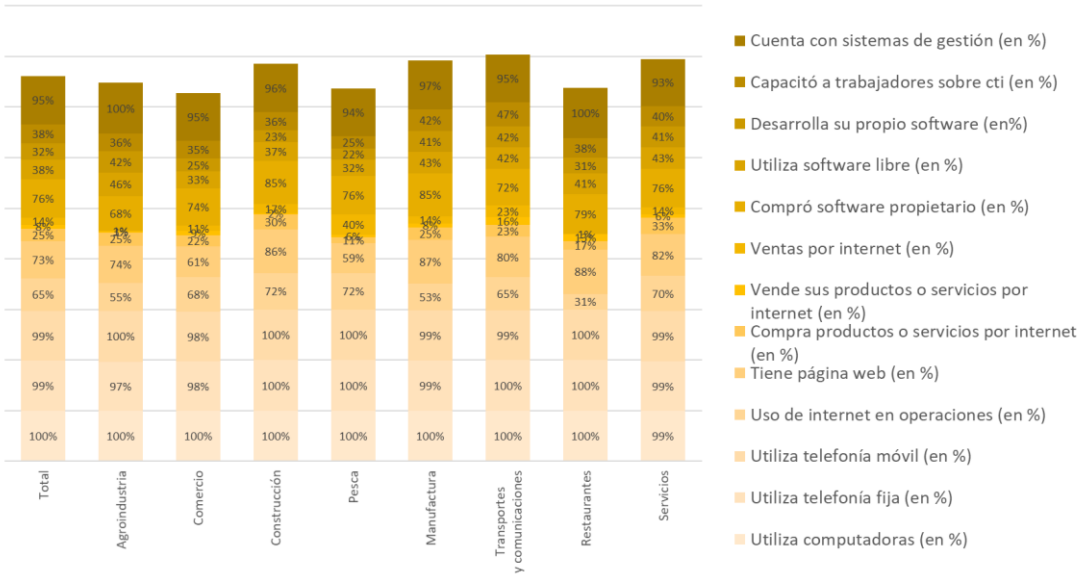


Fuente: ENA 2014,2015 y 2016

En el Gráfico 5, se muestra la proporción de empresas con acceso y uso de TIC por sectores económicos, la mayoría de las empresas en todas los sectores utilizan computadores, telefonía fija y telefonía móvil. El uso de internet en las operaciones de las empresas es heterogéneo, la mayor proporción de empresas que utiliza internet en sus operaciones se observa en los sectores de construcción, pesca y servicios. La mayor proporción de empresas que cuentan con página web se observa en los sectores de construcción, manufactura y restaurantes. La mayor proporción de empresas que compra productos o servicios por internet se observa en servicios y construcción. Mientras que, la mayor proporción de empresas que vende sus productos o servicios por internet se observa en transportes y comunicaciones y restaurantes. La mayor proporción de empresas con compraron licencias de software se observa en los sectores

de construcción y manufactura; mientras que, la mayor proporción de empresas que utilizan software libre se observa en el sector agroindustria, en dicho sector también es donde la mayor parte de las empresas desarrolla software propio junto con los sectores de manufactura y transportes y comunicaciones. La mayor proporción de empresas que capacitó a trabajadores en temas de CTI se observa en los sectores de manufactura y transportes y comunicaciones. Finalmente, la mayoría de empresas en los distintos sectores cuentan con sistemas de gestión.

Gráfico 5. Proporción de empresas con acceso y uso de TIC por sectores económicos entre 2014,2015 y 2016



Fuente: ENA 2014,2015 y 2016

4.2 Determinantes de la decisión de inversión en ciencia, tecnología e innovación

En la Tabla 5, se presentan los resultados de la estimación de la primera etapa del método ESM. En la cual se estima la decisión de inversión en CTI (ecuación 3), en función de diversas características de la empresa. Se han considerado las siguientes características: intensidad en el uso de capital, número de trabajadores, estructura organizacional, inversión en activos intangibles e inversión en asesoría y consultoría. Como variable dependiente se ha considerado una variable binaria que es igual a 1 si la empresa ha realizado algún tipo de inversión en CTI y 0 de otro modo. Finalmente, la estimación se ha realizado para empresas de diversos sectores de la economía peruana, así como de manera conjunta.

La estimación agregada de empresas para todos los sectores económicos considerados se presenta en la columna (1) de la Table siguiente. La evidencia encontrada sugiere que la decisión de inversión se correlaciona positiva y significativamente con el número de trabajadores, factor asociado al tamaño de la empresa; así como, con lo niveles de inversión en activos intangibles, y particularmente con las inversiones en asesoría y consultoría empresarial.

El análisis sectorial sugiere similares correlaciones, en el sector de comercio, la intensidad de uso de capital se correlaciona positivamente con la decisión de inversión en CTI. Por otro lado, en los sectores de comercio, construcción, manufactura, transportes y comunicaciones, y restaurantes, el tamaño de la empresa se correlaciona positivamente con la decisión de realizar algún tipo de inversión en CTI por parte de las empresas de tales sectores. De acuerdo con Crespi y Zuniga (2011), el tamaño de las empresas se asociaría positivamente con este tipo de inversiones, toda vez que para empresas más grandes los costos fijos (costos hundidos) de las inversiones en CTI son relativamente menores respecto del producto, existirían economías a escala respecto de CTI, además que la apropiación de conocimiento podría ser mayor en empresas más grandes y consolidades. En la mayoría de los sectores analizados el monto de inversión total en activos intangibles y la inversión en asesoría y consultoría se asocian directamente con la decisión de inversión en CTI.

Tabla 5. Ecuación de decisión de inversión en CTI

Variable dependiente: 1 si la empresa ha realizado algún tipo de inversión en CTI; 0 de otro modo.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	Total	**Agroindustria**	**Comercio**	**Construcción**	**Pesca**	**Manufactura**	**Transportes y comunicaciones**	**Restaurantes**	**Servicios**
Variables dependientes:									
Intensidad en el uso del capital (en logs.)	0.020 (0.040)	0.037 (0.175)	0.188** (0.076)	-0.104 (0.149)	n.d.	-0.028 (0.053)	-0.059 (0.107)	0.099 (0.113)	-0.047 (0.090)
Número de trabajadores (en logs.)	0.192*** (0.034)	0.135 (0.090)	0.246*** (0.079)	0.234*** (0.068)	n.d.	0.185*** (0.056)	0.271*** (0.098)	0.232* (0.117)	0.069 (0.098)
Organización de responsabilidad limitada	0.190 (0.152)	-0.365 (0.349)	0.438 (0.358)	0.343 (0.245)	n.d.	-0.677*** (0.177)	0.942** (0.370)	0.011 (0.302)	-0.397 (0.305)
Otras formas organizativas	0.274 (0.329)	0.357 (0.812)	0.021 (0.535)	-0.187 (0.382)	n.d.	0.375 (0.546)	-1.483 (0.876)	-8.977*** (1.081)	-0.434 (0.427)
Inversión total en activos intangibles (en logs.)	0.085*** (0.011)	0.058*** (0.021)	0.077*** (0.023)	0.073 (0.066)	n.d.	0.060*** (0.014)	0.062** (0.027)	0.045 (0.045)	0.145*** (0.020)
Inversión total en asesoría y consultoría (en logs.)	1.519*** (0.034)	1.322*** (0.100)	1.452*** (0.046)	1.331*** (0.125)	n.d.	1.415*** (0.067)	1.221*** (0.178)	1.373*** (0.077)	1.260*** (0.121)
Obs	7011.00	412.00	1257.00	843.00	n.d.	2013.00	600.00	530.00	991.00
Chi-cuadrado (Prob)	0.67	0.47	4.08	3.72	n.d.	0.78	1.39	1.31	1.10
Log-likelihood	-23788.00	-907.31	-3205.11	-3379.81	n.d.	-3690.36	-1202.99	-5710.26	-2270.37

Nota:
Las variables expresadas en valores monetarios fueron deflactadas temporalmente a precios de 2009, empleando para ello el Índice de Precios del Consumidor de Lima Metropolitana para los años 2014, 2015 y 2016.
*** p<1%; **p<5%; *p<10%
Fuente: Encuesta Económica Anual 2014-2016 (INEI)
Elaboración Propia

4.3 Estimación del efecto de la inversión en ciencia, tecnología e innovación en la productividad total factorial

Para la estimación del impacto de la inversión en CTI en la Productividad Total Factorial[4] se ha empleado la metodología Endogenous Switching Method (ESM) propuesta en la literatura por Lokshin and Sajaia (2004) y Dutoit (2007) y empleada para la estimación del efecto de inversión en CTI en la productividad empresarial, entre otros, por Fazlioglu et al., (2018). La aplicación del ESM se ha descrito en las ecuaciones (3) hasta la ecuación (8), dicha metodología ha sido aplicada de manera independiente para cada uno de los sectores económicos considerados, los resultados se reportan entre las Tablas 6 y 13.

Se han considerado diversas definiciones del concepto de inversión en CTI (de acuerdo con lo definido en la Tabla 1), con el objetivo de analizar qué tipo de inversión en CTI puede ser más efectiva para incrementar la productividad empresarial y simultáneamente para realizar suficientes ejercicios de robustez de las estimaciones empíricas. Se han estimado dos efectos el primero denominado el "Treatment Effects on the treated" (TT, por sus siglas en ingles), efecto estimado que busca recuperar las potenciales ganancias en productividad para para las firmas que deciden invertir en CTI. El segundo efecto, es el denominado "Treatment Effect on the Untreated" (TU, por sus siglas en inglés), efecto estimado que representa las potenciales ganancias en productividad para para las firmas que deciden no invertir en CTI; es decir, el efecto promedio de la inversión en CTI en la PTF en el grupo de control.

Agroindustria

En la Tabla 6 se reportan los resultados del efecto de la inversión en CTI en la PTF en el sector agroindustria, la sub-muestra incluye un total de 447 observaciones en una estructura de datos de panel entre los años 2014, 2015 y 2016. En el Panel A, se muestra el efecto que la empresa haya realizado alguna inversión en CTI en la PTF, el TT resulta de la diferencia entre las firmas de decidieron invertir o no invertir en CTI, se reporta la magnitud y significancia estadística de dicha diferencia, el TT muestra que empresas que decidieron invertir en CTI obtendrían ganancias significativas de productividad en 0.288 puntos porcentuales. Por su parte, el TU muestra que empresas que decidieron no invertir en CTI obtendrían pérdidas significativas de productividad en

[4] La estimación de la Productividad Total Factorial por sectores económicos se nuestra en el Anexo 1.

0.061 puntos porcentuales, este efecto implica que empresas que decidieron no invertir habrían sido más productivas si éstas hubieran invertido en CTI. En el Panel B, se encuentran efectos positivos de la inversión sostenida en CTI, se encuentran ganancias de productividad en empresas que decidieron invertir en CTI por dos años y pérdidas de por no tener inversiones sostenidas.

Similares resultados se evidencian para distintos tipos de inversión, entre ellas: inversiones para mejorar procesos productivos (Panel C), inversiones para contar con una unidad especializada para proyecto en CTI (Panel F), inversión en contratación de terceros para realizar proyectos en CTI (Panel G), inversiones para realizar actividades conjuntas con instituciones en I+D+i (Panel H). Se evidenciaron los efectos del acceso y uso de TIC, en términos de compra de software y desarrollo de software propio (Panel I y Panel J), se encuentra que empresas que decidieron no invertir en software obtendrían pérdidas significativas de productividad.

Tabla 6. Agroindustria: ESM efecto del tratamiento de inversiones en CTI en la productividad total factorial (PTF)

Tipo de inversión en CTI	Decisión de inversión		Efecto del tratamiento	
	Sí invirtió	No invirtió		
Panel A: realizó alguna inversión en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	0.873	0.584	TT	0.288***
PTF de firmas que no invirtieron	0.836	0.774	TU	0.061***
Panel B: realizó inversiones en CTI por dos años consecutivos				
PTF de firmas que invirtieron	0.795	0.659	TT	0.135***
PTF de firmas que no invirtieron	1.16	0.126	TU	1.287***
Panel C: realizó inversiones para el desarrollo de nuevos productos				
PTF de firmas que invirtieron	n.d	n.d	TT	n.d
PTF de firmas que no invirtieron	n.d	n.d	TU	n.d
Panel D: realizó inversiones para mejorar procesos productivos				
PTF de firmas que invirtieron	0.888	0.632	TT	0.255***
PTF de firmas que no invirtieron	0.341	0.239	TU	0.101***
Panel E: cuenta con personal estable para actividades en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	0.703	0.712	TT	-0.009
PTF de firmas que no invirtieron	0.79	0.11	TU	0.680***
Panel F: cuenta con unidad especializada para proyectos CTI				
PTF de firmas que invirtieron	0.713	0.685	TT	0.027***
PTF de firmas que no invirtieron	1.225	0.24	TU	1.465**
Panel G: contrató terceros para proyectos en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	0.904	0.637	TT	0.267***
PTF de firmas que no invirtieron	1.315	0.061	TU	1.377***
Panel H: realizó actividades conjuntas para proyecto CTI				
PTF de firmas que invirtieron	0.814	0.688	TT	0.126***
PTF de firmas que no invirtieron	1.371	0.27	TU	3.451***
Panel I: Compró software propietario				
PTF de firmas que invirtieron	0.695	0.709	TT	-0.013
PTF de firmas que no invirtieron	1.539	0.317	TU	2.157***
Panel J: desarrolla propio software				
PTF de firmas que invirtieron	0.597	0.732	TT	-0.135***
PTF de firmas que no invirtieron	1.434	0.836	TU	2.270***

Nota: *** p<1%; **p<5%; *p<10%

Comercio

En la Tabla 7 se reportan los resultados del efecto de la inversión en CTI en la PTF en el sector comercio, la sub-muestra incluye un total de 5299 observaciones en una estructura de datos de panel entre los años 2014, 2015 y 2016. En el Panel A, se muestra el efecto que la empresa haya realizado alguna inversión en CTI en la PTF, el TT resulta de la diferencia entre las firmas de decidieron invertir o no invertir en CTI, se reporta la magnitud y significancia estadística de dicha diferencia, el TT muestra que empresas que decidieron invertir en CTI obtendrían ganancias significativas de productividad en 0.029 puntos porcentuales. Por su parte, el TU muestra que empresas que decidieron no invertir en CTI obtendrían pérdidas significativas de productividad en 0.151 puntos porcentuales, este efecto implica que empresas que decidieron no invertir habrían sido más productivas si éstas hubieran invertido en CTI. En el Panel B, se encuentran efectos positivos de la inversión sostenida en CTI, se encuentran ganancias de productividad en empresas que decidieron invertir en CTI por al menos dos años.

Similares resultados relacionado con el efecto en tratados TT se evidencian para distintos tipos de inversión, entre ellas: inversión en contratación de terceros para realizar proyectos en CTI (Panel G), inversiones para realizar actividades conjuntas con instituciones en I+D+i (Panel H). Se evidenciaron los efectos del acceso y uso de TIC, en términos de compra de software (Panel I y Panel J), se encuentra que empresas que decidieron invertir en software obtendrían ganancias en productividad; mientras que, aquellas que decidieron no invertir en software obtendrían pérdidas significativas de productividad.

Tabla 7. Comercio: ESM efecto del tratamiento de inversiones en CTI en la productividad total factorial (PTF)

Tipo de inversión en CTI	Decisión de inversión		Efecto del tratamiento	
	Sí invirtió	No invirtió		
Panel A: realizó alguna inversión en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	2.846	2.816	TT	0.029***
PTF de firmas que no invirtieron	2.991	2.84	TU	0.151***
Panel B: realizó inversiones en CTI por dos años consecutivos				
PTF de firmas que invirtieron	2.92	2.809	TT	0.110***
PTF de firmas que no invirtieron	2.809	3.075	TU	-0.265***
Panel C: realizó inversiones para el desarrollo de nuevos productos				
PTF de firmas que invirtieron	2.803	2.841	TT	-0.037***
PTF de firmas que no invirtieron	2.741	2.895	TU	-0.153***
Panel D: realizó inversiones para mejorar procesos productivos				
PTF de firmas que invirtieron	2.805	2.84	TT	-0.034***
PTF de firmas que no invirtieron	2.787	2.855	TU	-0.068***
Panel E: cuenta con personal estable para actividades en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	2.836	2.829	TT	0.007
PTF de firmas que no invirtieron	2.757	2.911	TU	-0.154***
Panel F: cuenta con unidad especializada para proyectos CTI				
PTF de firmas que invirtieron	2.768	2.838	TT	-0.070***
PTF de firmas que no invirtieron	2.705	3.187	TU	-0.481***
Panel G: contrató terceros para proyectos en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	2.867	2.818	TT	0.048***
PTF de firmas que no invirtieron	2.863	3.215	TU	-0.352***
Panel H: realizó actividades conjuntas para proyecto CTI				
PTF de firmas que invirtieron	2.972	2.819	TT	0.152***
PTF de firmas que no invirtieron	2.05	2.887	TU	-0.837***
Panel I: Compró software propietario				
PTF de firmas que invirtieron	2.826	2.8	TT	0.025***
PTF de firmas que no invirtieron	3.989	3.235	TU	0.753***
Panel J: desarrolla propio software				
PTF de firmas que invirtieron	2.822	2.828	TT	-0.006
PTF de firmas que no invirtieron	3.261	3.221	TU	0.050***

Nota: *** p<1%; **p<5%; *p<10%

Construcción

En la Tabla 8 se reportan los resultados del efecto de la inversión en CTI en la PTF en el sector construcción, la sub-muestra incluye un total de 932 observaciones en una estructura de datos de panel entre los años 2014, 2015 y 2016. En el Panel A, se muestra el efecto que la empresa haya realizado alguna inversión en CTI en la PTF, el TT resulta de la diferencia entre las firmas de decidieron invertir o no invertir en CTI, se reporta la magnitud y significancia estadística de dicha diferencia, el TT muestra que empresas que decidieron invertir en CTI obtendrían pérdidas significativas de productividad en 0.029 puntos porcentuales; es decir que la productividad promedio obtenida por empresas que invirtieron en CTI en este sector es menor respecto de aquellas que no invirtieron. Por su parte, el TU muestra que empresas que decidieron no invertir en CTI obtendrían pérdidas significativas de productividad en 1.116 puntos porcentuales, este efecto es opuesto al resultado anterior. En el Panel B, se encuentran efectos negativos de la inversión sostenida en CTI, se encuentran perdidas de productividad en empresas que decidieron invertir en CTI por al menos dos años en este sector.

Similares resultados relacionado con el efecto negativo en tratados TT se evidencian para distintos tipos de inversión, entre ellas: inversiones para mejorar procesos productivos (Panel C), inversiones para mejorar procesos productivos (Panel D), inversiones para contar con personal estable para actividades CTI (Panel E), inversiones para contar con una unidad especializada para proyecto en CTI (Panel F), inversión en contratación de terceros para realizar proyectos en CTI (Panel G), inversiones para realizar actividades conjuntas con instituciones en I+D+i (Panel H). En contraste, se evidenciaron los efectos positivos del acceso y uso de TIC, en términos de compra de software y desarrollo de software propio (Panel I y Panel J), se encuentra que empresas que decidieron invertir en software obtendrían ganancias en productividad; mientras que, existirían perdidas de productividad por no invertir en la compra y desarrollo de software.

Tabla 8. Construcción: ESM efecto del tratamiento de inversiones en CTI en la productividad total factorial (PTF)

Tipo de inversión en CTI	Decisión de inversión		Efecto del tratamiento	
	Sí invirtió	No invirtió		
Panel A: realizó alguna inversión en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	1.667	1.865	TT	-0.198***
PTF de firmas que no invirtieron	2.53	1.418	TU	1.116***
Panel B: realizó inversiones en CTI por dos años consecutivos				
PTF de firmas que invirtieron	1.658	1.782	TT	-0.124***
PTF de firmas que no invirtieron	2.881	1.613	TU	1.267***
Panel C: realizó inversiones para el desarrollo de nuevos productos				
PTF de firmas que invirtieron	1.653	1.833	TT	-0.180***
PTF de firmas que no invirtieron	2.774	1.06	TU	1.713***
Panel D: realizó inversiones para mejorar procesos productivos				
PTF de firmas que invirtieron	1.575	1.876	TT	-0.300***
PTF de firmas que no invirtieron	2.488	1.002	TU	1.486***
Panel E: cuenta con personal estable para actividades en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	1.526	1.839	TT	-0.312***
PTF de firmas que no invirtieron	2.575	0.31	TU	2.264***
Panel F: cuenta con unidad especializada para proyectos CTI				
PTF de firmas que invirtieron	1.487	1.835	TT	-0.348***
PTF de firmas que no invirtieron	2.651	0.215	TU	2.867***
Panel G: contrató terceros para proyectos en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	1.418	1.829	TT	-0.410***
PTF de firmas que no invirtieron	2.857	0.361	TU	3.218***
Panel H: realizó actividades conjuntas para proyecto CTI				
PTF de firmas que invirtieron	1.307	1.871	TT	-0.563***
PTF de firmas que no invirtieron	2.976	0.376	TU	3.353***
Panel I: Compró software propietario				
PTF de firmas que invirtieron	1.757	1.623	TT	0.133***
PTF de firmas que no invirtieron	3.625	1.328	TU	2.297***
Panel J: desarrolla propio software				
PTF de firmas que invirtieron	1.817	1.723	TT	0.094***
PTF de firmas que no invirtieron	3.222	1.598	TU	1.624***

Nota: *** p<1%; **p<5%; *p<10%

Pesca

En la Tabla 9 se reportan los resultados del efecto de la inversión en CTI en la PTF en el sector pesca, la sub-muestra incluye un total de 397 observaciones en una estructura de datos de panel entre los años 2014, 2015 y 2016. En el Panel A, se muestra el efecto que la empresa haya realizado alguna inversión en CTI en la PTF, el TT resulta de la diferencia entre las firmas de decidieron invertir o no invertir en CTI, se reporta la magnitud y significancia estadística de dicha diferencia, el TT muestra que empresas que decidieron invertir en CTI obtendrían pérdidas significativas de productividad en 0.037 puntos porcentuales; es decir que la productividad promedio obtenida por empresas que invirtieron en CTI en este sector es menor respecto de aquellas que no invirtieron. Similar resultado se evidenciaría para aquellas empresas que decidieron no invertir en CTI, se evidencian pérdidas significativas de productividad en aquellas empresas que no invirtieron. En el Panel B, se encuentran efectos negativos de la inversión sostenida en CTI, se encuentran perdidas de productividad en empresas que decidieron invertir en CTI por al menos dos años en este sector.

Similares resultados relacionado con el efecto negativo en tratados TT se evidencian para distintos tipos de inversión, entre ellas: inversiones para mejorar procesos productivos (Panel D), inversiones para contar con personal estable para actividades CTI (Panel E), inversión en contratación de terceros para realizar proyectos en CTI (Panel G), inversiones para realizar actividades conjuntas con instituciones en I+D+i (Panel H). Así como el efecto estimado respecto de la compra de software propietario (Panel H).

Tabla 9. Pesca: ESM efecto del tratamiento de inversiones en CTI en la productividad total factorial (PTF)

Tipo de inversión en CTI	Decisión de inversión		Efecto del tratamiento	
	Sí invirtió	No invirtió		
Panel A: realizó alguna inversión en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	0.893	0.931	TT	-0.037***
PTF de firmas que no invirtieron	0.392	0.906	TU	-0.514***
Panel B: realizó inversiones en CTI por dos años consecutivos				
PTF de firmas que invirtieron	0.861	0.884	TT	-0.023***
PTF de firmas que no invirtieron	0.927	1.324	TU	-0.397***
Panel C: realizó inversiones para el desarrollo de nuevos productos				
PTF de firmas que invirtieron	0.876	0.853	TT	0.022
PTF de firmas que no invirtieron	1.343	0.333	TU	1.010***
Panel D: realizó inversiones para mejorar procesos productivos				
PTF de firmas que invirtieron	0.828	0.901	TT	-0.073***
PTF de firmas que no invirtieron	0.153	0.836	TU	-0.682***
Panel E: cuenta con personal estable para actividades en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	0.668	0.855	TT	-0.186***
PTF de firmas que no invirtieron	1.337	0.188	TU	1.526***
Panel F: cuenta con unidad especializada para proyectos CTI				
PTF de firmas que invirtieron	n.d.	n.d.	TT	n.d.
PTF de firmas que no invirtieron	n.d.	n.d.	TU	n.d.
Panel G: contrató terceros para proyectos en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	0.801	0.873	TT	-0.071***
PTF de firmas que no invirtieron	1.151	0.718	TU	0.433***
Panel H: realizó actividades conjuntas para proyecto CTI				
PTF de firmas que invirtieron	n.d.	n.d.	TT	n.d.
PTF de firmas que no invirtieron	n.d.	n.d.	TU	n.d.
Panel I: Compró software propietario				
PTF de firmas que invirtieron	0.705	0.859	TT	-0.154***
PTF de firmas que no invirtieron	1.411	0.365	TU	1.045***
Panel J: desarrolla propio software				
PTF de firmas que invirtieron	n.d.	n.d.	TT	n.d.
PTF de firmas que no invirtieron	n.d.	n.d.	TU	n.d.

Nota: *** p<1%; **p<5%; *p<10%

Manufactura

En la Tabla 10 se reportan los resultados del efecto de la inversión en CTI en la PTF en el sector manufactura, la sub-muestra incluye un total de 2120 observaciones en una estructura de datos de panel entre los años 2014, 2015 y 2016. En el Panel A, se muestra el efecto que la empresa haya realizado alguna inversión en CTI en la PTF, el TT resulta de la diferencia entre las firmas de decidieron invertir o no invertir en CTI, se reporta la magnitud y significancia estadística de dicha diferencia, el TT muestra que empresas que decidieron invertir en CTI obtendrían ganancias significativas de productividad en 0.005 puntos porcentuales. Por su parte, el TU muestra que empresas que decidieron no invertir en CTI obtendrían pérdidas significativas de productividad en 0.252 puntos porcentuales, este efecto implica que empresas que decidieron no invertir habrían sido más productivas si éstas hubieran invertido en CTI. En el Panel B, se encuentran efectos positivos de la inversión sostenida en CTI, se encuentran ganancias de productividad en empresas que decidieron invertir en CTI por dos años y pérdidas de por no tener inversiones sostenidas.

Similares resultados se evidencian para distintos tipos de inversión, entre ellas: inversiones para mejorar procesos productivos (Panel C), inversiones para mejorar procesos productivos (Panel D), inversiones para tener personal estable para actividades en CTI (Panel E), inversión en contratación de terceros para realizar proyectos en CTI (Panel G), inversiones para realizar actividades conjuntas con instituciones en I+D+i (Panel H). En contraste, se evidenciaron efectos negativos en la productividad de la compra de software y desarrollo de software propio (Panel I y Panel J).

Tabla 10. Manufactura: ESM efecto del tratamiento de inversiones en CTI en la productividad total factorial (PTF)

Tipo de inversión en CTI	Decisión de inversión		Efecto del tratamiento	
	Sí invirtió	No invirtió		
Panel A: realizó alguna inversión en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	1.974	1.968	TT	0.005*
PTF de firmas que no invirtieron	2.183	1.931	TU	0.252***
Panel B: realizó inversiones en CTI por dos años consecutivos				
PTF de firmas que invirtieron	2.000	1.963	TT	0.042***
PTF de firmas que no invirtieron	2.114	2.000	TU	0.107***
Panel C: realizó inversiones para el desarrollo de nuevos productos				
PTF de firmas que invirtieron	2.000	1.965	TT	0.040***
PTF de firmas que no invirtieron	2.021	1.937	TU	0.083***
Panel D: realizó inversiones para mejorar procesos productivos				
PTF de firmas que invirtieron	2.014	1.956	TT	0.057***
PTF de firmas que no invirtieron	2.076	2.01	TU	0.065***
Panel E: cuenta con personal estable para actividades en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	2.039	1.956	TT	0.082***
PTF de firmas que no invirtieron	2.145	2.052	TU	0.092***
Panel F: cuenta con unidad especializada para proyectos CTI				
PTF de firmas que invirtieron	1.975	1.975	TT	0.000
PTF de firmas que no invirtieron	2.061	2.136	TU	0.074***
Panel G: contrató terceros para proyectos en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	2.01	1.967	TT	0.043***
PTF de firmas que no invirtieron	2.015	1.952	TU	0.063***
Panel H: realizó actividades conjuntas para proyecto CTI				
PTF de firmas que invirtieron	2.000	1.975	TT	0.030***
PTF de firmas que no invirtieron	1.961	2.029	TU	-0.067***
Panel I: Compró software propietario				
PTF de firmas que invirtieron	1.966	2.000	TT	-0.037***
PTF de firmas que no invirtieron	2.082	1.747	TU	0.334***
Panel J: desarrolla propio software				
PTF de firmas que invirtieron	1.950	1.964	TT	-0.014***
PTF de firmas que no invirtieron	2.809	2.050	TU	0.758***

Nota: *** p<1%; **p<5%; *p<10%

Transportes y comunicaciones

En la Tabla 11 se reportan los resultados del efecto de la inversión en CTI en la PTF en el sector de transportes y comunicaciones, la sub-muestra incluye un total de 1140 observaciones en una estructura de datos de panel entre los años 2014, 2015 y 2016. En el Panel A, se muestra el efecto que la empresa haya realizado alguna inversión en CTI en la PTF, el TT resulta de la diferencia entre las firmas de decidieron invertir o no invertir en CTI, se reporta la magnitud y significancia estadística de dicha diferencia, el TT muestra que empresas que decidieron invertir en CTI obtendrían pérdidas significativas de productividad en 0.144 puntos porcentuales; es decir que la productividad promedio obtenida por empresas que invirtieron en CTI en este sector es menor respecto de aquellas que no invirtieron en este sector. Por su parte, el TU muestra que empresas que decidieron no invertir en CTI obtendrían pérdidas significativas de productividad en 0.380 puntos porcentuales, este efecto es opuesto al resultado anterior. En el Panel B, se encuentran efectos positivos de la inversión sostenida en CTI, se encuentran perdidas de productividad en empresas que decidieron invertir en CTI por al menos dos años en este sector.

Similares resultados relacionado con el efecto negativo en tratados TT se evidencian para distintos tipos de inversión, entre ellas: inversiones para el desarrollo de nuevos productos (Panel C), inversiones para mejorar procesos productivos (Panel D), inversiones para contar con personal estable para actividades CTI (Panel E), inversión en contratación de terceros para realizar proyectos en CTI (Panel G), inversiones para realizar actividades conjuntas con instituciones en I+D+i (Panel H). Así como el efecto estimado respecto de la compra de software propietario (Panel H).

Tabla 11. Transportes y comunicaciones: ESM efecto del tratamiento de inversiones en CTI en la productividad total factorial (PTF)

Tipo de inversión en CTI	Decisión de inversión		Efecto del tratamiento	
	Sí invirtió	No invirtió		
Panel A: realizó alguna inversión en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	2.958	3.102	TT	-0.144***
PTF de firmas que no invirtieron	3.461	3.08	TU	0.380***
Panel B: realizó inversiones en CTI por dos años consecutivos				
PTF de firmas que invirtieron	3.083	3.023	TT	0.060***
PTF de firmas que no invirtieron	3.238	2.985	TU	0.252***
Panel C: realizó inversiones para el desarrollo de nuevos productos				
PTF de firmas que invirtieron	2.945	3.077	TT	-0.131***
PTF de firmas que no invirtieron	3.73	3.094	TU	0.635***
Panel D: realizó inversiones para mejorar procesos productivos				
PTF de firmas que invirtieron	2.982	3.074	TT	-0.092***
PTF de firmas que no invirtieron	3.318	2.882	TU	0.435***
Panel E: cuenta con personal estable para actividades en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	2.963	3.054	TT	-0.090***
PTF de firmas que no invirtieron	3.334	3.061	TU	0.273***
Panel F: cuenta con unidad especializada para proyectos CTI				
PTF de firmas que invirtieron	2.949	3.05	TT	-0.101***
PTF de firmas que no invirtieron	3.413	3.059	TU	0.353***
Panel G: contrató terceros para proyectos en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	3.022	3.042	TT	-0.020**
PTF de firmas que no invirtieron	3.537	3.047	TU	0.490***
Panel H: realizó actividades conjuntas para proyecto CTI				
PTF de firmas que invirtieron	2.785	3.046	TT	-0.260***
PTF de firmas que no invirtieron	2.977	2.982	TU	-0.004
Panel I: Compró software propietario				
PTF de firmas que invirtieron	2.973	3.163	TT	-0.190***
PTF de firmas que no invirtieron	4.199	2.251	TU	1.948***
Panel J: desarrolla propio software				
PTF de firmas que invirtieron	3.029	3.026	TT	0.003
PTF de firmas que no invirtieron	3.242	3.181	TU	0.060***

Nota: *** p<1%; **p<5%; *p<10%

Restaurantes

En la Tabla 12 se reportan los resultados del efecto de la inversión en CTI en la PTF en el sector de restaurantes, la sub-muestra incluye un total de 563 observaciones en una estructura de datos de panel entre los años 2014, 2015 y 2016. En el Panel A, se muestra el efecto que la empresa haya realizado alguna inversión en CTI en la PTF, el TT resulta de la diferencia entre las firmas de decidieron invertir o no invertir en CTI, se reporta la magnitud y significancia estadística de dicha diferencia, el TT muestra que empresas que decidieron invertir en CTI obtendrían ganancias significativas de productividad en 0.025 puntos porcentuales. Por su parte, el TU muestra que empresas que decidieron no invertir en CTI no obtendrían mejorar productividad. En el Panel B, se encuentran efectos positivos de la inversión sostenida en CTI, se encuentran ganancias de productividad en empresas que decidieron invertir en CTI por dos años.

Similares resultados positivos se evidencian para distintos tipos de inversión, entre ellas: inversiones para tener personal estable para actividades en CTI (Panel E), inversión en contratación de terceros para realizar proyectos en CTI (Panel G). Se evidenciaron los efectos del acceso y uso de TIC, en términos de compra de software (Panel I y Panel J), se encuentra que empresas que decidieron invertir en software obtendrían ganancias en productividad; mientras que, aquellas que decidieron no invertir en software obtendrían pérdidas significativas de productividad.

Table 12. Restaurantes: ESM efecto del tratamiento de inversiones en CTI en la productividad total factorial (PTF)

Tipo de inversión en CTI	Decisión de inversión		Efecto del tratamiento	
	Sí invirtió	No invirtió		
Panel A: realizó alguna inversión en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	0.822	0.797	TT	0.025***
PTF de firmas que no invirtieron	0.642	0.888	TU	-0.246***
Panel B: realizó inversiones en CTI por dos años consecutivos				
PTF de firmas que invirtieron	0.889	0.820	TT	0.068***
PTF de firmas que no invirtieron	0.351	1.585	TU	-1.233***
Panel C: realizó inversiones para el desarrollo de nuevos productos				
PTF de firmas que invirtieron	0.787	0.798	TT	-0.011
PTF de firmas que no invirtieron	0.675	1.036	TU	-0.360***
Panel D: realizó inversiones para mejorar procesos productivos				
PTF de firmas que invirtieron	0.765	0.808	TT	-0.043***
PTF de firmas que no invirtieron	0.489	0.908	TU	-0.419***
Panel E: cuenta con personal estable para actividades en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	0.842	0.795	TT	0.046***
PTF de firmas que no invirtieron	0.611	1.212	TU	-0.600***
Panel F: cuenta con unidad especializada para proyectos CTI				
PTF de firmas que invirtieron	n.d.	n.d.	TT	n.d.
PTF de firmas que no invirtieron	n.d.	n.d.	TU	n.d.
Panel G: contrató terceros para proyectos en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	0.832	0.801	TT	0.031***
PTF de firmas que no invirtieron	0.464	1.338	TU	-0.874***
Panel H: realizó actividades conjuntas para proyecto CTI				
PTF de firmas que invirtieron	n.d.	n.d.	TT	n.d.
PTF de firmas que no invirtieron	n.d.	n.d.	TU	n.d.
Panel I: Compró software propietario				
PTF de firmas que invirtieron	0.744	0.675	TT	0.069***
PTF de firmas que no invirtieron	1.992	0.277	TU	1.715***
Panel J: desarrolla propio software				
PTF de firmas que invirtieron	0.925	0.794	TT	0.131***
PTF de firmas que no invirtieron	0.296	2.606	TU	-2.310***

Nota: *** p<1%; **p<5%; *p<10%

Servicios

En la Tabla 13 se reportan los resultados del efecto de la inversión en CTI en la PTF en el sector de servicios, la sub-muestra incluye un total de 2500 observaciones en una estructura de datos de panel entre los años 2014, 2015 y 2016. En el Panel A, se muestra el efecto que la empresa haya realizado alguna inversión en CTI en la PTF, el TT resulta de la diferencia entre las firmas de decidieron invertir o no invertir en CTI, se reporta la magnitud y significancia estadística de dicha diferencia, el TT muestra que empresas que decidieron invertir en CTI obtendrían pérdidas significativas de productividad en 0.179 puntos porcentuales; es decir que la productividad promedio obtenida por empresas que invirtieron en CTI en este sector es menor respecto de aquellas que no invirtieron. Similar resultado se evidenciaría para aquellas empresas que decidieron no invertir en CTI, se evidencian pérdidas significativas de productividad en aquellas empresas que no invirtieron. En el Panel B, se encuentran efectos negativos de la inversión sostenida en CTI, se encuentran perdidas de productividad en empresas que decidieron invertir en CTI por al menos dos años en este sector.

Similares resultados relacionado con el efecto negativo en tratados TT se evidencian para distintos tipos de inversión, entre ellas: inversiones para el desarrollo de nuevos productos (Panel C), inversiones para mejorar procesos productivos (Panel D), inversiones para contar con personal estable para actividades CTI (Panel E), inversiones para contar con una unidad especializada para proyecto CTI (Panel F). Sin embargo, se evidencian efectos positivos en la productividad de la inversión en la contratación de terceros para proyecto CTI (Panel G) y la realización de actividades conjuntas en CTI (Panel H). Respecto de las inversiones en software propietario se evidencia que empresas que realizaron estos gastos obtendrían ganancias de productividad y las empresas que no efectuaron este gasto obtendría pérdida de productividad por no realizar tal inversión. El resultado opuesto se evidencia respecto del desarrollo de propio software (Panel J).

Table 13. Servicios: ESM efecto del tratamiento de inversiones en CTI en la productividad total factorial (PTF)

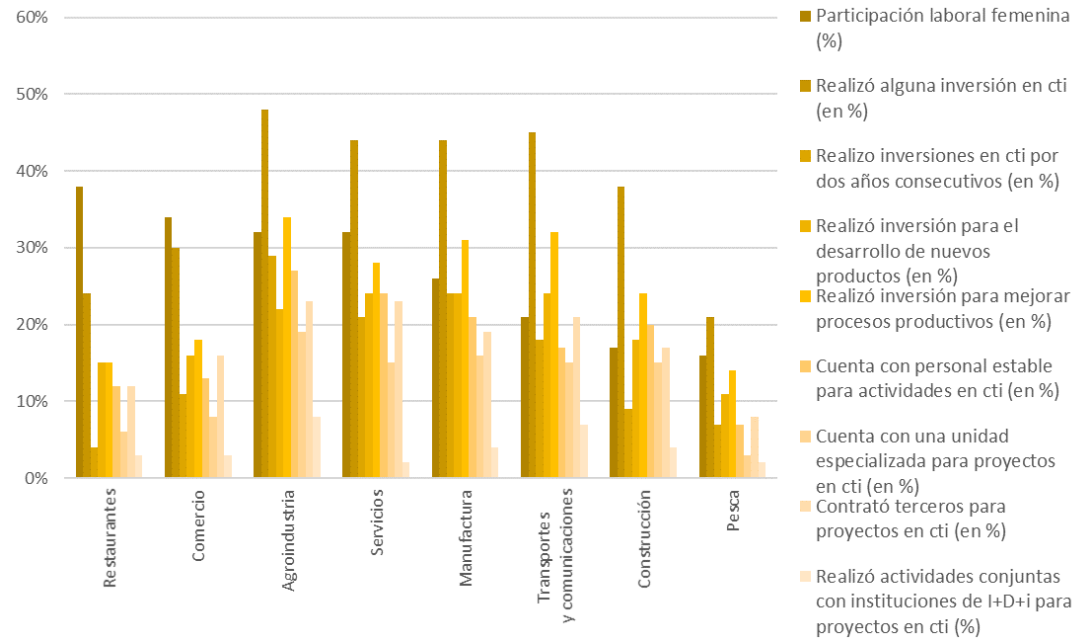
Tipo de inversión en CTI	Decisión de inversión		Efecto del tratamiento	
	Sí invirtió	No invirtió		
Panel A: realizó alguna inversión en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	2.602	2.782	TT	-0.179***
PTF de firmas que no invirtieron	2.670	2.696	TU	-0.025***
Panel B: realizó inversiones en CTI por dos años consecutivos				
PTF de firmas que invirtieron	2.619	2.718	TT	-0.098***
PTF de firmas que no invirtieron	2.84	2.654	TU	0.186***
Panel C: realizó inversiones para el desarrollo de nuevos productos				
PTF de firmas que invirtieron	2.605	2.724	TT	-0.118***
PTF de firmas que no invirtieron	3.05	2.74	TU	0.309***
Panel D: realizó inversiones para mejorar procesos productivos				
PTF de firmas que invirtieron	2.559	2.766	TT	-0.206***
PTF de firmas que no invirtieron	2.839	2.656	TU	0.182***
Panel E: cuenta con personal estable para actividades en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	2.626	2.728	TT	-0.102***
PTF de firmas que no invirtieron	2.97	3.247	TU	-0.276***
Panel F: cuenta con unidad especializada para proyectos CTI				
PTF de firmas que invirtieron	2.636	2.707	TT	-0.071***
PTF de firmas que no invirtieron	3.201	3.508	TU	-0.306***
Panel G: contrató terceros para proyectos en CTI				
PTF de firmas que invirtieron	2.701	2.693	TT	0.007***
PTF de firmas que no invirtieron	2.905	2.637	TU	0.267***
Panel H: realizó actividades conjuntas para proyecto CTI				
PTF de firmas que invirtieron	2.735	2.695	TT	0.039***
PTF de firmas que no invirtieron	3.557	2.384	TU	1.173***
Panel I: Compró software propietario				
PTF de firmas que invirtieron	2.700	2.674	TT	0.025***
PTF de firmas que no invirtieron	4.017	2.167	TU	1.849***
Panel J: desarrolla propio software				
PTF de firmas que invirtieron	2.645	2.716	TT	-0.070***
PTF de firmas que no invirtieron	2.927	1.912	TU	1.015***

Nota: *** p<1%; **p<5%; *p<10%

4.4. Análisis de género

En el Gráfico 6 se muestra los sectores económicos ordenados en función de la proporción de la participación laboral femenina, entre los sectores con mayor participación relativa de las mujeres se tienen a los sectores de restaurantes, comercio, agroindustria y servicios (participación laboral femenina > a 30%); mientras que, los sectores son menor participación de las mujeres son manufactura, transportes y comunicaciones, construcción y pesca (participación laboral femenina < a 30%). En general se observa que en sectores con mayor participación laboral femenina la proporción de empresas que invierten en CTI es relativamente similar que el resto de los sectores económicos.

Gráfico 6. Participación laboral femenina y proporción de empresas que invierten en CTI



Fuente: EEA 2014-2015-2016

5. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

El análisis de las características de la inversión en CTI para el caso peruano sugiere que la mayor proporción de empresas que realizaron inversiones en CTI se ubican en el sector agroindustria, seguido por manufactura, transportes y comunicaciones y servicios; mientras que, la mayor proporción de empresas que realizaron inversiones en CTI por dos años consecutivos se ubican en manufactura, transportes y comunicaciones, restaurantes y servicios. Las empresas que pertenecen a los sectores de manufactura, transportes, comunicaciones y servicios son las que más invierten en CTI y de manera relativamente más sostenida.

La mayor proporción de empresas que realizaron inversiones para el desarrollo de nuevos productos se observa en los sectores de agroindustria y servicios. Por otro lado, la mayor proporción de empresas que realizaron inversiones para mejorar procesos productivos se observa en los sectores de agroindustria y manufactura; además que, la mayor proporción de empresas que realizaron inversiones para contar con personal estable para actividades de CTI o contar con una unidad especializada en proyectos CTI se observa en el sector de agroindustria. La mayor proporción de empresas que contrataron terceros para el desarrollo de proyecto en CTI se observa en el sector de transportes y comunicaciones y servicios.

La mayor proporción de empresas que realizaron actividades conjuntas de CTI con instituciones de I+D+i se observan en el sector agroindustria. Las empresas que pertenecen al sector agroindustria realizan inversiones en CTI más diversificadas en términos de inversiones para mejorar procesos, contar con personal estable o unidades especializadas en CTI; así como, la realización de actividades conjuntas con instituciones de investigación, desarrollo e innovación.

En términos generales, se encuentra evidencia que la decisión de inversión en CTI por parte de las empresas se relaciona de manera directa con el número de trabajadores, esta última variable estaría directamente asociada con el tamaño de las empresas. Las decisiones de inversión en CTI se relacionan directamente con los montos de inversión en activos intangibles y asesoría y consultoría empresarial. Dicha evidencia es relativamente similar en todos los sectores económicos analizados.

Respecto de la estimación del impacto de la inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación en la Productividad Total Factorial, los resultados sugieren que la decisión de realizar alguna inversión en CTI incrementa la productividad en empresas que pertenecen a los sectores de agroindustria, comercio, manufactura y restaurantes; sectores en los cuales una mayor proporción de empresas realiza inversiones en CTI de diversos tipos. Sin embargo, tales impactos positivos son heterogéneos entre sectores.

En particular, en los sectores de agroindustria, comercio, manufactura y restaurantes se encuentra evidencia que las inversiones en CTI por dos años consecutivos tienen efectos positivos en la productividad empresarial, así como realizar inversiones para mejorar procesos productivos, contar con una unidad especializada para proyectos de CTI, contratar terceros para proyecto CTI y realizar actividades conjuntas con instituciones de I+D+i; adicionalmente, se encuentra evidencia que las inversiones para la compra de licencia de software para los procesos productivos y el desarrollo de propio software para el proceso productivo incrementaría la productividad de las empresas en los sectores mencionados.

Sin embargo, en el resto de los sectores económicos, tales como: construcción, pesca, transportes y comunicaciones y servicios, se evidencia que el nivel promedio de productividad de empresas que invirtieron en distintas formas de CTI es menor respecto del nivel de productividad de empresas que decidieron no invertir en CTI. Tales resultados son bastante heterogéneos y no permiten identificar patrones claros respecto de los efectos de la inversión en CTI sobre la productividad en las empresas en tales sectores, toda vez que en tales sectores la proporción de empresas que invirtieron en CTI es proporcionalmente menor.

Se encuentra una mayor participación laboral de las mujeres en empresas de los sectores de restaurantes, comercio, agroindustria y servicios. Sin embargo, no se encuentran diferencias significativas en términos de niveles de inversión en CTI y niveles de productividad total factorial en función del grado de la participación laboral femenina en las empresas y sectores analizados.

Los resultados del estudio ofrecen alguna evidencia inicial sobre las características de la inversión en CTI de las empresas peruanas y una estimación del impacto de la inversión en CTI en la Productividad Total Factorial de empresas de, principalmente, los sectores de agroindustria, comercio, manufactura y restaurantes. Sin embargo, tales

resultados están condicionados a limitaciones propias de las unidades de estudio, los datos y la estrategia de identificación de efectos causales empleada. En primer término, la unidad de análisis proviene de una muestra probabilística de empresas formales, las cuales fueron relevadas en la ENA, por lo cual los resultados del estudio no pueden ser extrapolados a empresas más pequeñas y menos formales de cada uno de los sectores económicos analizados. En segundo término, se han empleado cohortes de información de la ENA para los años 2014, 2015 y 2016; para los años subsecuentes entre 2017 y 2019 no fue posible determinar una muestra panel que incluya información completa relacionada con las decisiones de inversión en CTI por parte de las empresas en la muestra. En tercer término, la estrategia de identificación busca abordar solamente el sesgo de selección generado por la decisión endógena de inversión en CTI. Finalmente, el impacto estimado corresponde al efecto sobre los tratados; es decir, el efecto parcial identificados en el sub-grupo de "compliers".

Recomendaciones

Incrementar la productividad es uno de los desafíos más importantes de los países en desarrollo como el Perú. La promoción de la inversión en ciencia, tecnología e innovación tecnológica (CTI) a nivel empresarial es un factor clave para incrementar la productividad. La evidencia sugiere que mejoras tecnológicas para hacer más efectivo el uso de factores de producción, la transformación de nuevas ideas en nuevos productos, procesos y servicios son instrumentos costo-efectivos para incrementar la productividad empresarial (Crespi y Zuniga, 2011).

En este estudio se encuentra que las inversiones en CTI pueden incrementar la productividad de las empresas, principalmente en los sectores de agroindustria, comercio, manufactura y restaurantes. Por ello, el principal lineamiento para las políticas públicas está relacionado con generar incentivos y oportunidades para incrementar tal inversión; en particular la promoción de inversiones para mejorar procesos productivos, tener unidades especializadas para proyectos de CTI, contratar terceros para proyectos CTI y realizar actividades conjuntas con instituciones de I+D+i, compra de licencia de software y el desarrollo de propio software para el proceso productivo. Tales incentivos deben focalizarse en empresas de menor tamaño. Los mecanismos específicos pueden ser discutidos participativamente entre gremios empresariales, la Cámara de Comercio de Lima, Ministerio de la Producción, Ministerio de Economía y Finanzas y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

En el caso peruano, actualmente los principales incentivos para la inversión en CTI se basan deducciones fiscales para aquellas empresas que acrediten haber realizado inversiones en proyectos relacionados con CTI. A partir de la entrada en vigor de la Ley 30309 en 2016[5], el Estado Peruano ha implementado beneficios tributarios aplicado al Impuesto a la Renta (IR) para incentivar que las empresas realicen inversiones en CTI. La aprobación de tales inversiones es realizada por el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), los beneficios implican deducción en el IR en función del tamaño de las empresas. Se otorgan mayores beneficios a empresas con ingresos netos menores o iguales de 2300 Unidades Impositivas Tributarias, incentivos entre 175% y 215%[6], para empresas con ingresos netos mayores los incentivos son entre 150% y 175%[7].

De acuerdo con CONCYTEC (2019), a pesar de su gran acogida e interés en el sector privado, aún existe una baja tasa de éxito de los proyectos presentados por parte de las empresas para acceder a los beneficios tributarios. Por lo anterior, resulta relevante la evaluación de impacto de la Ley 30309, para analizar sus impactos, alcances y limitaciones, junto con ello se recomienda generar información más pertinente y relevante para analizar la dinámica de la innovación empresarial en el caso peruano, mejorando los instrumentos de relevamiento de información de la Encuesta Económica Anual (EEA) y la sistematización de las experiencias de promoción de la innovación generadas por el Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y la Productivdad (INNOVATE Perú, actualmente Pro Innovate) con un mayor énfasis en empresas de menor tamaño.

Respecto del rol de la participación de las mujeres en la estructura laboral por sectores de la economía peruana, si bien no se identificaron diferencias en términos de inversión en CTI y productividad entre empresas con mayor y menor participación laboral femenina. Resulta relevante sensibilizar a las empresas sobre el rol productivo de las mujeres, tanto en sectores como restaurantes, comercio, agroindustria y servicios, donde hay una alta presencia de las mujeres; así cómo, en sectores como manufactura,

[5] Ley que promueve la Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación Tecnológica. Reglamentada mediante el D.S. N° 188-2015-EF.
[6] El incentivo de 215% se aplica si el proyecto CTI fue ejecutado directamente por la empresa o mediante centro de I+D+i domiciliados en el país y 175% si fue ejecutado mediante centros de I+D+i no domiciliados en el país.
[7] El incentivo de 175% se aplica si el proyecto CTI fue ejecutado directamente por la empresa o mediante centro de I+D+i domiciliados en el país y 150% si fue ejecutado mediante centros de I+D+i no domiciliados en el país.

transportes y comunicaciones, construcción y pesca donde la participación es relativamente menor.

Bibliografía

Abramovitz, M. 1956. “Resource and Output Trends in the United States since 1870”. American Economic Review 46(2), pp.5-23.

Ackerberg, D. A., K. Caves, and G. Frazer. 2015. “Identification properties of recent production function estimators”. Econometrica, Vol. 83, No. 6 (Nov. 2015), pp. 2411-2451.

Alvarez, R. 2016. The impacto f R&D and ICT Investment on Innovation and Productivity in Chilean Firms. Technical Note N° 1056, IDB.

Arza, V. and López, A. 2010. Innovation and Productivity in the Argentine Manufacturing Sector. Working Paper Series N° 187, IDB.

Bach, L., and Matt, M. 2005. From Economic Foundations to Policy Tools: a Comparative Analysis of the Dominant Paradigm. In Llerrena, P., and Matt, M. (Eds.) Innovation Policy in a Knowledge-Based Economy. Springer, France.

Chudnovsky, D., López, A., and Pupato. G. 2006. Innovation and productivity in developing countries: A study of Argentine manufacturing firms. *Research Policy* 35(2006), pp.: 266-288.

CONCYTEC. 2019. Programa Especial de Fortalecimiento de la Innovación para la Competitividad, Lima.

CONCYTEC. 2020. Estudio de Línea de Base del Gasto Público en Ciencia, Tecnología e Innovación en el Perú, Lima.

Crespi, G., and Zuiga, P. 2011. Innovation and Productivity: Evidence from Six Latin American Countries. World Development, Vol. 40, No. 2, pp. 273-290.

Del Pozo, C., Guzmán, E. 2019. Estimación de la Productividad Total Factorial a nivel de firmas en el Perú: nueva evidencia a través del método Ackerberg, Caves y Frazer. CIES, Lima.

Dutoit, L. C. 2007. Heckman's Selection Model, Endogenous and Exogenous Switching Models, a Survey. The Selected Works of Laure C. Dutoit.

Fazlioglu, B., Dalgic, B., and Yereli, B. 2018. The effect of innovation on productivity: evidence from Turkish manufacturing firms. Industry and Innovation, DOI: 10.1080/13662716.2018.1440196

Hall, B. 2011. Innovation and Productivity. NBER Working Paper Series, WP. 17178.

Jorgenson, D., and Z. Griliches. 1967. "The explanation of Productivity Change". Review of Economics Studies 34(3), pp. 249-283.

Kim, Thi. 2020. Measuring innovations efforts of developing countries: Empirical evidence from Vietnam. Journal of Innovation Economics & Management, Vol 33, Issue 3, 163-194.

Kuramoto, J. 2017. Ciencia Tecnología e Innovación. En Balance de Investigación en Políticas Públicas 2011-2016 y agenda de investigación 2017-2021. CIES, Lima.

Laperche, B., and S. Mignon. 2018. Innovation Drivers: A Multi-Scale Approach. Journal of Innovation Economics & Management, Vol. 25, Issue 1, 3-8.

Lee, J. W., and Xuan, Y. 2019. Effects of Technology and Innovation Management and Total Factor Productivity on the Economic Growth of China. Journal of Asian Finance, Economics and Business, Vol. 6, No. 2, 63-73.

Levinsohn, J., and A. Petrin. 2003. "Production Functions using Inputs to Control for Unobservables". Review of Economic Studies 70(2), pp. 317-341.

Lokshin, M., and Sajaia, Z. 2004. Maximum likelihood estimation of endogenous switching regression models. *The Stata Journal* 4(3), pp.: 282-289.

Mairesse, J., and Robin, S. 2009. Innovation and Productivity: a Firm-Level Analysis for French MAnufacturing and Services Using CIS3 and CIS4 data (1998-2000 and 2002-2004). WP, Paris: CREST-ENSAE.

Ministerio de Economía y Finanzas – MEF. 2012. Perú: Política de Inversión Pública en Ciencia, Tecnología e Innovación, Lima.

OECD (Organization for Economics Cooperation and Development). 1992, 1996, 2005. Oslo Manual: Guidelines for Coleecting and Interpreting Innovation Data, Paris.

Olley, S., and A. Pakes. 1996. "The dynamics of Productivity in the Telecomunications Equipment Industry". Econometrica 64(6), pp. 1263-1297.

Parisi, M. L., Schiantarelli, F., and Sembenelli, A. 2006. Productivity, innovaton and R&D: micro evidence for Italy. *European Economics Review* 50(2006), pp.: 2037-2061.

Roud, V. 2018. Understanding the heterogeneity of innovation modes: Performance effects, barriers, and demand for state support. Technological Forecasting & Social Change, 133, 238-253.

Tello, M. 2017. Innovation and productivity in services and manufacturing firms: the case of Peru. *Revista de la Cepal*, N° 121 – Abril.

Tello, M. 2020. Investigación y desarrollo, tecnologías de información y comunicación e impacto sobre el proceso de innovación y la productividad. Documento de Trabajo N° 487. Departamento de Economía, PUCP.

Anexos

Anexo 1. Estimación de la función de producción y la productividad total factorial (PTF)

Tabla A.1. Estimación de la Productividad Total Factorial (Función de producción de valor agregado)

Sectores	Estadísticos				
	Media	Desviación estándar	P25	P75	Ratio P75/P25
Agroindustria	0.65	0.78	0.24	0.97	0.25
Comercio	2.89	0.61	2.56	3.18	0.80
Construcción	1.69	0.71	1.27	2.08	0.61
Pesca	0.85	0.87	0.27	1.18	0.23
Manufactura	1.97	0.59	1.66	2.27	0.73
Transportes y comunicaciones	3.04	0.63	2.69	3.34	0.81
Restaurantes	0.75	0.58	0.46	1.02	0.45
Servicios	2.76	0.57	2.48	3.03	0.82
Todos los sectores	1.96	0.64	1.62	2.28	0.71

Notas:
Panel 2014-2015-2016
Productividad Total Factorial estimada por el método Ackerberg, Caves y Frazer (2015).
Elaboración Propia.