

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
ESCUELA DE POSTGRADO



Impacto del modelo CITE sobre el crecimiento de la
productividad de las PYME en el Perú: Una evaluación
exploratoria empleando asignación endógena del tratamiento

TESIS PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO
EN ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

AUTOR

Samuel David Jaramillo De Souza

ASESOR

Carmen Rosa Valdivia Arenas

Lima, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos del autor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (obligatorio)	

Datos del Jurado

Datos del presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos del segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos del tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos de la obra

Materia	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma (Normal ISO 639-3)	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

**UNIDAD DE POSTGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y
COMERCIALES**
SUSTENTACIÓN DE LA TESIS DE MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN PÚBLICA
ACTA N° 017-2023

Hoy, a los 07 días del mes de Octubre del año 2023 a las 12:00 horas, en acto público mediante una sesión en línea en la plataforma Zoom, utilizada en forma oficial por la Escuela de Postgrado; se llevó a cabo el proceso de sustentación de tesis de:

JARAMILLO DE SOUZA SAMUEL DAVID

Quien expuso la tesis:

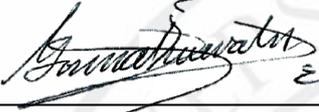
Impacto del modelo CITE sobre el crecimiento de la productividad de las PYME en el Perú: Una aproximación exploratoria empleando asignación endógena del tratamiento

Ante el Jurado compuesto por los señores:

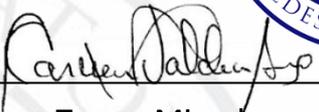
PRESIDENTE	Jesús Roberto Zárate Hermoza
SEGUNDO MIEMBRO	Grimaldo Querevalú Suárez
TERCER MIEMBRO	Carmen Rosa Valdivia Arenas

Terminada su exposición, defendió su tesis durante 30 minutos frente al Jurado, públicamente, absolviendo las preguntas planteadas.

Al concluir el proceso establecido por la Escuela de Postgrado, el Jurado de Tesis, luego de la deliberación del caso, otorgó por unanimidad la mención de SUMA CUM LAUDE, con la calificación de 20.


Segundo Miembro


Presidente


Tercer Miembro



Estuvo presente como veedor del acto:

Fredo Arauzo Ramírez, Secretario Académico EPG-UCSS 

Jesús María, 07 de Octubre del 2023

Anexo 2

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO

Ciudad, Lima de 16 de octubre de 2023

Señor(a),
Carmen Rosa Valdivia Arenas
Jefe del Departamento de Investigación/Coordinador Académico de Unidad de Posgrado
Facultad / Escuela de Postgrado UCSS

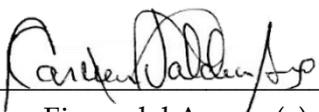
Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que la tesis / informe académico/ trabajo de investigación/ trabajo de suficiencia profesional, bajo mi asesoría, con título **“Impacto del modelo CITE sobre el crecimiento de la productividad de las PYME en el Perú: Una evaluación exploratoria empleando asignación endógena del tratamiento”**, presentado por **Samuel David Jaramillo De Souza** (2020201018 y 42155788) para optar el título profesional/grado académico de **Maestro en Administración Pública** ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 1 %** (poner el valor del porcentaje).* Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted.

Atentamente,


Firma del Asesor (a)

Carmen Rosa Valdivia Arenas

DNI N°: 21796501

ORCID: 0000-0001-7891-904X

Facultad de Ciencias Económicas y Comerciales/Unidad Académica de la Facultad Ciencias Económicas y Comerciales UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

Agradecimiento

A mi familia.

Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo realizar una evaluación exploratoria del impacto de los servicios de extensión tecnológica proporcionados por los Centros de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica (CITE) sobre el crecimiento de la productividad de las empresas en Perú. Durante más de una década, los CITE han desempeñado un papel central en la política pública de desarrollo productivo, especialmente para las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYME). Aunque se ha reconocido su potencial, hasta ahora ha habido una falta de evidencia cuantitativa sobre su efectividad real.

Nuestro estudio utiliza datos secundarios de la Encuesta Nacional de Innovación en la Industria Manufacturera y Empresas de Servicios Intensivos en Conocimiento (ENIIMSEC, 2018) para el período 2015-2017. Se emplean modelos de asignación endógena del tratamiento (Heckman, 1978; Maddala, 1983) para evaluar el impacto de los servicios de los CITE sobre el aumento de la productividad de las empresas.

Los resultados sugieren que las empresas que recibieron asesoría tecnológica de los CITE experimentaron un crecimiento significativamente mayor en la productividad laboral en comparación a la situación en la que no utilizaron estos servicios (Efecto Promedio del Tratamiento en los Tratados - ATET). Se observó un aumento de entre 42% a 51% en el crecimiento de la productividad para las empresas tratadas, y estas diferencias fueron estadísticamente significativas.

Sin embargo, se enfatiza que las conclusiones deben considerarse con cautela debido a las limitaciones de los datos y la muestra. El estudio se centró en un grupo específico de PYME atendidas por los CITE, lo que limita la generalización de los resultados a toda la población de empresas. Además, el periodo evaluado corresponde a la etapa temprana de expansión de la Red de CITE por lo que no es representativo de su capacidad y cobertura al día de hoy.

En última instancia, se destaca la necesidad de investigaciones adicionales con conjuntos de datos más amplios y la implementación de metodologías de evaluación experimental para fortalecer aún más la comprensión del impacto de los servicios tecnológicos de los CITE en la productividad empresarial a nivel nacional.

Código JEL: O30, L25, L53, C21, O12

Palabras clave: Cuasi experimento, servicio de extensión tecnológica, CITE, productividad, innovación, empresas, tratamiento, endogeneidad

Abstract

The objective of this study is to perform an exploratory assessment of the impact of technology extension services provided by the Centers for Productive Innovation and Technological Transfer (CITE) on the enhancement of business productivity in Peru. For over a decade, CITE services have played a central role in public policy for productive development, especially for micro, small, and medium-sized enterprises (MSME). Although their potential has been recognized, there has been a lack of quantitative evidence regarding their actual effectiveness.

Our study uses secondary data from the National Survey of Innovation in Manufacturing and Knowledge-Intensive Service Industries (ENIIMSEC, 2018) for the period 2015-2017. Endogenous treatment assignment models (Heckman, 1978; Maddala, 1983) are employed to assess the impact of CITE services on firms' productivity growth.

The results suggest that firms that received technological assistance from CITE experienced significantly higher growth in labor productivity compared to the situation in which they did not use these services (Average Treatment Effect on the Treated -ATET). Notably, there was an increase ranging from 42% to 51% in productivity growth among treated firms, with these disparities being statistically significant.

However, it is imperative to exercise caution when interpreting these conclusions, given the constraints stemming from data and sample size limitations. The study focused on a particular subset of MSMEs served by CITE, thereby limiting the applicability of the findings to the broader population of firms. Additionally, the examined timeframe corresponds to the nascent phase of CITE network expansion, rendering it unrepresentative of the current capacity and coverage of the CITE network.

Ultimately, there is a need for further research with larger datasets and the implementation of experimental evaluation methodologies to further strengthen the understanding of the impact of CITE technological services on national business productivity.

JEL Code: O30, L25, L53, C21, O12

Keywords: Quasi-experiment, technology extension services, CITE, productivity, innovation, businesses, treatment, endogeneity

Índice temático

Resumen	ii
Abstract	iv
Introducción	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.1 Planteamiento del problema	5
1.2 Formulación del problema.....	5
1.2.1 Problema general	5
1.2.2 Problemas específicos	6
1.3 Justificación del tema de la investigación	6
1.4 Objetivos de la investigación.....	8
1.4.1 Objetivo general.....	8
1.4.2 Objetivos específicos.....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1 Antecedentes del estudio	9
2.2 Bases Teóricas.....	12
2.3 Definición de términos básicos.....	14
2.4 Hipótesis de investigación	16
2.3.1 Hipótesis general.....	16
2.3.2 Hipótesis específicas	16
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	18
3.1 Diseño y alcance de la investigación.....	18
3.2 Variables	18
3.2.1 Definición conceptual de las variables	18
3.2.2 Definición operacional de las variables.....	20
3.3 Limitaciones.....	22
3.4 Población y muestra	23
3.4.1 Población de estudio	24

3.4.2	Muestra y estadísticas descriptivas.....	27
3.4.3	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	29
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN		30
4.1	El modelo CITE	30
4.2	Estrategia de identificación.....	35
4.3	Estimación y resultados	40
4.3.1	Asignación exógena del tratamiento	40
4.3.2	Asignación endógena del tratamiento	43
4.3.3	Modelo de selección.....	43
4.3.4	Endogenous Treatment Effect Model.....	45
4.3.5	Endogenous Switching Model.....	51
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		59
ANEXOS.....		65

Índice de tablas

Tabla 1: Matriz de operacionalización de las variables.....	20
Tabla 2: Descriptivos de la muestra	28
Tabla 3: Cartera de servicios tecnológicos de los CITE.....	32
Tabla 4: Asignación exógena del tratamiento.....	42
Tabla 5: Modelo <i>Probit</i>	44
Tabla 6: Endogenous Treatment Effect Model	47
Tabla 7: Endogenous Treatment Model - Efecto promedio del tratamiento para los tratados (ATET)	49
Tabla 8: Endogenous Switching Model.....	52
Tabla 9: Endogenous Switching Model - Efecto promedio del tratamiento para los tratados (ATET)	54

Índice de figuras

Figura 1: Actividades de innovación, por tipo (Participación porcentual)	24
Figura 2: Proporción de empresas innovadoras (Participación porcentual)	25
Figura 3: Uso de servicios tecnológicos, por tipo (Participación porcentual)	25
Figura 4: Valor total de ventas anuales 2015 – 2017 (Millones de soles).....	26
Figura 5: Valor total de las ventas per cápita 2015 – 2017 (Millones de soles).....	26
Figura 6: Variación de las ventas per cápita 2015/2017 (variación porcentual).....	27
Figura 7: Red CITE según año de inicio de operaciones (Número de CITE en operación).....	31
Figura 8: Pirámide de servicios tecnológicos de los CITE.....	33
Figura 9: Teoría de cambio del modelo CITE	34
Figura 10: Endogenous Treatment Effect Model (ATET)	50
Figura 11: Endogenous Switching Model (ATET).....	55

Índice de anexos

Anexo 1: Relación de CITE públicos.....	66
Anexo 2: Relación de CITE privados.....	68

Introducción

Desde los escritos de Solow (1957), la productividad ha sido materia de atención en las discusiones de política pública acerca de los determinantes del crecimiento económico de las naciones en el largo plazo. Este concepto se refiere a la capacidad de una unidad productiva (una empresa, una industria o un país) para generar el mayor nivel de producto al mínimo costo posible, haciendo para ello el uso más eficiente de los factores de producción disponibles. De esta manera, una economía más productiva está en posición de generar mayores ingresos con los mismos recursos productivos (fuerza laboral, capital físico y tecnología), obteniendo mayores tasas de retorno a la inversión lo que fomenta a su vez un crecimiento más rápido y sostenible en el mediano plazo, promoviendo el alivio a la pobreza y el bienestar de la sociedad.

Debido a diversos factores estructurales y de contexto, el crecimiento de la productividad en la región de América Latina y particularmente en el Perú ha sido históricamente menor con respecto de lo reportado en países desarrollados. Estimaciones elaboradas por el Ministerio de la Producción del Perú (PRODUCE) calculan que la productividad de los países que conforman la Alianza del Pacífico (Chile, Colombia, México y Perú) representa tan solo el 64% de los niveles de productividad de los Estados Unidos. En el caso peruano, la productividad del país respecto del vecino del norte es incluso menor alcanzando solo el 60% (PRODUCE, 2020).

Del mismo modo, Ruiz-Arranz & Deza (2018) estiman la brecha de productividad al interior del tejido empresarial local distinguiendo diferentes segmentos de empresas según su tamaño. Este trabajo compara los resultados obtenidos para el caso peruano respecto del promedio de un conjunto de países seleccionados de la OCDE (Alemania, España, Francia e Italia). Sus resultados muestran que en el Perú las medianas empresas registran un nivel de productividad que equivale a la mitad del proyectado para el mismo segmento de países OCDE. Aún más significativa resulta la brecha entre pequeñas y microempresas (MYPE); mientras que en la OCDE la productividad de estos segmentos representa el 68% y 57% de los niveles de productividad de las grandes empresas, en el Perú esas cifras se reducen a solo 16% y 6% respectivamente. Conclusiones similares obtienen Del Pozo y Guzmán (2019), quienes encuentran una gran heterogeneidad en los niveles de productividad estimados para las pequeñas y medianas empresas (PYME) en Perú. De acuerdo con sus resultados, las firmas más pequeñas son significativamente menos productivas que las empresas de mayor tamaño (una brecha de 46%).

Entre los principales factores que inciden sobre la productividad de las empresas y, por su intermedio, sobre el crecimiento económico de largo plazo se encuentran la innovación y el cambio tecnológico (Edler et al, 2016; Crespi et al, 2014; Syverson, 2011; Hall et al, 2010). La innovación se refiere a la implementación de productos, procesos, servicios o modelos organizacionales nuevos o significativamente mejorados como parte de las actividades y estrategias que realiza la empresa (OCDE, 2018). A su vez, la innovación también es incentivada por factores como la inversión en investigación y desarrollo (I+D), la adquisición de capital sofisticado, la inversión en conocimiento y/o por la presencia de trabajadores altamente calificados (Crespi et al, 2014; Crespi et al, 2011).

A este respecto, es abundante la experiencia nacional e internacional acerca de políticas públicas enfocadas en promover el desarrollo productivo de un país mediante el diseño e implementación de estrategias de difusión y aliento a la inversión, pública y privada, en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i). Entre estas estrategias se encuentra el diseño de Programas de Extensionismo Tecnológico (PET), herramienta que ha tomado fuerza y recibido mucha aceptación en nuestro país durante los últimos años.

Los PET son instrumentos diseñados para promover la adopción y modernización tecnológica en los procesos productivos de las empresas contribuyendo así a mejorar los niveles de difusión y absorción tecnológica en la sociedad. Se distinguen particularmente por su énfasis en la promoción de tecnologías que se desarrollan de manera externa a la empresa, es decir, de tecnologías existentes y comercialmente ya probadas pero que son nuevas para la empresa y que pueden ser incorporadas en sus procesos productivos. Los PET proporcionan servicios que permiten reducir los costos de búsqueda de las firmas con respecto a información e incorporación de nuevas tecnologías para la modernización productiva. Dentro de estos servicios podemos encontrar la coordinación de las necesidades del usuario con proveedores apropiados, así como la provisión de apoyo para aumentar las capacidades de las empresas para absorber nuevas tecnologías mediante actividades de capacitación, demostraciones piloto y asistencias técnicas personalizadas (Casaburi et al, 2016; Shapira et al, 2015; Shapira & Youtie, 2014; Crespi et al, 2014).

Existen múltiples experiencias en estrategias de tipo PET a nivel internacional en países como Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Austria, Japón, Canadá, España, Uruguay, entre muchos otros (Casaburi et al, 2016; Shapira et al, 2015; Shapira & Youtie, 2014; Crespi et al, 2014). En ese sentido, una importante línea de intervención en materia de política productiva

en el caso peruano se refiere al cierre de brechas tecnológicas y de productividad a través de la promoción del acceso a los servicios de extensionismo y transferencia tecnológica que ofrecen los Centros de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica (CITE) bajo la rectoría actual del Instituto Tecnológico de la Producción (ITP).

Los primeros CITE comenzaron a funcionar en nuestro país desde la década de los 90 y a partir del año 2016 el modelo recibió un impulso significativo gracias a la creación de nuevos centros con el objetivo de atender una mayor variedad de cadenas productivas. Durante este tiempo, los CITE han crecido en experiencia y complejidad, han fortalecido sus capacidades y se han expandido rápidamente a lo largo del territorio. Mediante la entrega de servicios tecnológicos, los CITE promueven la adopción de mejoras e innovaciones en los procesos productivos de las empresas como estrategia para lograr incrementos en sus niveles relativos de productividad y competitividad de mercado. Sin embargo, a la fecha, no existen mediciones cuantitativas que valoren el impacto sobre la productividad que se deriva a partir de los servicios tecnológicos que ofrecen.

Trabajos como el de Jarmin (1999), Ordowich et al (2012), o más recientemente Lipscomb et al (2018) han mostrado las dificultades metodológicas y los requerimientos de información necesarios para evaluar el efecto de programas similares en otro contexto. Para el caso CITE, sin embargo, los datos administrativos disponibles se limitan únicamente a la caracterización del tipo de servicio entregado y la identificación de la empresa atendida; no se dispone de información pública acerca de la evolución de las características y resultados alcanzados para los clientes CITE ni tampoco se cuenta con datos que permitan reconocer un potencial grupo de comparación.

Tomando en cuenta esta limitante, nuestro trabajo hará uso de fuentes de información secundaria para aproximar una medida exploratoria del efecto causal de los servicios tecnológicos ofrecidos por la Red CITE sobre el crecimiento de la productividad de las empresas. Utilizando los datos de la Encuesta Nacional de Innovación en la Industria Manufacturera y Empresas de Servicios Intensivos en Conocimiento (ENIIMSEC, 2018) modelaremos el crecimiento de la productividad laboral de las empresas durante el periodo 2015 - 2017. Para ello, partiremos de una función de producción de tipo Cobb-Douglas aumentada, similar a la propuesta originalmente por Jarmin (1999), en la que se incluye el acceso a la asesoría tecnológica de la Red CITE como uno de los insumos de producción de la empresa. De esta manera, el coeficiente estimado representará la diferencia en el crecimiento

porcentual de la productividad entre empresas clientes (tratados) y empresas que no recibieron la atención de un CITE durante el periodo (controles).

Tomando el antecedente de anteriores trabajos, se reconoce que la asignación del tratamiento (el acceso a los servicios CITE) no es aleatoria en la población; las empresas deciden por si mismas buscar y solicitar la asesoría del CITE lo que constituye un ejemplo clásico de *sesgo de auto-selección* (Clougherty et al, 2015). Para controlar este problema utilizaremos dos estrategias reconocidas en la literatura: *Endogenous Treatment Effect Model* y *Endogenous Switching Model* (Heckman, 1978; Maddala, 1983).

El trabajo se divide de la siguiente manera: en el capítulo 1, se presenta el planteamiento del problema y los objetivos de la investigación; en el capítulo 2, se desarrolla el marco teórico relevante y se repasan algunas experiencias previas de evaluación de los efectos de los servicios de extensionismo sobre el desempeño de las empresas; el capítulo 3 describe el diseño y metodología de nuestra investigación; en el capítulo 4 se presentan y discuten los resultados del modelo de estimación propuesto; finalmente, en el capítulo 5 se describen las conclusiones y recomendaciones de política.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En este primer capítulo presentaremos de manera breve el planteamiento del problema de investigación identificando las preguntas concretas y relevantes que guiarán el desarrollo del trabajo. A partir de ello se sustenta la relevancia del estudio y se proponen los objetivos que persigue la investigación.

1.1 Planteamiento del problema

Los Centros de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica (CITE) constituyen una de las principales herramientas de la política de desarrollo productivo en el Perú. Los CITE tienen por finalidad contribuir con la mejora de la productividad y la competitividad de las empresas y de los sectores productivos de la economía mediante la entrega de servicios tecnológicos que faciliten la incorporación de innovaciones en la empresa para la mejora de sus procesos productivos y desempeño de mercado. Esta estrategia se encuentra en línea con referentes internacionales del desarrollo económico y durante la última década ha recibido un impulso significativo de parte del sector público peruano mediante la ampliación del número de CITE en funcionamiento y de sus capacidades de operación.

De especial interés para la modernización de la gestión pública es la medición del aporte específico que han realizado los CITE sobre el crecimiento de la productividad de las empresas. Algunos trabajos previos han permitido aproximar una respuesta a esta interrogante priorizando un enfoque de análisis descriptivo y/o cualitativo acerca de las potencialidades y los éxitos del modelo, sin embargo, a nuestro conocimiento, no existe evidencia disponible que permita cuantificar con representatividad estadística una medida del aporte global de los CITE sobre el crecimiento promedio de la productividad en las empresas.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál ha sido la contribución de los servicios tecnológicos entregados por la Red CITE sobre el crecimiento de la productividad laboral de las PYME atendidas durante el periodo 2015 a 2017?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cuáles han sido las características de las empresas y/o de su entorno de operación que mayor influencia han tenido sobre su decisión de buscar y acceder a los servicios tecnológicos ofrecidos por la Red CITE durante el periodo 2015 a 2017?
- b) ¿Cuál ha sido el efecto de los factores no observables que influyen de manera simultánea la decisión de las empresas de buscar la atención de los CITE y la evolución de su productividad laboral durante el periodo 2015 a 2017?
- c) ¿Cuál ha sido la contribución de los servicios tecnológicos entregados por la Red CITE sobre el crecimiento de la productividad laboral de las PYME cuando se asume que el rendimiento de los factores de producción es similar entre empresas atendidas y no atendidas durante el periodo 2015 a 2017?
- d) ¿Cuál ha sido la contribución de los servicios tecnológicos entregados por la Red CITE sobre el crecimiento de la productividad laboral de las PYME cuando se asume que el rendimiento de los factores de producción es diferenciado entre empresas atendidas y no atendidas durante el periodo 2015 a 2017?

1.3 Justificación del tema de la investigación

Una práctica cada vez más extendida en la gestión pública nacional e internacional responde al interés de generar evidencias que sirvan para la toma de decisiones informada de parte de los responsables de la política pública. Estas evidencias se refieren a datos acerca de lo que funciona y lo que no cuando se trata de lograr objetivos de desarrollo al mínimo costo para la sociedad. Para este propósito, una herramienta fundamental son las evaluaciones de impacto que emplean experimentos aleatorios o bien cuasi experimentos mediante el empleo de datos observacionales. La evaluación de impacto, como herramienta de análisis, permite determinar la existencia y medir la magnitud de cambios en variables o indicadores de resultado relevantes para los beneficiarios de una política o de un programa. El rasgo particular de una evaluación de impacto es que su diseño garantiza que los resultados encontrados son atribuibles rigurosamente a las intervenciones o programas de política evaluados y no a otros factores

externos o a características propias de las unidades de estudio. Esto es, se garantiza que de no haberse realizado el programa estos resultados no se habrían obtenido.

En este contexto, de especial interés para los objetivos de la política de desarrollo productivo en el Perú es conocer cuál ha sido la contribución del modelo CITE para la mejora de la productividad de las empresas. No obstante, responder esta cuestión reviste más de una complicación importante. En diferentes situaciones, las empresas pueden incrementar su rentabilidad debido a factores que no están relacionados con los servicios tecnológicos de un CITE; por ejemplo, una mejora de los precios internacionales, un mayor impulso de la demanda interna gracias al entorno macroeconómico o incluso aspectos de gestión de la propia empresa como la motivación o el espíritu emprendedor pueden promover que algunos negocios mejoren su competitividad y otros no. Por esta razón, el desafío consiste en medir el efecto sobre la productividad que se deriva específicamente de los servicios que entregan los CITE y que, con la mayor probabilidad, no se debe a otros factores – externos o internos - que también podrían influir sobre el desempeño de las empresas.

Los desafíos metodológicos y los requerimientos de información necesarios para medir el efecto de los servicios CITE sobre la productividad empresarial son importantes y han sido abordados con detalle en evaluaciones previas sobre intervenciones similares (véase por ejemplo Jarmin, 1999; Ordowich et al, 2012; Lipscomb et al, 2018). Para el caso peruano en particular, la mayor parte de trabajos ha priorizado un enfoque descriptivo y/o cualitativo; además, no se dispone de información pública acerca de la evolución de las características y resultados alcanzados por las empresas atendidas por los CITE ni tampoco se cuenta con datos que permitan reconocer un potencial grupo de comparación.

Tomando en cuenta estas limitaciones, nuestro trabajo ensaya un análisis exploratorio sobre la base de fuentes de información secundaria y el uso de técnicas de evaluación cuasi experimental para reconstruir un grupo de comparación que nos permita aproximar una medida exploratoria del efecto de los servicios tecnológicos de los CITE sobre el crecimiento de la productividad de las empresas durante el periodo 2015 a 2017.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Estimar la contribución de los servicios tecnológicos entregados por la Red CITE sobre el crecimiento de la productividad laboral de las PYME atendidas durante el periodo 2015 a 2017.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Identificar las características particulares de las empresas y/o de su entorno de operación que mayor influencia han tenido sobre su decisión de buscar y acceder a los servicios tecnológicos ofrecidos por la Red CITE durante el periodo 2015 a 2017.
- b) Evaluar el efecto de los factores no observables que influyen de manera simultánea la decisión de las empresas de buscar la atención de los CITE y la evolución de su productividad laboral durante el periodo 2015 a 2017.
- c) Estimar la contribución de los servicios tecnológicos entregados por la Red CITE sobre el crecimiento de la productividad laboral de las PYME cuando se asume que el rendimiento de los factores de producción es similar entre empresas atendidas y no atendidas durante el periodo 2015 a 2017.
- d) Estimar la contribución de los servicios tecnológicos entregados por la Red CITE sobre el crecimiento de la productividad laboral de las PYME cuando se supone que el rendimiento de los factores de producción es diferenciado entre empresas atendidas y no atendidas durante el periodo 2015 a 2017.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

A continuación, desarrollaremos el marco teórico del presente trabajo de investigación. Como primer punto repasaremos algunos de los estudios más representativos acerca de la medición del efecto de los servicios de extensionismo sobre el desempeño de las empresas. Para ello, centraremos nuestra atención en aquellos trabajos que tuvieron por objetivo inferir relaciones causales mediante el empleo de datos observacionales. A continuación, revisaremos las bases teóricas que sustentan la racionalidad del modelo extensionista como instrumento de las políticas públicas de incentivo a la innovación. Finalmente, definiremos algunos términos básicos que se emplearán a lo largo del documento para luego pasar a delinear las hipótesis de la investigación.

2.1 Antecedentes del estudio

A nivel internacional, diferentes trabajos han buscado aproximar el efecto de los servicios de extensionismo sobre la mejora del desempeño competitivo de las empresas. Sobre ello el abordaje metodológico ha sido diverso con un número de evaluaciones que combinan las técnicas cualitativas y cuantitativas mediante el empleo de estudios de caso en conjunto con la aplicación de encuestas con representatividad estadística sobre una muestra de empresas atendidas (véase por ejemplo NRC, 2012, 2017 y 2022; BIS, 2016; KPMG, 2017; o, en el ámbito local BID, 2012; ONUDI, 2017) y otros trabajos que han priorizado más bien el empleo de técnicas de evaluación cuasi experimental para medir el efecto de la asesoría extensionista sobre variables clave del desempeño de las empresas.

Una de las experiencias de mayor atención en la literatura es el caso del *Manufacturing Extension Partnership (MEP)* en los Estados Unidos. El MEP es una red de centros de atención con alcance nacional que tiene por objetivo mejorar la competitividad de las empresas del sector manufacturero estadounidense mediante la provisión de servicios de asistencia especializada en temas de mejora de procesos, sistemas de calidad, asistencia de negocios, desarrollo de productos, entre otros.

A lo largo de su trayectoria, la efectividad de los servicios del MEP ha sido materia de sucesivas evaluaciones bajo diferentes enfoques metodológicos. En la línea de los estudios de inferencia causal mediante el empleo de datos observacionales, uno de los primeros trabajos fue el elaborado por Jarmin (1999) quien estimó el efecto de los servicios MEP sobre el crecimiento

de la productividad de las empresas que fueron atendidas entre 1987 y 1992. El análisis utilizó una función de producción de tipo Cobb – Douglas aumentada en la que el valor agregado generado por la empresa es una función de su inversión en bienes de capital, del número de trabajadores contratados y de otras características observables de la firma. Adicionalmente, la función incluyó también una variable binaria igual a 1 cuando la empresa fue atendida por un centro MEP durante el periodo de análisis y 0 en cualquier otro caso. Luego de linealizar y diferenciar el modelo, el coeficiente asociado con esta dicotómica representa la diferencia porcentual en la productividad de las empresas atendidas versus las no atendidas. El análisis utilizó un modelo de selección en dos etapas para controlar el potencial sesgo de selección en las empresas clientes (Heckman, 1976).¹ Los resultados muestran que la productividad de las empresas atendidas por los centros MEP durante el periodo creció entre 3.4% y 16% más que las no atendidas.

Como una extensión del estudio anterior, Ordowich et al (2012) evaluaron el efecto sobre la productividad y otros indicadores de desempeño de las empresas que fueron atendidas por el MEP entre 1997 y 2002. El trabajo parte utilizando una función de producción similar a la propuesta por Jarmin (1999) e incluye, además, diferentes indicadores de atención como la intensidad del tratamiento (número de servicios, horas acumuladas de atención, monto recaudado por asistencia), periodo del tratamiento y tipo de tratamiento (clase de servicio y contenido abordado por la atención). Como estrategia de análisis se utilizó el método de Diferencias en Diferencias y modelos de variable dependiente rezagada (LDV), sin embargo, los resultados obtenidos no fueron concluyentes debido a limitaciones de la información disponible.²

En un trabajo más reciente, Lipscomb et al. (2018) vuelven a evaluar el efecto de los servicios MEP sobre el desempeño empresarial en el periodo 2002 a 2007. Tomando como antecedentes las evaluaciones previas y gracias a la disponibilidad de bases de información más detalladas, el estudio utiliza diferentes técnicas de análisis de regresión (Diferencias en Diferencias, regresión de variable dependiente rezagada y análisis de sobrevivencia) para determinar el

¹ Como instrumento de selección para estimar la probabilidad de que una empresa solicitara los servicios de un centro MEP, el modelo propuesto por Jarmin (1999) utilizó una variable dicotómica para indicar si la operación de la empresa se ubicaba en una zona en la que también existía un centro MEP en operación.

² El trabajo evaluó sin éxito diferentes instrumentos para el modelo de selección tomando como referencia la ubicación geográfica del centro MEP más próximo a la empresa. Del mismo modo, se exploraron estrategias alternativas para corregir el sesgo de selección como *propensity score matching* para estimar la probabilidad de que la empresa se convierta en un cliente MEP. Los resultados no evidenciaron una correlación significativa del instrumento con la probabilidad de selección del modelo.

efecto de los servicios MEP sobre un conjunto de indicadores del desempeño de la firma. Los resultados del estudio revelaron efectos significativamente positivos de los servicios de extensión en el rendimiento de los establecimientos. En términos de productividad, se encontró que los establecimientos que recibieron servicios de extensión experimentaron un aumento promedio del 2.6% en el valor de las ventas por trabajador en comparación con aquellos que no participaron en el programa. Del mismo modo, se encontró efectos diferenciados por tamaño de empresa y tipo de bien producido, siendo mayor el impacto en pequeñas y medianas empresas y para los productores de bienes durables. Otros efectos relevantes, estiman una reducción de 18% en la probabilidad de que la empresa salga del mercado para el caso de los clientes MEP respecto de los no clientes.

Un segundo caso de estudio es el del Manufacturing Advisory Service (MAS) que operó en el Reino Unido hasta el año 2015. El MAS fue una iniciativa del gobierno británico que se estableció para proporcionar asesoramiento técnico y estratégico a las empresas manufactureras de Inglaterra y Escocia, con especial énfasis en las pequeñas y medianas empresas. El MAS introdujo cinco niveles de soporte al desarrollo empresarial, incluyendo atenciones de consultas, revisiones de manufactura, realización de eventos, servicios de consultorías e identificación de organizaciones asociadas. También se enfocó en ayudar a las empresas a lograr diversificar su producción y mejora de las relaciones en la cadena de suministro.

Al igual que en el caso del MEP, el MAS también fue sujeto de diferentes estudios de evaluación a lo largo de su trayectoria. En su mayoría, estos trabajos se centraron en la medición de resultados auto – reportados y/o de tipo auto – diagnósticos de parte de las empresas atendidas (BIS, 2016). Como una mejora metodológica, el Department for Business, Innovation & Skills (BIS, 2016) utilizó diferentes técnicas de emparejamiento en combinación con el método de Diferencias en Diferencias para medir la contribución del MAS a la mejora del desempeño de las empresas durante el periodo 2010 a 2014. El trabajo reconoce las limitaciones metodológicas ocasionadas por el potencial sesgo de selección de las empresas atendidas y obtiene resultados no concluyentes acerca del impacto promedio de los servicios en diferentes indicadores de desempeño.

A nivel local, el modelo CITE también ha sido objeto de distintos estudios y análisis a cargo del Ministerio de la Producción y unos pocos elaborados por organismos internacionales (véase BID, 2012; ONUDI, 2017). Como parte de este esfuerzo, Jaramillo y Díaz (2010) evaluaron la

efectividad del CITE Cuero y Calzado Lima –uno de los CITE de mayor trayectoria y especializado en la atención de las industrias del cuero, calzado y actividades conexas- como parte de un conjunto de intervenciones del sector público que tienen por objetivo mejorar el desempeño productivo de las PYME a nivel nacional. El trabajo utilizó información de fuente secundaria (Encuesta Económica Anual) para evaluar el periodo 2001 a 2006 y utiliza una combinación de técnicas de emparejamiento y Diferencias en Diferencias. No obstante, el análisis enfrentó importantes limitaciones metodológicas debido a la escasa disponibilidad de observaciones de empresas beneficiarias dentro de la muestra. Los resultados no fueron capaces de encontrar evidencia de un efecto estadísticamente significativo asociado con la intervención del CITE sobre el desempeño productivo de las PYME.

2.2 Bases Teóricas

Los Programas de Extensionismo Tecnológico (PET) son un componente importante de las políticas públicas de innovación en diferentes países dentro y fuera de América Latina. Los PET tienen por propósito promover la adopción y modernización tecnológica en los procesos productivos de las empresas mediante la entrega de servicios de extensionismo tecnológico, también conocidos como servicios de apoyo a la difusión y fortalecimiento de las capacidades de absorción tecnológica o servicios de asesoría en tecnología e innovación para empresas.

En su forma más básica, los servicios de extensionismo consisten en atenciones de asesoría especializada a cargo de expertos con experiencia y conocimientos en procesos industriales, de adopción tecnológica y de gestión de negocios, que se entrega de forma directa y personalizada al personal de las empresas con el propósito de promover su modernización productiva mediante la incorporación de mejoras y/o innovaciones en procesos, productos y/o servicios (Casaburi et al, 2016; Crespi et al, 2014; Shapira et al, 2015; Shapira & Youtie, 2014).

Dependiendo del contexto, del nivel de desarrollo de la industria o de las necesidades de modernización de las empresas, la cartera de servicios de asesoría en tecnología e innovación puede abarcar un amplio espectro de contenidos. De manera general, los servicios PET priorizan la orientación práctica para la adopción de mejoras como la realización de diagnósticos y propuestas de optimización, *lean operation* (5S, *value stream mapping*, *pull systems*, *quick changeover*, etc.), mejoras de calidad incluyendo la certificación de estándares, desarrollo y/o mejora de productos y estrategias de comercialización, planificación estratégica y análisis de negocio, análisis financiero, eficiencia energética, entre otros.

Un rasgo distintivo del alcance de la atención extensionista consiste en la priorización de soluciones prácticas basadas en tecnologías disponibles y comercialmente comprobadas como principal medida para propiciar la mejora del desempeño de la empresa. Este enfoque constituye una diferencia crucial respecto de otro tipo de atenciones como por ejemplo los servicios de transferencia tecnológica, que tienen por objetivo trasladar la innovación desde las universidades o los laboratorios hacia la firma y cuyo contenido se enfoca en el desarrollo de nuevas tecnologías en las que prima el carácter de novedad para la industria, o los servicios de desarrollo empresarial, orientados más bien hacia la asesoría no tecnológica para la mejora de la gestión del negocio (Casaburi et al, 2016; Shapira et al, 2015).

La evidencia muestra que la inversión en innovación no se traduce automáticamente en mejoras de productividad en la empresa; ni que este impacto individual conlleva automáticamente a mejoras significativas en el desempeño de una industria. Del mismo modo, los resultados esperados a partir de los servicios de extensionismo suelen ser de mediano y largo plazo ya que requieren de esfuerzos sostenidos para que la empresa incorpore las mejoras como parte de su proceso de negocio regular y/o adapte sus capacidades para aprovechar de mejor manera los contenidos de la atención.

En términos de su propósito como instrumentos de política pública, los servicios PET abordan las fallas de mercado que son recurrentes en el funcionamiento de las PYME y que pueden desincentivar su incursión en actividades de I+D+i. Estas fallas incluyen, por ejemplo, la falta de capacidad de las empresas para absorber nuevos conocimientos ya sea debido a limitaciones en el acceso a información, falta de experiencia, habilidades insuficientes o escasez de recursos, así como la ausencia de una estrategia adecuada para planificar la adopción de nuevas técnicas o tecnologías productivas. Las fallas pueden surgir también de una estructura institucional frágil que obstaculiza la colaboración entre las propias empresas y otros actores del sistema nacional de innovación debido a obstáculos burocráticos, costos de transacción o desconfianza. Además, se pueden identificar deficiencias del sistema, como la restricción en el acceso o la baja calidad de los servicios educativos y de formación técnica y productiva para las PYME, limitado acceso de las empresas a la asistencia ofrecida por universidades, centros de investigación o laboratorios especializados en actividades de I+D, o poca disponibilidad de programas gubernamentales de apoyo al desarrollo productivo (Shapira et al, 2015; Shapira & Youtie, 2014).

2.3 Definición de términos básicos

- a) *Auto-selección*: Es un tipo de sesgo de endogeneidad de los modelos econométricos que ocurre cuando los individuos dentro de la muestra deciden asignarse de forma voluntaria a diferentes sub muestras o grupos de evaluación. A diferencia de otras formas de sesgo de selección, en el caso de la auto-selección la variable de respuesta es observable de igual manera para las diferentes sub muestras de estudio (Clougherty et al, 2015; Maddala, 1983).
- b) *Endogeneidad*: El sesgo de endogeneidad surge cuando una o más de las variables explicativas en un modelo econométrico están relacionadas o influenciadas por el término de error del modelo. Hay tres causas principales de endogeneidad (Wooldridge, 2010; Cameron y Trivedi, 2005):
- Variabilidad no observada: Cuando hay diferencias entre los individuos de una población en características que no son visibles para el investigador y que, por consecuencia, se omiten erróneamente del modelo.
 - Errores de medición: Si la medición de una variable observada incluye errores de medición de forma sistemática (no aleatorios).
 - Simultaneidad: Si la variable dependiente y alguna de las variables explicativas se influyen mutuamente de manera simultánea.
- c) *Evaluación de impacto*: Metodología que permite determinar la existencia y medir la magnitud de cambios en variables o indicadores de resultado que se consideran relevantes para los beneficiarios de un programa o una intervención de política pública. El rasgo distintivo de una evaluación de impacto es que su diseño metodológico garantiza que los resultados encontrados son atribuibles de manera causal y unívoca a las intervenciones o programas evaluados y que, por tanto, no se derivan de otros factores externos o a características propias de las unidades evaluadas (Gertler et al, 2017; Bernal & Peña, 2011; Khandker et al, 2009).
- d) *Extensionismo*: Los servicios ofrecidos por centros de extensionismo tecnológico como los CITE. Consisten en asistencias o asesorías especializadas que se entregan a la empresa con el objetivo de lograr la mejora de su gestión y desempeño por medio

de su modernización tecnológica y mejoras sostenidas de productividad en procesos y productos (Casaburi et al, 2016; Shapira et al, 2015; Shapira & Youtie, 2014).

- e) *Matching*: El *matching* o emparejamiento de tratados y controles es una técnica estadística utilizada en los estudios de evaluación de impacto de tipo *cuasi experimental*. El *matching* utiliza las características observadas de los individuos que han recibido el tratamiento para construir un grupo de comparación que es estadísticamente similar; para cada individuo tratado se identifica una o varias unidades sin tratamiento que poseen características observables que son lo más parecido posible (Gertler et al, 2017; Bernal & Peña, 2011; Khandker et al, 2009).
- f) *Variable instrumental*: Una variable instrumental o instrumento es aquella que se emplea como herramienta para corregir la relación de endogeneidad entre la variable explicativa y el término de error en un modelo econométrico (Wooldridge, 2010; Cameron y Trivedi, 2005). Una variable instrumental debe cumplir con la *condición de relevancia*, lo que significa que el instrumento debe tener una asociación estadísticamente significativa (positiva o negativa) con la variable explicativa endógena. Al mismo tiempo, la variable instrumental también debe satisfacer la *condición de exogeneidad*, lo que implica que el instrumento no debe tener ningún impacto directo en la variable dependiente una vez que se ha controlado el efecto parcial de las demás variables explicativas.
- g) *Variable no observable*: También conocida como variable latente, es una característica o atributo que no puede medirse ni observarse directamente debido a su naturaleza abstracta o interna. Aunque no se puede medir directamente, se presume que esta variable influye en las observaciones que sí pueden ser medidas.
- h) *Variable observable*: Son aquellas que toman diferentes valores y cuyas variaciones pueden ser capturadas y cuantificadas de manera objetiva empleando las bases de datos disponibles. Para nuestro estudio, se refieren de manera principal al conjunto de características de la empresa y/o de su entorno (económico y geográfico) que, se asume, poseen un efecto sobre la propensión de la empresa a buscar la atención de un CITE y/o sobre el crecimiento de su productividad durante el periodo.

- i) *Variable de Tratamiento*: Aquella variable que identifica la condición de una empresa que, durante el periodo de análisis, recibió la atención extensionista de parte de un CITE.
- j) *Variable de resultado*: Aquella que permite caracterizar el cambio en el desempeño o el comportamiento de la empresa a lo largo del periodo de interés.

2.4 Hipótesis de investigación

2.3.1 Hipótesis general

Durante el periodo 2015 a 2017, los servicios tecnológicos entregados por la Red CITE contribuyeron de forma positiva al crecimiento de la productividad laboral de las PYME atendidas.

2.3.2 Hipótesis específicas

- a) Durante el periodo 2015 a 2017 la decisión de las empresas de buscar y acceder a los servicios tecnológicos ofrecidos por la Red CITE ha estado influenciada por sus características particulares y del entorno de su operación (desempeño a inicios del periodo, estructura productiva, experiencia, orientación exportadora, preparación del personal, acceso a financiamiento, propiedad extranjera, soporte a la innovación, tamaño, sector de actividad y/o proximidad a un CITE).
- b) Durante el periodo 2015 a 2017 los factores no observables que influenciaron la decisión de las empresas de buscar la atención de los CITE estuvieron positivamente correlacionados con la mejora de la productividad laboral durante el periodo.
- c) Manteniendo constante el rendimiento de los factores de producción entre empresas atendidas y no atendidas por la Red CITE durante el periodo 2015 a 2017, los servicios tecnológicos entregados por la Red CITE contribuyeron de forma positiva al crecimiento de la productividad laboral de las PYME atendidas.

- d) Diferenciando el rendimiento de los factores de producción entre empresas atendidas y no atendidas por la Red CITE durante el periodo 2015 a 2017, los servicios tecnológicos entregados por la Red CITE contribuyeron de forma positiva al crecimiento de la productividad laboral de las PYME atendidas.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

En este capítulo se describen algunos aspectos generales del diseño y la metodología que empleará nuestro trabajo, tales como, el diseño y alcance de la investigación, la conceptualización y estrategia de medición de las variables relevantes para el estudio, las limitaciones metodológicas del trabajo, la descripción de la población objetivo y de la muestra de análisis y las fuentes de datos relevantes.

3.1 Diseño y alcance de la investigación

El presente trabajo corresponde a una investigación aplicada con un alcance exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo. Es exploratorio porque se pretende aproximar por primera vez una medida cuantitativa del aporte de los servicios tecnológicos que entregan los CITE sobre la mejora del desempeño productivo de las empresas en el ámbito local; es descriptivo porque presenta las propiedades y características de las variables de interés; es correlacional porque estima la asociación causal entre el acceso a los servicios tecnológicos ofrecidos por los CITE y el desempeño de mercado de las empresas; y, finalmente, es explicativo porque se desarrollan las relaciones que determinan la decisión de la empresa de buscar la atención de un CITE, así como el efecto de esta atención sobre el crecimiento de su productividad.

3.2 Variables

A continuación, se presenta la conceptualización y estrategia de medición de las variables relevantes del estudio.

3.2.1 Definición conceptual de las variables

- a) *Producción*: Actividad económica que tiene por objetivo transformar los factores de producción disponibles en bienes o servicios que serán utilizados para satisfacer una necesidad. Se aproxima mediante el valor monetario de las ventas anuales declaradas por la empresa.
- b) *Factores de producción*: Refiere a los insumos empleados para la elaboración o fabricación de bienes y/o servicios. Incluye la inversión en capital físico (activos fijos) y la contratación de personal de trabajo.

- c) *Productividad*: Capacidad de una empresa para generar el mayor nivel de producto con una dotación dada de factores de producción disponibles.
- d) *Características de la empresa*: Vector de variables que incluye las características de las empresas (unidad evaluada) que son observables para el investigador durante el periodo de estudio, es decir, de aquellas características cuya medición se encuentra disponible en la base de datos.
- e) *Tratamiento*: En el marco de una evaluación de impacto, el tratamiento es toda intervención de política que tiene por propósito lograr un cambio en las condiciones de la población objetivo. En el contexto de nuestro trabajo, el tratamiento está referido a la situación de la empresa como cliente que accede a la atención de un CITE.
- f) *Factores del entorno*: Vector de variables que recoge las condiciones del entorno en el que opera la empresa. Para el estudio, los factores del entorno identifican el sector de actividad económica al que pertenece la empresa de acuerdo con el código de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIU) en su Revisión 4. Adicionalmente, señalan también si la empresa se ubica en una provincia en la que, a su vez, operaba u opera un CITE al inicio del periodo de estudio.

3.2.2 Definición operacional de las variables

Tabla 1: Matriz de operacionalización de las variables

Variables	Sub variables o dimensiones	Indicadores	Escala de variables	Fuente de datos	Instrumento para el recojo de datos
Producción	Ventas anuales	Valor total de las ventas anuales	Continua	ENIIMSEC, 2018	Entrevista directa
Factores de producción	Capital físico	Inversión en activos fijos	Continua	ENIIMSEC, 2018	Entrevista directa
	Trabajo	Promedio de trabajadores contratados	Continua	ENIIMSEC, 2018	Entrevista directa
Productividad	Productividad Laboral	Valor de las ventas anuales por trabajador	Continua	ENIIMSEC, 2018	Entrevista directa
Características observables de la empresa	Orientación exportadora	Valor FOB exportado	Continua	ENIIMSEC, 2018	Entrevista directa
	Experiencia	Años de antigüedad de la empresa	Continua	ENIIMSEC, 2018	Entrevista directa
	Preparación del personal	Porcentaje de trabajadores con nivel educativo técnico o superior	Continua	ENIIMSEC, 2018	Entrevista directa
	Acceso a financiamiento	Empresa pertenece a grupo económico	Categórica	ENIIMSEC, 2018	Entrevista directa
	Propiedad extranjera	Porcentaje de participación del capital extranjero	Categórica	ENIIMSEC, 2018	Entrevista directa
	Soporte a la innovación	Accedió a programa público de apoyo a la innovación	Categórica	ENIIMSEC, 2018	Entrevista directa
	Tamaño de empresa	Microempresa (0 a 10 trabajadores)	Categórica	ENIIMSEC, 2018	Entrevista directa
	Pequeña empresa (11 a 50 trabajadores)				
	Mediana empresa (51 a 250 trabajadores)				
	Empresa grande (251 a más trabajadores)				

Variables	Sub variables o dimensiones	Indicadores	Escala de variables	Fuente de datos	Instrumento para el recojo de datos
Tratamiento	Cliente CITE	Empresa atendida por un CITE	Categórica	ENIIMSEC, 2018	Entrevista directa
Factores del entorno	Proximidad a un CITE	Existe un CITE en la provincia	Categórica	ENIIMSEC, 2018	Entrevista directa
	Sector de actividad	División CIU Revisión 4	Categórica	ENIIMSEC, 2018	Entrevista directa

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Limitaciones

La muestra original de la ENIIMSEC está compuesta por un total de 2,066 observaciones, siendo las empresas que declararon haber sido atendidas por los CITE tan solo 66. Este número tan reducido de clientes dentro de la muestra se explica por dos factores principales: el enfoque de la población objetivo de la ENIIMSEC y la capacidad de operación de la Red CITE durante el periodo de referencia de la encuesta.

Con respecto del primer punto, la población objetivo de la ENIIMSEC está conformada de forma exclusiva por pequeñas y medianas empresas (PYME) mientras que la cobertura efectiva de la atención CITE se extiende en mayor medida a otros segmentos del tejido empresarial como las microempresas y los emprendimientos en vías de formalización. Históricamente, los pequeños emprendimientos han mantenido un nivel de participación importante como parte del público objetivo de los CITE siendo el sector con mayor demanda de atención a pesar que no se encuentra representado en la información disponible.

En segundo lugar, hasta el año 2015 únicamente se encontraban en operación los cuatro CITE públicos de mayor antigüedad (CITE cuero y calzado Lima, CITE agroindustrial Ica, CITE madera Lima – incluida una unidad técnica en la región Ucayali que más tarde se convertiría en el nuevo CITE forestal Pucallpa – y el CITE pesquero Callao). Adicionalmente, la Red contaba también con el soporte de alrededor de diez CITE privados de diferente especialidad y con intervención localizada en regiones como Arequipa, La Libertad, Tacna y Piura. Al día de hoy, la composición de la Red CITE se ha extendido a nivel nacional mediante la creación de un mayor número de centros de naturaleza pública especializados en la atención de nuevas industrias, además del importante incremento en el número de clientes atendidos por año (más de 20 mil unidades productivas atendidas en el año 2022).

Tomando en cuenta estas severas limitaciones en la información disponible, nuestro trabajo tendrá por propósito principal evaluar de manera exploratoria el efecto de la asistencia brindada por la Red CITE sobre el desempeño de las firmas presentes dentro de la base de datos. De tal modo, el lector no deberá perder de vista que las conclusiones que se extraigan del presente trabajo son válidas únicamente para la muestra de estudio (validez interna) y que deberán ser profundizadas mediante trabajos posteriores que puedan hacer uso de bases de datos más amplias y detalladas.

3.4 Población y muestra

La fuente de datos utilizada es la *Encuesta Nacional de Innovación en la Industria Manufacturera y Empresas de Servicios Intensivos en Conocimiento* (ENIIMSEC, 2018) del periodo más reciente disponible (año 2018). El objetivo principal de esta encuesta es dar a conocer en forma detallada y confiable información relevante y estadísticamente representativa a nivel nacional sobre las actividades de innovación que desarrollan las empresas de diferentes industrias en el territorio nacional (PRODUCE, 2020). La cobertura geográfica de la encuesta incluye 22 regiones en las que se recopila información de empresas formales dedicadas a actividades económicas de manufactura y servicios intensivos en conocimiento (actividades de información y comunicación y actividades profesionales, científicas y técnicas).

La ENIIMSEC se ejecuta aproximadamente cada tres años con el soporte conjunto del Ministerio de la Producción (PRODUCE) y del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). El periodo de referencia de la ENIIMSEC 2018 incluye todas las actividades de innovación que ejecutaron las empresas entre el 2015 y el 2017. La muestra de campo consiste en un aproximado de 2 mil observaciones que representan a poco más de 16 mil empresas a nivel nacional. La unidad de análisis son las empresas formales con ventas anuales mayores a 150 UIT (Unidad Impositiva Tributaria), esto es, la población objetivo de la encuesta está compuesta exclusivamente por pequeñas, medianas (PyME) y grandes empresas.

Para su diseño, la ENIIMSEC ha seguido los lineamientos de la cuarta edición del *Manual de Oslo* (PRODUCE, 2020). El Manual de Oslo es una guía para la recolección, medición y uso de datos sobre innovación que es elaborada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) con el propósito de facilitar la comparabilidad internacional de las mediciones sobre innovación (OECD/Eurostat, 2018).

3.4.1 Población de estudio

Para el periodo de estudio se estima que el 54.9% de las empresas reportó haber realizado alguna actividad de innovación, esto es, un aproximado de 9 mil empresas habría dedicado algún esfuerzo (independientemente de los posibles resultados) para la realización de actividades con el propósito expreso de innovar. Entre las principales actividades de innovación realizadas se destacan esfuerzos para la gestión de la innovación - incluye todas las actividades sistemáticas para planificar, organizar, dirigir y controlar los recursos internos y externos para innovar - (51.6%), la adquisición o alquiler de bienes de capital (29.3%), el desarrollo o adquisición de software y base de datos (24.3%) y actividades de ingeniería, diseño y otras actividades creativas (18.7%).

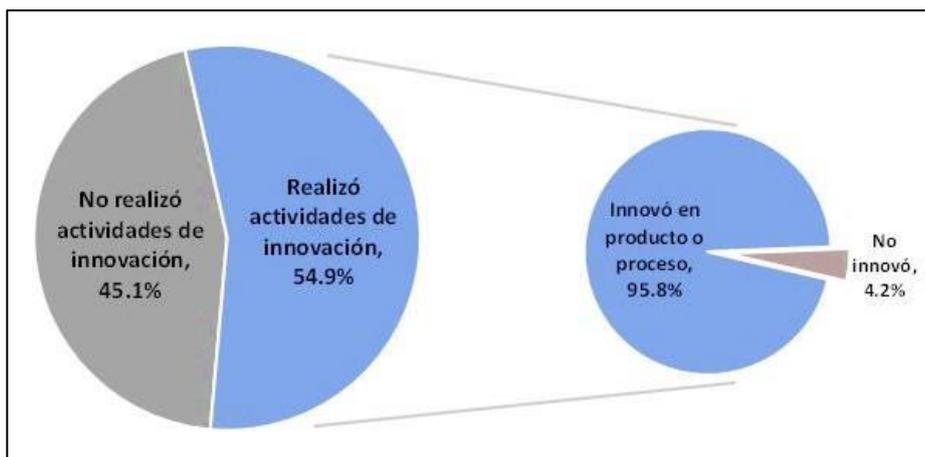
Figura 1: Actividades de innovación, por tipo (Participación porcentual)



Fuente: ENIIMSEC, 2018. Elaboración propia.

Del conjunto de empresas que decidieron realizar alguna actividad de innovación, la ENIIMSEC muestra que el 95.8% (poco más de 8.6 mil empresas) tuvieron éxito en lograr introducir una innovación al mercado. De este total de empresas innovadoras, el 58.9% logró introducir al mercado un producto o servicio nuevo o significativamente mejorado, mientras que el 92% fue capaz de incorporar un proceso de negocio nuevo o significativamente mejorado.

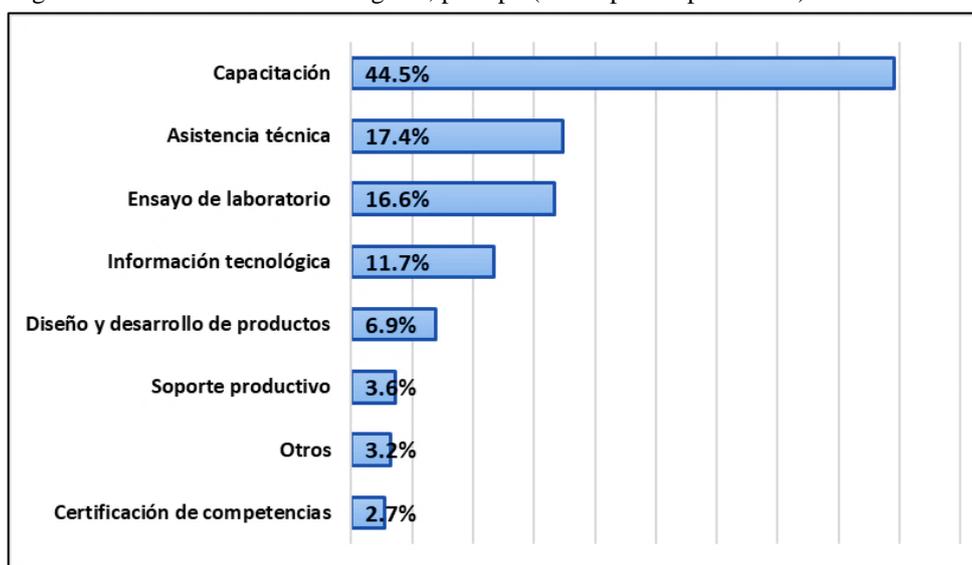
Figura 2: Proporción de empresas innovadoras (Participación porcentual)



Fuente: ENIIMSEC, 2018. Elaboración propia.

En lo que respecta al acceso a los servicios tecnológicos ofrecidos por los centros de extensionismo, se tiene que durante el periodo tan solo el 3.4% de las empresas estudiadas (aproximadamente 567) recibió alguna atención de parte de un CITE (público o privado), mientras que el 1.7% buscó los servicios de otros centros tecnológicos disponibles. Entre los servicios que fueron mayormente demandados están las capacitaciones (44.5%), las asistencias técnicas (17.4%) y los servicios de ensayo de laboratorio (16.6%).

Figura 3: Uso de servicios tecnológicos, por tipo (Participación porcentual)

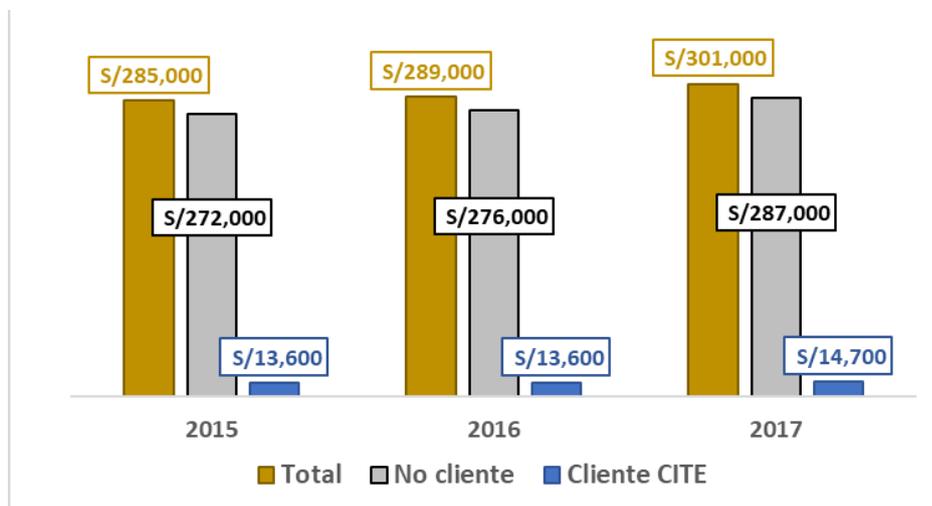


Fuente: ENIIMSEC, 2018. Elaboración propia.

Asimismo, la ENIIMSEC presenta los datos de la evolución de las ventas totales de la empresa entre 2015 y 2017. Durante este periodo, el valor total de las ventas anuales de las empresas creció un acumulado de 6% pasando de 285 a 301 mil millones de soles. De

este total, las ventas de las empresas que fueron atendidas por los CITE representaron en promedio solo el 5% por año.

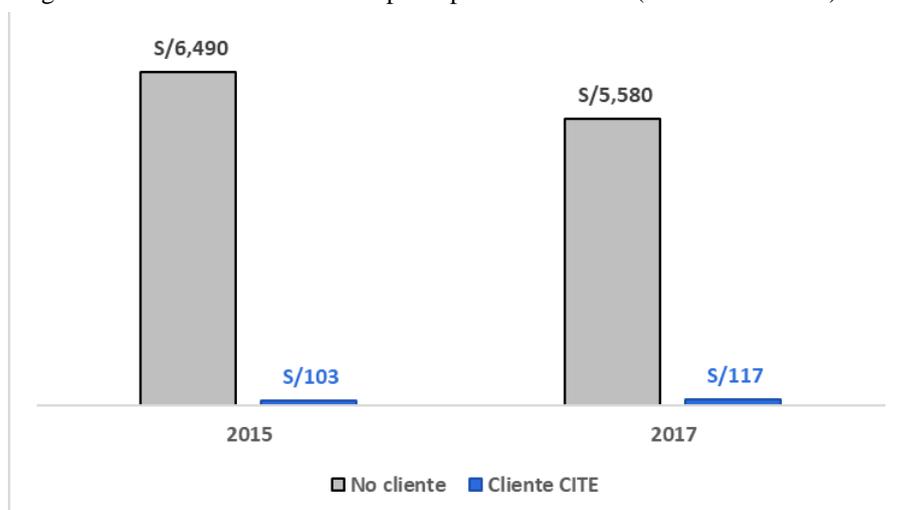
Figura 4: Valor total de ventas anuales 2015 – 2017 (Millones de soles)



Fuente: ENIIMSEC, 2018. Elaboración propia.

Si observamos a continuación una medida de la eficiencia productiva de las empresas, tenemos que el valor total de las ventas por trabajador del periodo se contrajo en 14% pasando de 6,600 a 5,690 millones de soles. Como es de esperar en función de la mayor concentración de empresas no clientes en la población, este grupo es responsable también por la mayor proporción de la caída de las ventas per cápita del periodo. Mientras tanto, las empresas que sí fueron atendidas por un CITE incrementaron el nivel de sus ventas por trabajador en 13.6%, pasando de 103 a 117 millones de soles entre 2015 y 2017.

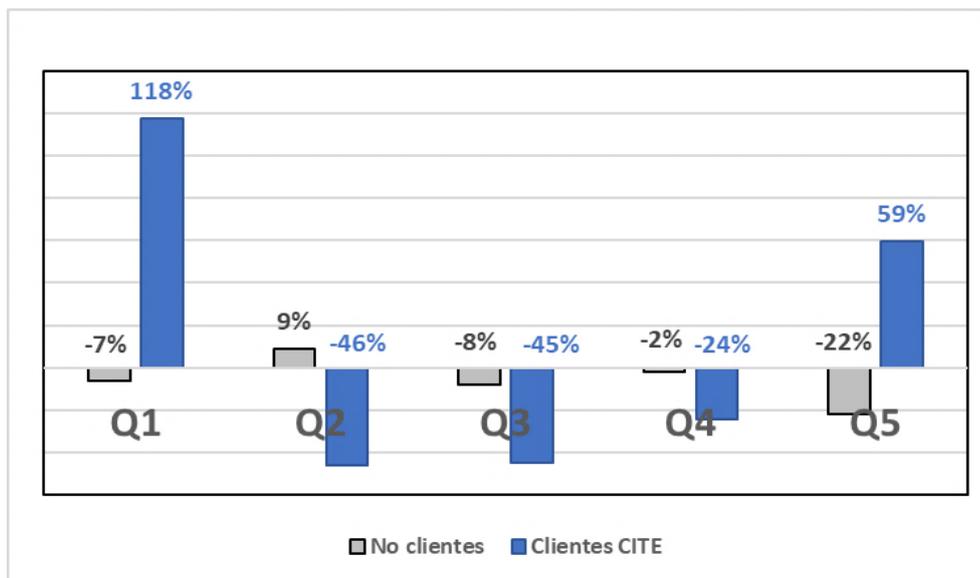
Figura 5: Valor total de las ventas per cápita 2015 – 2017 (Millones de soles)



Fuente: ENIIMSEC, 2018. Elaboración propia.

Con el propósito de presentar un mayor detalle acerca de esta dinámica, se calculó la variación porcentual en el valor de las ventas per cápita separadas por quintiles para las empresas clientes y no clientes de los CITE. El resultado se puede observar en el Gráfico 3.6 en el que se aprecia que los clientes CITE tuvieron un importante crecimiento entre 2015 y 2017, el mismo que se concentró principalmente en el primer quintil (de 8 a 18 millones de soles) y en el último quintil (de 42 a 67 millones de soles).

Figura 6: Variación de las ventas per cápita 2015/2017 (variación porcentual)



Fuente: ENIIMSEC, 2018. Elaboración propia.

En comparación, las empresas no clientes muestran una variación negativa en casi todos los quintiles con la excepción del segundo (de 469 a 511 millones de soles). La caída del total de las ventas por trabajador supera el orden de los 20 millones de soles en cada caso, llegando incluso a los 860 millones de soles en el quintil superior (de 3,950 a 3,090 millones de soles).

3.4.2 Muestra y estadísticas descriptivas

Como primer paso para delimitar la muestra de trabajo se descartaron aquellas empresas dedicadas a actividades económicas que no correspondían con las reportadas por los clientes atendidos por los CITE.³ Con ello, la muestra de análisis se redujo a 1,275 observaciones: 49 empresas atendidas por los CITE y 1,226 empresas no clientes.

³ Véase Bovenberg et al (2019) para revisar las ventajas de contar con una muestra estadísticamente similar entre tratados y controles, incluso en presencia de asignación endógena del tratamiento.

La Tabla 2 presenta un comparativo descriptivo de las principales características de la muestra acotada para los dos grupos de análisis.⁴

Tabla 2: Descriptivos de la muestra

Covariables	Media		Varianza	
	No clientes	Cientes	No clientes	Cientes
Log. ventas 2015	16.640	16.508	3.344	3.677
Log. inversión en capital fijo 2015	11.444	11.535	33.196	36.266
Log. Total de empleados 2015	4.180	4.352	2.603	2.954
Log. valor exportado 2015	6.485	9.503	62.546	57.353
Años de experiencia	22.542	22.469	247.372	192.171
% Personal calificado 2015	0.247	0.227	0.063	0.049
Pertenece a grupo económico 2015 = 1	0.192	0.245	0.156	0.189
Capital extranjero 2015 <0 ; 50%] = 1	0.027	0.082	0.026	0.077
Capital extranjero 2015 <50% a más> = 1	0.129	0.102	0.112	0.094
Accedió a programa de apoyo público = 1	0.029	0.224	0.029	0.178
Existe un CITE en la provincia 2015 = 1	0.893	0.959	0.096	0.040
Pequeña empresa (10 a 50 trabajadores) = 1	0.249	0.306	0.187	0.217
Mediana empresa (51 a 250 trabajadores) = 1	0.375	0.347	0.235	0.231
Empresa grande (251 trabajadores a más) = 1	0.206	0.204	0.163	0.166
Observaciones	1,226	49	1,226	49

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, en promedio, durante el año 2015 las empresas atendidas por los CITE poseían un menor nivel de ventas anuales, menor disponibilidad de personal calificado y una menor participación de capitales extranjeros en su financiamiento. Asimismo, comparativamente, los clientes CITE eran empresas más orientadas hacia la exportación, realizaron un mayor esfuerzo de inversión para la adquisición de activos fijos, contaban con un mayor número de personal contratado respecto de los no clientes y accedieron en mayor medida al apoyo de programas públicos de soporte a la innovación.

⁴ Para propósitos de análisis, también se excluyó de la base de datos a las empresas que declararon tener la organización jurídica de persona natural, las que no reportaron el número de trabajadores (valor *missing*) y las que durante el periodo recibieron servicios tecnológicos de parte de entidades diferentes de los CITE, un total de 121 casos.

Además de revisar las diferencias en las características observables entre clientes y no clientes es importante tomar en cuenta también el efecto de los factores no observables que afectan la decisión de la firma de buscar la atención de un CITE y que, a su vez, podrían estar correlacionados con la mejora de su desempeño productivo. Esto puede ocurrir por ejemplo cuando la empresa se distingue por características que no son medibles dentro de la base de datos como su experiencia previa en actividades de innovación o su espíritu emprendedor, atributos que pueden pesar de manera importante en sus decisiones de gestión, así como en sus resultados y competitividad en el mercado.

Como revisaremos en los siguientes capítulos, para cuantificar el impacto sobre la productividad que es causalmente atribuible a la atención CITE, es necesario controlar la potencial endogeneidad en la asignación del tratamiento de manera tal que se obtenga un grupo comparable de tratados y controles.

3.4.3 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

La ENIIMSEC posee un diseño de muestreo probabilístico, estratificado con una sola etapa de selección e independiente al nivel de división de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU) revisión 4. Para la ejecución del trabajo de recolección de datos se utilizó el método de entrevista directa al informante de la empresa. El cuestionario se incorporó en un aplicativo informático permitiendo el registro y consistencia de la información.

CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Este capítulo desarrolla la estrategia metodológica y presenta los resultados de la evaluación de impacto del modelo CITE. Para ello, comenzaremos realizando una breve descripción de la naturaleza y características de la estrategia de intervención del modelo CITE para pasar luego a explicar la estrategia de identificación del modelo de evaluación; finalmente, se presentan y discuten los resultados de las estimaciones.

4.1 El modelo CITE

Los Centros de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica (CITE) son entidades jurídicas de derecho público o privado que tienen por propósito contribuir con la mejora de la productividad y la competitividad de las empresas y de los sectores productivos mediante la entrega de servicios de extensionismo y transferencia tecnológica.⁵ Para cumplir con este objetivo, los CITE cuentan con personal, infraestructura y equipamiento especializados que les permiten generar y transferir conocimiento y tecnología, realizar actividades de I+D+i y prestar servicios de apoyo a la innovación y a las actividades productivas.

Desde el año 2012, todos los CITE se encuentran adscritos al Instituto Tecnológico de la Producción (ITP). La Red CITE constituye el brazo ejecutor del ITP y, por su intermedio, del sector Producción en el impulso de la innovación tecnológica, el fomento de la investigación aplicada, la especialización, la transferencia tecnológica y la difusión de conocimientos tecnológicos a las unidades productivas. Los primeros CITE que entraron en actividad fueron de naturaleza pública y comenzaron a operar entre los años 1998 y 2000 en las regiones de Lima e Ica. Posteriormente, como parte de la estrategia implementada por el Estado para impulsar y expandir la cobertura de la Red CITE a nivel nacional, se incrementó el número de CITE públicos y se crearon CITE de naturaleza privada. A la fecha, la Red de CITE tiene presencia en 16 regiones a nivel nacional, además de la Provincia Constitucional del Callao, y está conformada por 24 CITE públicos y 5 unidades técnicas (UT) adscritas a estos, además de 17 CITE privados en operación.⁶

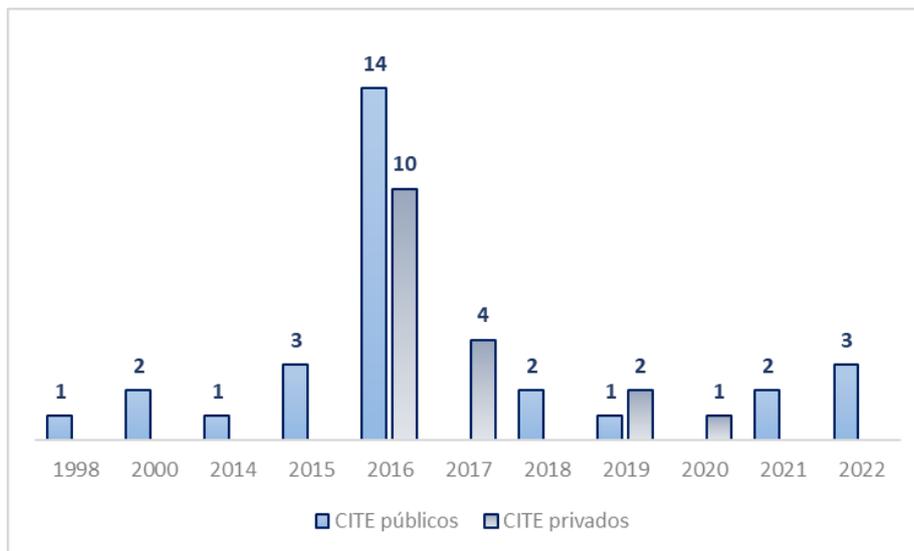
Cada CITE se especializa en la atención de las necesidades y brechas tecnológicas propias de una cadena productiva específica. En la actualidad, los CITE públicos atienden a cinco cadenas

⁵ Decreto Legislativo N° 1228.

⁶ En los anexos puede consultarse la relación de CITE públicos y privados en operación a la fecha y las cadenas productivas atendidas por cada uno de estos.

principales: agroindustria; cuero y calzado; textil de camélidos; pesca y acuicultura y forestal y madera. Los CITE privados por otro lado, se especializan en la atención de actividades de agroindustria, acuicultura, minería e hidrocarburos, energía, logística, metalmecánica y biomedicina.

Figura 7: Red CITE según año de inicio de operaciones (Número de CITE en operación)



Fuente: ITP. Elaboración propia.

Los CITE cuentan con una cartera de ocho (08) tipos de servicios tecnológicos que abarcan desde la difusión de información y la formación de competencias en las empresas hasta la optimización de procesos de negocio y el desarrollo de nuevos productos o servicios con potencial de mercado (ver Tabla 3). Como instrumento de la política de desarrollo productivo, los servicios que ofrece la Red CITE se encuentran alineados con el Producto 4 “Servicios e instrumentos para la transferencia de tecnología e innovación en la MIPYME” del Programa Presupuestal 0093 “Desarrollo Productivo de las Empresas”.

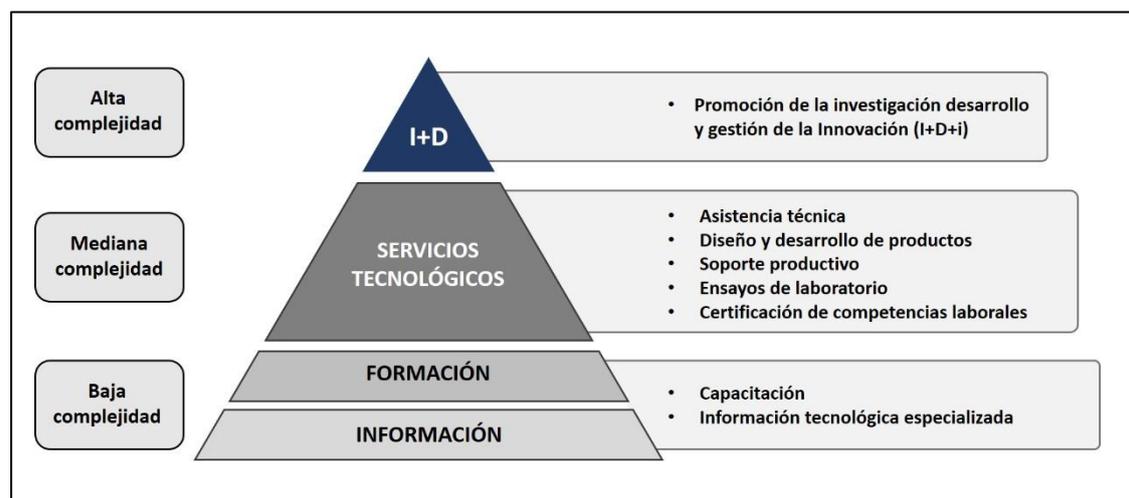
Tabla 3: Cartera de servicios tecnológicos de los CITE

TIPO DE SERVICIO	DEFINICIÓN
01. Asistencia técnica	Consiste en asesorías basadas en un diagnóstico preliminar de las condiciones en las que se encuentra la MIPYME o un proceso específico; se realiza con la finalidad de incrementar las capacidades de producción, productividad y aseguramiento de la calidad de la MIPYME de la cadena productiva que atiende cada CITE.
02. Diseño y desarrollo de producto	Comprende desde el diseño y/o modelaje de nuevos productos o los mismos técnicamente mejorados hasta el desarrollo de prototipos (productos mínimamente viables) que se reproducen en las instalaciones de cada CITE con el fin de contribuir con la mejora productiva de las MIPYME de los sectores priorizados.
03. Soporte productivo	Consiste en brindar servicios de transformación y procesamiento intermedio para las MIPYME que tengan cuellos de botella o problemas en su proceso productivo o que carezcan de maquinaria especializada, complementando su capacidad productiva.
04. Ensayo de laboratorio	Consiste en la realización de ensayos de laboratorio físico químicos, microbiológicos, organolépticos y otros, basados en normas técnicas o protocolos nacionales o internacionales validados para las muestras de insumos, productos intermedios o finales y que permitirá la estandarización y mejora de la calidad de los bienes que produzca y comercialice la MIPYME.
05. Capacitación	Es una actividad teórica y práctica que se brinda a través de diversas modalidades de formación. Consiste en una estrategia de enseñanza-aprendizaje que comprende una secuencia de sesiones articuladas (que pueden tener un menor o mayor componente práctico) y orientada al logro de los objetivos de aprendizaje previstos. Incluye también la realización de pasantías que son actividades teórico-prácticas que se desarrollan en las instalaciones de los CITE de acuerdo con las necesidades o intereses de las MIPYME y/o las características particulares del sector productivo que atiende el CITE.
06. Certificación de competencias laborales	Consiste en el reconocimiento oficial, a través del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, de las habilidades y competencias de los operarios y técnicos que se desempeñan en las MIPYME del sector productivo que atiende cada CITE. La atención se realiza mediante evaluaciones teóricas y prácticas de acuerdo con los perfiles de competencias laborales que cada CITE tenga acreditado para ofrecer. Este servicio le permite a la MIPYME conocer el potencial de sus trabajadores y en todos los casos concluye con un informe de empleabilidad.
07. Información tecnológica especializada	Este servicio se brinda a las MIPYME del sector productivo que atiende cada CITE con el fin de difundir información y conocimientos sobre nuevas tecnologías, avances o información tecnológica especializada. Este tipo de atención se realiza a través de charlas técnicas, seminarios, conferencias y talleres, atención de solicitudes particulares de información tecnológica y servicios de difusión de información sobre avances tecnológicos, situación de la cadena productiva y/o perspectivas del mercado.
08. Promoción de la investigación, desarrollo y gestión de la innovación (I+D+i)	Referido a la asesoría para la formulación y/o ejecución de proyectos de I+D+i en asociación con MIPYME, universidades, centros tecnológicos o instituciones relacionadas nacionales o internacionales, con el fin de desarrollar soluciones tecnológicas, mejora de procesos e investigaciones aplicadas que contribuyan con el mejoramiento de los procesos productivos y productos terminados de las MIPYME. En esta actividad también se consideran las publicaciones científicas desarrolladas por los CITE y la asesoría para el desarrollo de tesis de pregrado y postgrado relacionadas con la cadena productiva del CITE.

Fuente: Adaptado a partir del modelo operacional del Programa Presupuestal 093.

Los servicios de los CITE se diferencian según su naturaleza y objetivos, así como por los costos y/o intensidad de uso de los insumos requeridos para su producción. Una manera de representar estas diferencias consiste en clasificar los servicios tecnológicos de los CITE en una pirámide de complejidad tal como se muestra en la Figura 8.

Figura 8: Pirámide de servicios tecnológicos de los CITE



Fuente: Adaptado a partir de las resoluciones ejecutivas N° 129-2020-ITP/DE y N° 042-2021-ITP/DE

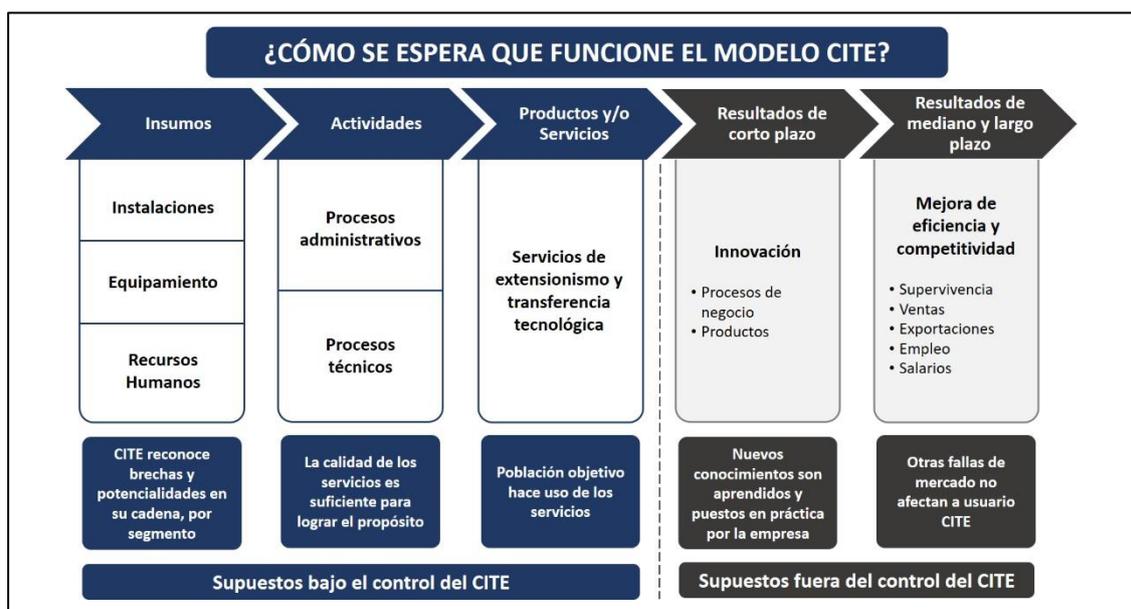
Como se observa, en la base de esta pirámide se ubican los servicios de difusión de información y formación de habilidades y competencias. Estos servicios están orientados a la promoción y difusión de la innovación, con el propósito de atraer la atención y la demanda de las unidades productivas. Una vez que la empresa ha pasado por estos primeros niveles, se espera que se establezca un vínculo de cooperación con el CITE lo que permitirá, a su vez, que la empresa fortalezca sus capacidades para absorber conocimientos más complejos que redunden en la mejora de eficiencia de sus procesos productivos. En este nivel más elevado se ubican los servicios tecnológicos enfocados en el diagnóstico personalizado de ineficiencias de los procesos productivos y nichos de oportunidad para el crecimiento de la empresa. Estos servicios requieren de un mayor nivel de especialización de parte del personal técnico del CITE, así como, en algunos casos, del apoyo de insumos de capital disponibles (planta demostrativa y/o laboratorio).

Como parte de su labor, los CITE atienden a distintos tipos de clientes que provienen de diferentes industrias. Como prioridad, el Programa Presupuestal 093 establece que la atención CITE está dirigida principalmente a MIPYME formales, con un mínimo de dos años de experiencia en el mercado y que reportan un valor de ventas anuales de por lo menos 13 UIT (Unidad Impositiva Tributaria). Esta delimitación está en línea con el público objetivo de

intervenciones similares a nivel internacional en las que la asesoría extensionista se dirige a empresas con alguna disposición y capacidad para incorporar tecnologías ya presentes en el mercado pero que son nuevas para la empresa (Casaburi et al, 2016; Shapira et al, 2015; Crespi et al, 2014). Adicionalmente, los CITE reciben también la demanda de atención de parte de otros segmentos del ecosistema empresarial como emprendedores y personas naturales, asociaciones y cooperativas y otros tipos de clientes que no constituyen unidades productivas *per se* (entidades del gobierno nacional y sub nacional, universidades y otras instituciones educativas, ONG, sindicatos, etc.).

La racionalidad del enfoque de atención CITE es, en esencia, similar al de otras experiencias de programas tecnológicos para empresas (Shapira et al 2015). En la Figura 9 se presenta un esquema que resume esta teoría de cambio subyacente. En principio, para su operación, cada CITE dispone de instalaciones, equipamiento y recursos humanos especializados que utiliza para ejecutar los procesos administrativos propios de su gestión y, además, los procesos técnicos involucrados en la entrega de los diferentes tipos de servicios tecnológicos que ofrece. De acuerdo con sus propias necesidades, las empresas pueden solicitar uno o más servicios tecnológicos de distinta complejidad y duración en diferentes momentos y periodos. De tal modo, según su naturaleza y objetivos, puede esperarse diferentes niveles de resultado sobre el desempeño de la empresa a partir de distintas combinaciones de servicios los que, a su vez, pueden requerir de procesos de atención individualizados y/o insumos específicos.

Figura 9: Teoría de cambio del modelo CITE



Fuente: Elaboración propia.

En el corto plazo, se espera que la atención CITE permita promover mejoras significativas en la eficiencia de la empresa mediante la adopción de innovaciones en sus procesos de negocio o productos (asesoramiento para la adquisición de equipos, mejora del diseño de planta, entrenamiento de personal, reducción de mermas, control de costos, diseño de nuevos productos, desarrollo de proyectos de I+D+i, etc.). Posteriormente, en el mediano y largo plazo, estas mejoras deberán contribuir con el fortalecimiento de la posición competitiva de la empresa en el mercado en variables clave como el nivel de ventas, valor exportado, empleo generado, acceso a mercados o sostenibilidad de su operación en el tiempo.

No obstante, el tránsito a través de esta lógica de intervención no está exento de riesgos. Dichos riesgos pueden agruparse en dos conjuntos de supuestos. El primero, referido a la gestión estratégica del modelo, supone que existe la visión y capacidad técnica y gerencial necesarias para reconocer los determinantes de la brecha tecnológica y productiva, así como la capacidad de identificar las necesidades diferenciadas de los distintos segmentos de empresas que forman parte de la industria. Sobre ello, el CITE deberá ser capaz de proponer y actualizar de manera continua una oferta de servicios tecnológicos acorde con las expectativas y requerimientos de la industria en sus diferentes eslabones. El segundo grupo de supuestos se refiere a los factores habilitantes del entorno que determinan la capacidad de la empresa para dedicar esfuerzos a la tarea de innovar y apropiarse de los resultados de dicha innovación (disponibilidad de infraestructura pública de soporte a la actividad económica, acceso a crédito productivo, disponibilidad de oferta laboral calificada, ausencia de barreras comerciales, etc.). En ese sentido, los factores dentro de este segundo grupo de supuestos constituyen un complemento indispensable para la asesoría CITE pues dan forma al contexto necesario para hacer efectiva la innovación.

4.2 Estrategia de identificación

Con el propósito de evaluar el efecto causal de los servicios tecnológicos ofrecidos por la Red CITE sobre las ganancias en productividad de las empresas, nuestro trabajo partirá utilizando una función de producción aumentada de tipo Cobb – Douglas, similar a la propuesta originalmente por Jarmin (1999), bajo la siguiente especificación:

$$Y_{it} = A e^{\delta_{CITE_{it}}} K_{it}^{\beta} L_{it}^{\eta} e^{s_{it}}$$

Donde Y_{it} es el nivel de producción de la empresa i en el año t ; L_{it} es el número de trabajadores; K_{it} es la inversión en activos fijos; ε_{it} es el término de error y $CITE_{it}$ es una variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa i accedió a los servicios de un CITE en el año t y cero en cualquier otro caso.

Al igual que en estudios previos, modelaremos la productividad de la empresa dividiendo la función de producción entre el número de trabajadores. A continuación, se toma el logaritmo natural y se diferencia el modelo para controlar el efecto de factores fijos en el tiempo. Con ello se obtiene la siguiente expresión del cambio porcentual en la productividad por trabajador durante el periodo:

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

En la ecuación anterior, los Δ representan el cambio de la variable entre 2015 y 2017 (i.e. $\Delta \log(Y/L)_i = \log(Y/L)_{i17} - \log(Y/L)_{i15}$) y el parámetro μ mide la desviación respecto del modelo de retornos constantes a escala. El parámetro δ por otro lado, mide la diferencia en el crecimiento porcentual de la productividad entre empresas clientes (tratados) y empresas que no recibieron la atención de un CITE durante el periodo (controles). Si todas las diferencias entre ambos grupos estuvieran controladas en el modelo, entonces δ sería un estimador insesgado del efecto de los servicios CITE sobre el crecimiento de la productividad. Sin embargo, existen potenciales fuentes de *endogeneidad* que deben ser tomadas en cuenta por la estrategia de identificación.

Anteriores trabajos han enfatizado los probables sesgos que afectan la medición del impacto de los servicios de extensión sobre el desempeño empresarial (Jarmin, 1999; Ordowich et al, 2012; Lipscomb et al, 2018). En primer lugar, la heterogeneidad en las características de las unidades productivas puede ser demasiado significativa para ser capturada mediante técnicas econométricas convencionales. En segundo lugar, el hecho de que la asignación al tratamiento (el acceso a los servicios CITE) no es aleatoria en la población: las empresas deciden por sí mismas buscar y solicitar la asesoría del CITE lo que constituye un ejemplo clásico de *sesgo de auto-selección* (Clougherty et al, 2015).

La endogeneidad por *auto-selección* difiere de las formas más conocidas de sesgo de selección en la medida en que no se trata de un problema de censura en la variable dependiente (no hay

pérdida de información en la variable de resultado para segmentos específicos de la muestra de estudio).⁷ Cuando existe *auto-selección* la variable de respuesta es observable tanto para los individuos que cumplen el criterio de selección como para aquellos que no; sin embargo, el proceso de asignación a las diferentes sub muestras es voluntario y por tanto, en esencia, es endógeno (Maddala, 1983).

En el contexto de una evaluación observacional, la *auto-selección* implica una asignación no aleatoria de las empresas a los grupos de tratamiento y de control lo que significa una violación del supuesto de *exogeneidad* o independencia del tratamiento (Gertler et al, 2017; Bernal & Peña, 2011; Khandker et al, 2009). En tal caso, las unidades que deciden recibir el tratamiento pueden diferir sustancialmente de aquellas que no lo recibieron en el grupo de control en términos de factores observables y no observables para el investigador. Cuando no se controlan, estas diferencias generan sesgo en las estimaciones del impacto causal, especialmente en el caso de los factores no observables que se incluyen como parte del término de error. Bajo estas condiciones es posible que el error en la ecuación de selección al tratamiento esté correlacionado con el término de error en la ecuación principal lo que convierte al tratamiento en una variable endógena para el modelo (Bendig y Hoke, 2022; Clougherty et al, 2015).

Tomando en cuenta el riesgo de endogeneidad en la estimación de nuestro modelo es necesario mejorar la precisión de la ecuación principal. Para ello, dado que en el modelo de auto-selección es posible observar $\Delta \log(Y/L)_i$ cuando $CITE_i = 1$ y también cuando $CITE_i = 0$, esta ecuación se puede estimar utilizando el total de la muestra de tratados y de controles. Además, se asume que el tratamiento $CITE_i$ proviene de una variable latente $CITE_i^*$ que es no observable, tal que:

$$CITE_i^* = W_i\gamma + \varpi_i$$

La decisión de acceder al tratamiento es formulada por la empresa i en función de un conjunto de variables observables W_i y de un vector de factores no observables ϖ_i de manera tal que se cumple la siguiente regla de asignación:

⁷ Cuando existe selección muestral (Heckman, 1976; 1979) las observaciones en la muestra de análisis no son representativas de la verdadera distribución de características en la población. Esto puede ocurrir como consecuencia de una decisión tomada por la propia unidad de análisis (omisión de respuesta), o bien, debido al diseño del proceso generador de datos. En cualquier caso, en presencia de selección muestral solo es posible observar la respuesta de interés para una sub muestra de la población por lo que se trata de un tipo de censura en la variable dependiente (Wooldridge, 2010).

$$CITE_i = \begin{cases} 1, & \text{si } CITE_i^* > 0 \\ 0, & \text{otro caso} \end{cases}$$

Adicionalmente, se tiene que ε_i y ϖ_i se distribuyen como una normal bivariada con media cero y matriz de covarianza:

$$\begin{bmatrix} \sigma_s^2 & \rho\sigma_s\sigma_\varpi \\ \rho\sigma_s\sigma_\varpi & \sigma_\varpi^2 \end{bmatrix}$$

Cuando $\rho \neq 0$ el término de error de la ecuación principal está correlacionado con el error de la ecuación de selección por lo que no es posible aplicar un modelo de estimación estándar. Por el contrario, es necesario utilizar un modelo con ajuste por sesgo de selección a fin de obtener estimadores consistentes y asintóticamente eficientes.

El modelo anterior restringe la especificación de la ecuación principal para que el efecto de las variables observables (β y μ) sea el mismo tanto para tratados como controles. Bajo este enfoque, el efecto del tratamiento (δ) consiste en un cambio en el intercepto de la ecuación de regresión. Siendo que el tratamiento $CITE_i$ se encuentra potencialmente correlacionado con el término de error, el modelo anterior se conoce como modelo de tratamiento endógeno (*Endogenous Treatment Effect Model*).

Alternativamente, la ecuación principal puede generalizarse también a un modelo de resultados potenciales (*potential-outcome model*) en el que la varianza y correlación de los errores son distintas para el grupo de tratados y para el de controles.

$$\Delta \log \left(\frac{Y}{L} \right)_{0i} = \alpha_0 + \beta_0 \Delta \log \left(\frac{K}{L} \right)_{0i} + (\mu_0 - 1) \Delta \log(L)_{0i} + \varepsilon_{0i}$$

$$\Delta \log \left(\frac{Y}{L} \right)_{1i} = \alpha_1 + \beta_1 \Delta \log \left(\frac{K}{L} \right)_{1i} + (\mu_1 - 1) \Delta \log(L)_{1i} + \varepsilon_{1i}$$

Además, se sigue cumpliendo que:

$$CITE_i = \begin{cases} 1, & \text{si } W_i \gamma + \varpi_i > 0 \\ 0, & \text{otro caso} \end{cases}$$

Bajo esta nueva aproximación, $\Delta \log(Y/L)_{1i}$ es el resultado que obtiene la empresa i cuando es asignada al grupo de tratamiento y $\Delta \log(Y/L)_{0i}$ es el resultado cuando, en su lugar, es asignada al grupo de control. Tal como ocurre en este tipo de modelización, no es posible observar ambos resultados de forma simultánea para la misma unidad. Asimismo, en esta versión no restringida del modelo el vector de errores es $(\varepsilon_{0i} \ \varepsilon_{1i} \ \varpi_i)^T$ y sigue una distribución trivariada con media cero y matriz de covarianza:

$$\begin{bmatrix} \sigma_{s0}^2 & \sigma_{s0}\sigma_{s1} & \sigma_{s0}\sigma_{\varpi}\rho_0 \\ \sigma_{s0}\sigma_{s1} & \sigma_{s1}^2 & \sigma_{s1}\sigma_{\varpi}\rho_1 \\ \sigma_{s0}\sigma_{\varpi}\rho_0 & \sigma_{s1}\sigma_{\varpi}\rho_1 & \sigma_{\varpi}^2 \end{bmatrix}$$

Esta especificación, también conocida como *Endogenous Switching Model*, se diferencia de la anterior en que el efecto del tratamiento ya no consiste solamente en un cambio en el intercepto de la ecuación, sino que también influye en alguno o en todos los coeficientes del modelo de regresión mediante un cambio en la pendiente de la ecuación (los β y μ).

En ambos casos (*Endogenous Treatment* y *Endogenous Switching*) nuestro procedimiento de estimación utilizará un *modelo de regresión extendida* (ERM por sus siglas en inglés) con capacidad de ajustar una regresión lineal con asignación endógena del tratamiento. Esta estrategia tiene la facilidad de modelar la correlación endógena entre los términos de error de la ecuación principal y de la ecuación de selección. Además, a manera de análisis, para ambos modelos revisaremos el caso restringido (misma varianza y correlación de errores entre tratados y controles) y el no restringido (varianza y correlación de los errores diferenciada en ambos grupos de tratamiento).

Las variables de la ecuación de selección incluyen las características observables de la firma en el primer año del periodo de referencia de la encuesta (año 2015). Estas covariables incluyen características que fueron diferenciadas del modelo principal como, por ejemplo: el tamaño de la empresa, el (log) valor FOB exportado, el porcentaje de trabajadores calificados, la antigüedad de la empresa, el porcentaje de participación de capitales extranjeros, si la empresa pertenece a un grupo económico y si la empresa accedió al apoyo de algún programa público de soporte a la innovación. Adicionalmente se controla también por el efecto de las características del entorno de la empresa a nivel del sector de actividad económica (código CIIU a dos dígitos).

Para garantizar la correcta identificación del modelo es necesario que la ecuación de selección incluya por lo menos una variable explicativa que se encuentre fuertemente correlacionada con la probabilidad de selección (acceso a los servicios CITE) y que, a la vez, no se encuentre correlacionada con el residuo de la ecuación principal (crecimiento de la productividad). Siguiendo trabajos previos se utilizó como instrumento una variable dicotómica que indica si la empresa se ubica en una provincia en la que existía un CITE en operación al inicio del periodo.⁸ Esto supone que el hecho de ubicarse en la cercanía de un CITE incrementa la probabilidad de que una empresa solicite la asistencia tecnológica sin que ello comprometa de manera directa su desempeño en el mercado.

4.3 Estimación y resultados

En esta sección presentaremos las estimaciones del efecto causal de los servicios CITE sobre el crecimiento de la productividad de las empresas. Para efectos de análisis, en primer lugar, revisaremos los resultados del modelo causal suponiendo que se mantiene el supuesto de *exogeneidad* condicionada del tratamiento, es decir, que condicional en las covariables, la probabilidad de que una empresa acceda a los servicios de un CITE es independiente de otros factores. Seguidamente, procederemos a relajar este supuesto incorporando la endogeneidad en la asignación del tratamiento que proviene del proceso de *auto-selección*. Para ello se plantean dos estrategias alternativas: *Endogenous Treatment Effect Model* y *Endogenous Switching Model*.

Tal como se ha precisado en secciones previas, debido a las importantes limitaciones de la información disponible los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra de trabajo. En consecuencia, nuestras conclusiones no pueden ser generalizadas para el total de la población de interés y tienen más bien un carácter exploratorio que deberá ser revisado con mayor profundidad mediante trabajos posteriores que puedan hacer uso de bases de datos de mayor amplitud y detalle.

4.3.1 Asignación exógena del tratamiento

Como punto de partida comenzaremos por suponer que las diferencias entre tratados y controles se deben exclusivamente a las características observables de las empresas, es

⁸ Las provincias identificadas fueron Arequipa (Arequipa), Coronel Portillo (Ucayali), Ica (Ica), Trujillo (La Libertad), la provincia constitucional del Callao (Lima) y Lima Metropolitana (Lima).

decir, asumiremos que se mantiene el supuesto de asignación exógena del tratamiento condicional en las covariables y que, con base en ello, es posible estimar de manera consistente el efecto causal de los servicios tecnológicos CITE. Bajo esta aproximación y con el propósito de comparar grupos de clientes y no clientes más similares entre sí, se construyó una muestra de soporte común al seleccionar dentro de la base de datos disponible al conjunto de empresas no clientes que compartían características observables estadísticamente más similares con las de las empresas atendidas por los CITE.⁹ Para ello se utilizó el método *Inverse probability weighted regression adjustment estimator* (IPWRA) manteniendo la especificación de la ecuación de selección descrita en la sección previa como modelo de probabilidad de que una empresa acceda a los servicios ofrecidos por la Red CITE.

Los estimadores IPWRA utilizan el recíproco (inversa) de la probabilidad de asignación al tratamiento como ponderador para ajustar las estimaciones del modelo causal, modificando la distribución de aquellas variables observables que podrían ser fuente de sesgo en la estimación para que sean estadísticamente similares entre tratados y controles.¹⁰ Condicional en la asignación exógena del tratamiento, los estimadores IPWRA poseen la propiedad de la *doble robustez* por la que es posible obtener estimadores de impacto consistentes sobre la especificación de dos modelos: la asignación al tratamiento y el impacto causal (Tan, 2010; Wooldridge, 2007), siendo necesario que al menos uno de ellos se encuentre correctamente especificado.

La Tabla 4 muestra los resultados de la estimación del *efecto promedio del tratamiento sobre los tratados* (ATET). Tomando la sugerencia de Jarmin (1999), a pesar de que la diferenciación de la ecuación principal elimina los efectos fijos no observables, se estimó también una versión del modelo incluyendo controles para el tamaño de la empresa y sector de actividad económica (código CIIU a dos dígitos) considerando la relevancia de su potencial efecto sobre el desempeño productivo.

⁹ El soporte común es la condición que asegura que las observaciones tratadas poseen una contraparte de comparación en el vecindario de la distribución de la propensión a participar del tratamiento.

¹⁰ Se aplicó el Test propuesto por Imai y Ratkovic (2014) como medida de robustez para verificar el balance de las covariables del modelo. El resultado muestra que no es posible rechazar la hipótesis nula de balance en las covariables al 99% de confianza (p-value: 0.554).

Tabla 4: Asignación exógena del tratamiento

	(1) IPWRA Coef./S.E.	(2) IPWRA Coef./S.E.
ATET	0.010 (0.053)	0.012 (0.051)
No clientes		
Log. Cambio K/L	0.018** (0.007)	0.019** (0.007)
Log. Cambio en L	-0.637*** (0.097)	-0.656*** (0.087)
Constante	0.045 (0.035)	0.104 (0.093)
Dummy: CIU 2 dígitos	No	Sí
Dummy: Tamaño empresa	No	Sí
Cientes CITE		
Log. Cambio K/L	0.021 (0.012)	0.014 (0.010)
Log. Cambio en L	-0.373** (0.133)	-0.498*** (0.146)
Constante	0.024 (0.045)	0.149 (0.120)
Dummy: CIU 2 dígitos	No	Sí
Dummy: Tamaño empresa	No	Sí
Observaciones	1275	1275
Errores robustos entre paréntesis *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1		

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran un efecto positivo pero pequeño y carente de significancia estadística asociado con los servicios CITE sobre el crecimiento de la productividad laboral (un promedio de 1% para los clientes CITE). El mismo no varía de forma apreciable en magnitud o significancia cuando se incluyen controles por tamaño o sector de actividad de la empresa. No obstante, según lo explicado en la sección anterior, esta estimación puede ser inconsistente si los residuos del modelo de asignación al tratamiento están correlacionados con los de la ecuación principal.

4.3.2 Asignación endógena del tratamiento

Seguidamente, relajaremos el supuesto de independencia condicional del tratamiento a fin de evaluar el potencial efecto de los factores no observables sobre la decisión de la firma de buscar la asesoría tecnológica CITE. Para ello, emplearemos una regresión lineal extendida (ERM) utilizando un estimador de máxima verosimilitud para calcular de manera simultánea las dos etapas del modelo: la asignación del tratamiento y su efecto sobre la variable de respuesta, controlando además por la posible correlación entre los residuos de ambas fases.

Sobre esta línea, resultará interesante comenzar por explorar los determinantes de la decisión de las empresas de buscar los servicios CITE. Para ello utilizaremos un modelo paramétrico de probabilidad (*probit*) y, a continuación, estimaremos el efecto del tratamiento sobre el crecimiento de la productividad de las firmas. Para la segunda etapa supondremos primero que las diferencias entre empresas clientes y no clientes corresponden únicamente a un cambio en el intercepto de la ecuación (*Endogenous Treatment Effect Model*); seguidamente, flexibilizaremos esta restricción con el propósito de evaluar si el tratamiento posee también un efecto diferenciado en las covariables del modelo principal (*Endogenous Switching Model*).

4.3.3 Modelo de selección

Para modelar el proceso de selección de las empresas utilizaremos un modelo *probit* con errores robustos para estimar la probabilidad del acceso a los servicios tecnológicos CITE. Los resultados de esta etapa nos permitirán caracterizar los principales determinantes de la decisión de la firma de buscar la asesoría tecnológica del CITE y, potencialmente, servirán como orientación para la mejora de las estrategias de focalización del público objetivo.

Para la especificación de este tipo de modelos de probabilidad condicional, Garrido et al (2014) y Caliendo y Kopeinig (2005) sugieren que la elección de las variables explicativas debe limitarse a aquellas que afectan simultáneamente la asignación al tratamiento (acceso al servicio CITE) y las variables de resultado seleccionadas (crecimiento de la productividad laboral). Del mismo modo, se precisa que únicamente deben ser consideradas aquellas covariables que son independientes de la asignación al tratamiento (o a la anticipación del mismo), por lo que deben priorizarse aquellas

características de las empresas que son fijas a lo largo del tiempo o que fueron medidas antes de la asignación. Siguiendo estas recomendaciones en nuestro caso se especifica la probabilidad de que una empresa sea cliente CITE como una función paramétrica de sus características observables en el primer año del periodo de análisis. Además, se controla por efectos fijos a nivel del tamaño de empresa (se define en función del número de trabajadores: 1 a 10; 11 a 50; 51 a 250 y 251 a más) y del sector de actividad (código CIU a dos dígitos).

Tabla 5: Modelo *Probit*

Variables	(1) Coeficiente Estimado	(2) Efecto Marginal Promedio
Log. ventas 2015	-0.161* (0.084)	-0.011* (0.006)
Log. inversión en capital 2015	-0.014 (0.018)	-0.001 (0.001)
Log. Total de empleados 2015	0.379** (0.153)	0.025** (0.010)
Log. valor exportado 2015	0.036*** (0.012)	0.002*** (0.001)
Años de experiencia	-0.005 (0.005)	-0.000 (0.000)
% Personal calificado 2015	0.253 (0.353)	0.017 (0.023)
Pertenece a grupo económico 2015 = 1	0.156 (0.183)	0.011 (0.014)
Capital extranjero 2015 <0; 50%] = 1	0.839*** (0.314)	0.095* (0.054)
Capital extranjero 2015 <50% a más> = 1	-0.035 (0.254)	-0.002 (0.015)
Accedió a programa de apoyo público = 1	1.151*** (0.232)	0.155*** (0.052)
Existe un CITE en la provincia 2015 = 1	0.864*** (0.318)	0.035*** (0.008)
Constante	-1.723 (1.099)	
Observaciones	1,275	1,275
Estimaciones controlan además por el efecto del tamaño de empresa y efectos fijos a nivel de industria (CIU a dos dígitos). Errores robustos entre paréntesis *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1		

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 5 muestra los resultados de la estimación además del cálculo de los efectos marginales promedio a fin de facilitar su interpretación.¹¹ Según se observa, en promedio, un mayor número de trabajadores en la firma se asocia con una mayor probabilidad de que esta se convierta en cliente CITE (2.5 pp.). Similarmente, se observa un efecto positivo en la probabilidad de selección para aquellas empresas con orientación exportadora (0.2 pp.), las que cuentan con participación de capitales extranjeros en su estructura de financiación (9.5 pp.) o aquellas que accedieron a algún programa público de apoyo a la innovación (15.5 pp.).

Es interesante advertir que el nivel de ventas y la inversión en activos fijos al inicio del periodo se asocian de forma negativa con la probabilidad de que la empresa tome contacto con un CITE. Si bien la magnitud del efecto es pequeña y estadísticamente poco o nada significativa, este resultado parece indicar que las firmas con mejor desempeño o con mayor capacidad de inversión tienen una menor necesidad de la orientación de los CITE.

Finalmente, se aprecia también que el hecho de contar con un CITE en la provincia en la que opera la empresa es un predictor positivo y significativo de la probabilidad de interés (3.5 pp.). Tomando de referencia a Jarmin (1999), la existencia de un CITE en la provincia nos sirve como instrumento para identificar el modelo de selección: la cercanía con un CITE permite que las firmas tomen conocimiento de la disponibilidad de los servicios de extensionismo promoviendo así un mayor acceso y atención, sin que esta ubicación impacte de manera directa en el crecimiento de su productividad.

4.3.4 Endogenous Treatment Effect Model

La Tabla 6 presenta los resultados de la estimación del modelo causal suponiendo que el efecto del tratamiento CITE se refleja en un cambio en el intercepto de la ecuación de regresión.¹² Para efectos de análisis, hemos incluido especificaciones alternativas de los errores del modelo: en las columnas 1 y 2 se presentan los resultados para el modelo restringido en el que se asume que la varianza de los residuos de la ecuación principal es

¹¹ El efecto marginal mide el cambio promedio esperado en la probabilidad de respuesta a partir de variaciones marginales en las covariables del modelo. Estas variaciones en la probabilidad de respuesta se miden en términos de puntos porcentuales (pp.).

¹² La Tabla 6 muestra también las estimaciones correspondientes a la primera etapa de selección. Tal como se aprecia, los coeficientes estimados difieren ligeramente de los presentados en la sección previa. Ello se debe a que estos corresponden a la estimación conjunta de las dos etapas de la regresión. No obstante, la significancia y dirección de los coeficientes se mantiene en todos los casos.

la misma para ambos grupos de tratamiento; mientras tanto, en las columnas 3 y 4 se especifica una versión no restringida considerando posibles diferencias en la varianza de los residuos entre tratados y controles además de la correlación entre ambos términos.¹³

Adicionalmente, para los dos casos se muestra las versiones del modelo incluyendo controles por el tamaño de la empresa y su sector de actividad (columnas 2 y 4). Si bien la diferenciación del modelo principal debería haber eliminado todos los efectos de las características fijas en el tiempo, tal como lo señala Jarmin (1999), la adición de estos controles nos permitirá detallar el análisis posterior de los resultados.

Según se observa de las estimaciones mostradas, la correlación de los residuos de las dos etapas es negativa y significativa al 99% de confianza en el modelo restringido. Esto parece indicar que los factores no observables que motivan la decisión de las firmas de buscar la atención CITE se relacionan negativamente con el crecimiento de la productividad. Este resultado es en apariencia contra intuitivo ya que en principio cabría esperar que la mayor disponibilidad para ser atendido por un CITE induzca también un mejor desempeño productivo de la empresa. No obstante, cuando suponemos que la correlación de los residuos es diferenciada para tratados y controles (modelo no restringido), se tiene que la correlación solo es negativa y significativa en el caso de los no clientes. Esto es, los factores no observables que desincentivan a las empresas de acceder a un CITE tienden a suceder en conjunto con los factores no observables que han reducido su productividad laboral en el periodo.¹⁴

¹³ En términos estrictos, la especificación más básica del modelo de tratamiento endógeno es aquella que considera la misma varianza para los errores del modelo entre ambos grupos de tratamiento (columna 1).

¹⁴ Es interesante notar también que la correlación carece de significancia estadística en el caso de los clientes atendidos por los CITE. Esto podría ser consecuencia de las limitaciones de la muestra en la base de datos disponible (solo 49 observaciones en el grupo de tratamiento).

Tabla 6: Endogenous Treatment Effect Model

	(1) Constrained Coef./S.E.	(2) Constrained Coef./S.E.	(3) Unconstrained Coef./S.E.	(4) Unconstrained Coef./S.E.
Etapa 2: Cambio % en productividad				
Log. Cambio K/L	0.018*** (0.004)	0.020*** (0.004)	0.018*** (0.004)	0.020*** (0.004)
Log. Cambio en L	-0.614*** (0.037)	-0.617*** (0.037)	-0.608*** (0.037)	-0.610*** (0.037)
Cliente CITE	0.464*** (0.107)	0.459*** (0.108)	0.181 (0.158)	0.182 (0.173)
Constante	-0.030** (0.014)	-0.022 (0.047)	-0.030** (0.015)	-0.013 (0.046)
Dummy: CIU 2 dígitos	No	Sí	No	Sí
Dummy: Tamaño empresa	No	Sí	No	Sí
Etapa 1: Prob[CITE = 1]				
Log. ventas 2015	-0.314*** (0.095)	-0.314*** (0.096)	-0.304*** (0.102)	-0.304*** (0.102)
Log. inversión en capital 2015	0.003 (0.018)	0.004 (0.018)	0.002 (0.019)	0.003 (0.019)
Log. Total de empleados 2015	0.446*** (0.150)	0.445*** (0.150)	0.456*** (0.159)	0.456*** (0.160)
Log. valor exportado 2015	0.043*** (0.013)	0.043*** (0.013)	0.042*** (0.013)	0.042*** (0.013)
Años de experiencia	-0.004 (0.005)	-0.005 (0.005)	-0.005 (0.005)	-0.005 (0.005)
% Personal calificado 2015	0.596 (0.428)	0.592 (0.430)	0.590 (0.445)	0.584 (0.444)
Pertenece a grupo económico 2015=1	0.200 (0.190)	0.201 (0.190)	0.200 (0.194)	0.202 (0.194)
Capital extranjero 2015 <0; 50%] = 1	0.595* (0.311)	0.600* (0.312)	0.623* (0.322)	0.626* (0.322)
Capital extranjero 2015 <50% a más> = 1	0.008 (0.260)	0.008 (0.260)	-0.009 (0.268)	-0.009 (0.269)
Accedió a programa de apoyo público=1	1.019***	1.022***	1.067***	1.070***

	(1) Constrained Coef./S.E.	(2) Constrained Coef./S.E.	(3) Unconstrained Coef./S.E.	(4) Unconstrained Coef./S.E.
Existe un CITE en provincia 2015=1	(0.239) 1.091***	(0.240) 1.093***	(0.241) 1.053**	(0.242) 1.050**
Constante	(0.407) 0.093 (1.246)	(0.409) 0.070 (1.252)	(0.412) -0.066 (1.308)	(0.417) -0.090 (1.303)
Dummy: CIU 2 dígitos	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummy: Tamaño empresa	Sí	Sí	Sí	Sí
Varianza (Constrained)	0.238*** (0.010)	0.230*** (0.010)		
Correlación (Constrained)	-0.454*** (0.092)	-0.446*** (0.094)		
Varianzas (Unconstrained)				
No cliente CITE			0.243*** (0.010)	0.235*** (0.010)
Cliente CITE			0.082*** (0.018)	0.080*** (0.018)
Correlación (Unconstrained)				
No cliente CITE			-0.418*** (0.113)	-0.414*** (0.113)
Cliente CITE			-0.203 (0.300)	-0.190 (0.330)
Observaciones	1275	1275	1275	1275
Grados de libertad	3	22	3	22
Log likelihood	-1036.142	-1014.080	-1027.243	-1005.923
Wald chi2	314.289	368.394	293.564	346.826
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1				

Fuente: Elaboración Propia

El efecto de los servicios CITE en la segunda etapa se obtiene a partir de la probabilidad de selección estimada en la primera etapa del modelo. Este resultado representa el *efecto promedio del tratamiento* (ATE) y, como se observa, es positivo y estadísticamente significativo en el modelo restringido, pero no tiene mayor poder explicativo en la versión no restringida. Por otro lado, los coeficientes estimados para los factores de producción de la ecuación principal muestran los signos esperados y son todos altamente significativos en términos estadísticos y económicos.

Tabla 7: Endogenous Treatment Model - Efecto promedio del tratamiento para los tratados (ATET)

	(1) Constrained Coef./S.E.	(2) Constrained Coef./S.E.	(3) Unconstrained Coef./S.E.	(4) Unconstrained Coef./S.E.
ATET	0.464*** (0.107)	0.459*** (0.108)	0.434*** (0.159)	0.433** (0.174)
ATE	0.464*** (0.107)	0.459*** (0.108)	0.181 (0.158)	0.182 (0.173)
Dummy: CIU 2 dígitos	No	Sí	No	Sí
Dummy: Tamaño empresa	No	Sí	No	Sí
Cientes CITE	49	49	49	49
Observaciones	1275	1275	1275	1275
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1				

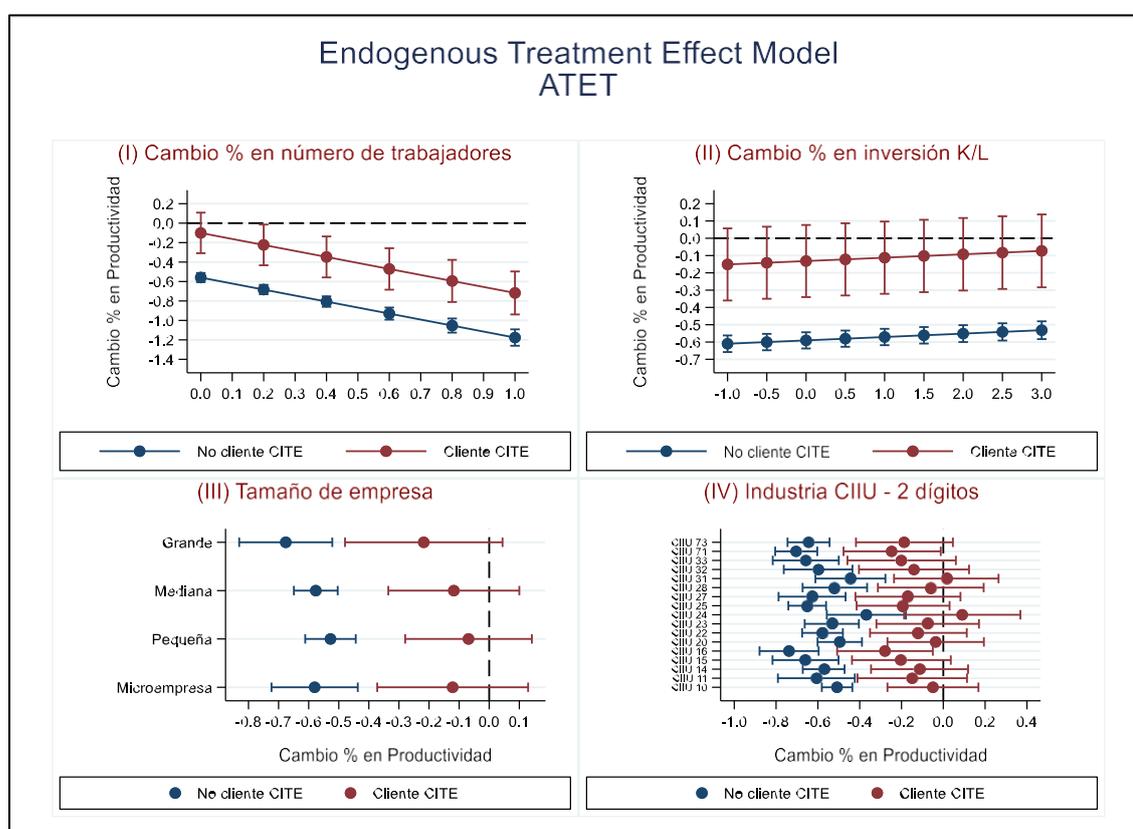
Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se procedió a estimar el efecto promedio de los servicios CITE para el grupo de tratados (ATET).¹⁵ Los resultados se muestran en la Tabla 7, en la que se observa que el impacto de los servicios CITE es un crecimiento de la productividad de las firmas clientes de entre 43% y 46% durante el periodo 2015 a 2017. Es decir, en promedio, el crecimiento de la productividad laboral para los clientes CITE fue más de 40% en comparación a si no hubieran recibido la atención. Este resultado es sustancialmente distinto del obtenido bajo el supuesto de *exogeneidad* condicional del tratamiento lo que demuestra la importancia de la *endogeneidad* en el modelo.

¹⁵ Dado que el modelo restringido se trata además de un modelo lineal y en el que no se incluyen interacciones del tratamiento con otras covariables, el ATE estimado es al mismo tiempo el ATET. Lo mismo no ocurre en el modelo no restringido.

Con el propósito de ilustrar con mayor precisión nuestros resultados, La Figura 10 muestra el estimado del ATET para diferentes niveles de las covariables del modelo principal.¹⁶ En principio, es importante notar que una parte significativa de la muestra presenta una evolución negativa en la variable de interés, es decir, la productividad laboral decreció durante el periodo para una porción importante de la muestra. Este resultado se encuentra en sintonía con la descripción empírica reseñada en secciones previas. Sin embargo, como se observa también, el cambio porcentual en la productividad de los clientes CITE –aunque negativo– todavía fue mejor en comparación con el resultado que se habría obtenido en caso de no haber recibido la atención.

Figura 10: Endogenous Treatment Effect Model (ATET)



Fuente: Elaboración propia.

Es interesante notar también que el efecto de los servicios CITE es más relevante para el caso de las empresas que durante el periodo redujeron la contratación de trabajadores o

¹⁶ Para estimar el ATET se debe calcular el efecto marginal promedio del tratamiento tomando como referencia aquellas empresas que decidieron solicitar la atención de un CITE, es decir, condicional en los factores no observables que incrementan la probabilidad de ser un cliente CITE.

que realizaron un mayor esfuerzo de inversión en la adquisición de activos fijos.¹⁷ Asimismo, aunque en todos los casos la productividad del grupo de tratados creció en mayor medida que la del grupo de comparación, no se aprecia que este efecto positivo haya sido significativamente distinto cuando se controla por el tamaño de la empresa o el sector de actividad.

4.3.5 Endogenous Switching Model

Siguiendo adelante, en esta sección flexibilizaremos todavía más la especificación del modelo causal suponiendo que el efecto de los servicios tecnológicos CITE no consiste únicamente en un cambio en el intercepto de la ecuación de regresión, sino que además los coeficientes estimados difieren en correspondencia con el tratamiento. Esto implica que el rendimiento de los factores de producción podría ser diferenciado para clientes y no clientes atendidos durante el periodo.

Al igual que en el anterior acápite, para efectos del análisis los resultados se presentan considerando una versión del modelo restringido (columnas 1 y 2) y otra no restringida (columnas 3 y 4). Del mismo modo, para ambas especificaciones se presentan los coeficientes estimados incluyendo una versión del modelo básico (columnas 1 y 3) y otra que incluye además controles por el tamaño de la empresa y su sector de actividad económica (columnas 2 y 4).¹⁸

Cuando se trata del *Endogenous Switching Model* los coeficientes estimados de las covariables de la ecuación principal cambian según el grupo de tratamiento; esto nos permite identificar la presencia de efectos heterogéneos de las variables explicativas sobre el resultado de la estimación. Sin embargo, es importante advertir que la sola interacción de los regresores y de la variable de tratamiento no es suficiente para resolver el problema implícito de endogeneidad. En cambio, el efecto de la *auto-selección* se hace evidente en la significancia del coeficiente de correlación de los residuos de la ecuación de selección y de la segunda etapa de estimación (Clougherty et al, 2015).

¹⁷ Nótese que el ATET es constante para diferentes niveles de las covariables debido a que el modelo considera el efecto del tratamiento como un cambio en el intercepto de la ecuación.

¹⁸ Al igual que en el caso del modelo *Endogenous Treatment*, las diferentes especificaciones presentadas tienen por propósito ilustrar y enriquecer la discusión respecto de las principales características de las empresas que podrían incidir sobre la eficacia del tratamiento CITE, no obstante, tomando en cuenta la base teórica de nuestro modelo original podemos considerar que la versión no restringida y que no incluye controles fijos adicionales (columna 3) es la que mejor representa el modelo de *Endogenous Switching*.

La Tabla 8 muestra que el coeficiente de correlación de los residuos de ambas etapas del modelo es negativo y bastante significativo en el caso del modelo restringido y, similarmente, para la especificación no restringida la correlación es también negativa y significativa para el grupo de controles. Este resultado, además de similar al presentado en el caso del *Endogenous Treatment Effect Model*, es un indicio de la presencia de endogeneidad relacionada con los factores no observables que desmotivan a las empresas de buscar la asesoría tecnológica de los CITE y su efecto sobre su desempeño productivo en el mercado.

Tabla 8: Endogenous Switching Model

	(1) Constrained Coef./S.E.	(2) Constrained Coef./S.E.	(3) Unconstrained Coef./S.E.	(4) Unconstrained Coef./S.E.
Etapa 2: Cambio % en productividad				
No cliente CITE # Log. Cambio K/L	0.017*** (0.004)	0.019*** (0.004)	0.017*** (0.004)	0.019*** (0.004)
Cliente CITE # Log. Cambio K/L	0.023 (0.017)	0.009 (0.025)	0.021** (0.010)	0.014 (0.012)
No cliente CITE # Log. Cambio en L	-0.619*** (0.037)	-0.622*** (0.037)	-0.619*** (0.038)	-0.624*** (0.038)
Cliente CITE # Log. Cambio en L	-0.335 (0.271)	-0.457 (0.295)	-0.363** (0.168)	-0.498*** (0.134)
No cliente CITE	-0.031** (0.014)	-0.029 (0.048)	-0.029** (0.015)	-0.026 (0.048)
Cliente CITE	0.408*** (0.106)	0.637** (0.303)	0.140 (0.152)	0.151 (0.221)
Dummy: CIU 2 dígitos	No	Sí	No	Sí
Dummy: Tamaño empresa	No	Sí	No	Sí
Etapa 1: Prob[CITE = 1]				
Log. ventas 2015	-0.323*** (0.096)	-0.337*** (0.096)	-0.307*** (0.102)	-0.295*** (0.103)
Log. inversión en capital 2015	0.004 (0.018)	0.008 (0.018)	0.002 (0.019)	0.003 (0.019)
Log. Total de empleados 2015	0.452*** (0.150)	0.449*** (0.149)	0.455*** (0.158)	0.466*** (0.165)
Log. valor exportado 2015	0.043*** (0.013)	0.045*** (0.013)	0.043*** (0.013)	0.040*** (0.014)
Años de experiencia	-0.004 (0.005)	-0.004 (0.005)	-0.005 (0.005)	-0.004 (0.005)

	(1) Constrained Coef./S.E.	(2) Constrained Coef./S.E.	(3) Unconstrained Coef./S.E.	(4) Unconstrained Coef./S.E.
% Personal calificado 2015	0.606 (0.429)	0.640 (0.436)	0.588 (0.445)	0.563 (0.452)
Pertenece a grupo económico 2015=1	0.195 (0.190)	0.195 (0.192)	0.198 (0.194)	0.198 (0.196)
Capital extranjero 2015 <0; 50%] = 1	0.590* (0.310)	0.563* (0.309)	0.625* (0.321)	0.630* (0.326)
Capital extranjero 2015 <50% a más> = 1	0.005 (0.260)	-0.043 (0.265)	-0.007 (0.268)	-0.029 (0.269)
Accedió a programa de apoyo público=1	1.012*** (0.239)	0.990*** (0.240)	1.064*** (0.241)	1.081*** (0.243)
Existe un CITE en provincia 2015=1	1.092*** (0.405)	1.082*** (0.400)	1.059** (0.411)	0.981** (0.405)
Constante	0.206 (1.252)	0.316 (1.248)	-0.020 (1.304)	-0.184 (1.312)
Dummy: CIU 2 dígitos	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummy: Tamaño empresa	Sí	Sí	Sí	Sí
Varianza (Constrained)	0.238*** (0.010)	0.230*** (0.010)		
Correlación (Constrained)	-0.464*** (0.091)	-0.515*** (0.089)		
Varianzas (Unconstrained)				
No cliente CITE			0.243*** (0.010)	0.234*** (0.010)
Cliente CITE			0.080*** (0.018)	0.038*** (0.008)
Correlación (Unconstrained)				
No cliente CITE			-0.418*** (0.112)	-0.404*** (0.116)
Cliente CITE			-0.242 (0.290)	-0.006 (0.492)
Observaciones	1275	1275	1275	1275
Grados de libertad	6	44	6	44
Log likelihood	-1035.572	-1007.279	-1026.116	-986.441
Wald chi2	320.313	392.913	307.322	424.695
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1				

Fuente: Elaboración propia.

A diferencia de los resultados mostrados en la sección previa, en el *Endogenous Switching Model* el coeficiente estimado para la variable de tratamiento no puede interpretarse de manera directa (no representa el efecto promedio del tratamiento o ATE). Por ello, se procedió a calcular el valor del ATET de manera posterior obteniéndose un crecimiento estimado de entre 42% y 51% de la productividad laboral de las empresas atendidas por la Red CITE. En todos los casos este efecto es significativo al 99% de confianza y además es cercano al impacto estimado en el *Endogenous Treatment Effect Model* lo que podría significar que no existe un efecto significativo asociado con diferencias en el rendimiento de los factores de producción entre tratados y controles.

Tabla 9: Endogenous Switching Model - Efecto promedio del tratamiento para los tratados (ATET)

	(1) Constrained Coef./S.E.	(2) Constrained Coef./S.E.	(3) Unconstrained Coef./S.E.	(4) Unconstrained Coef./S.E.
ATET	0.473*** (0.106)	0.515*** (0.104)	0.436*** (0.153)	0.423*** (0.167)
ATE	0.452*** (0.107)	0.614*** (0.148)	0.181 (0.152)	0.095 (0.206)
Dummy: CIU 2 dígitos	No	Sí	No	Sí
Dummy: Tamaño empresa	No	Sí	No	Sí
Clientes CITE	49	49	49	49
Observaciones	1275	1275	1275	1275
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1				

Fuente: Elaboración propia.

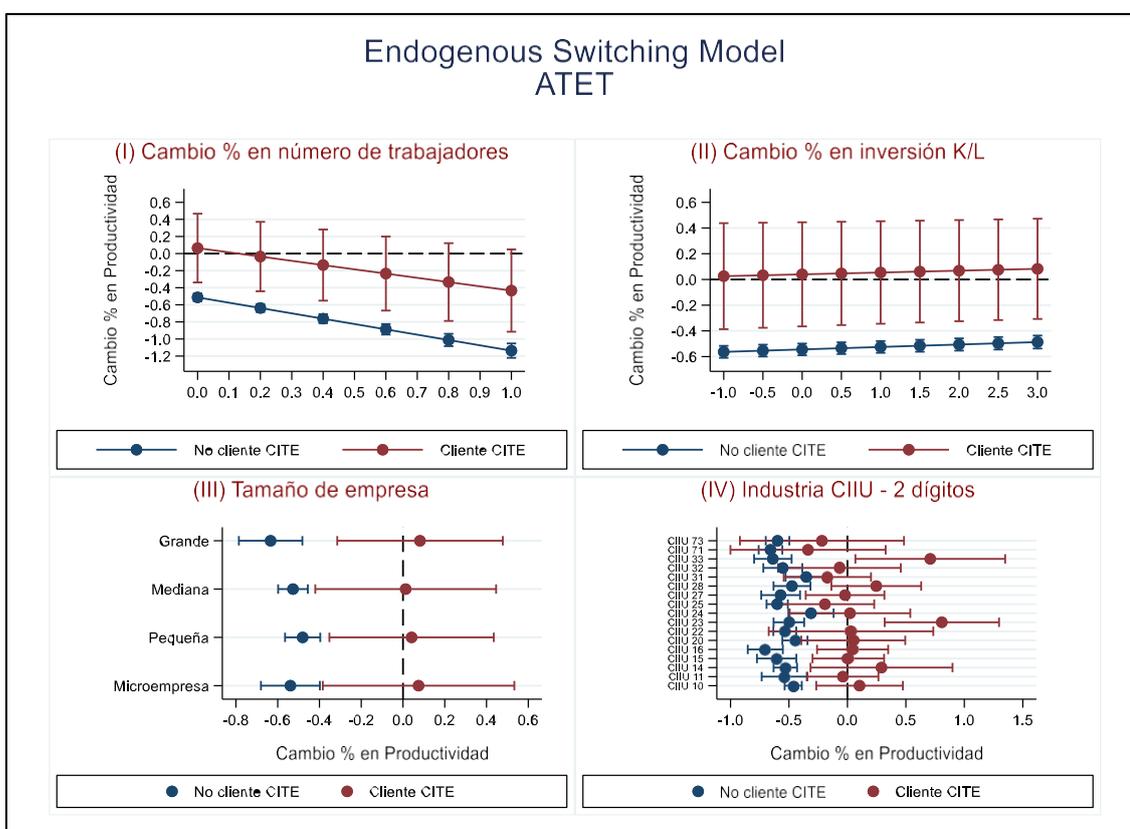
Al igual que en los estimados presentados en la sección previa, la Figura 11 muestra el ATET para diferentes niveles de inversión en los factores de producción. Según se aprecia en el panel I y II, el cambio en la pendiente de la ecuación no resulta apreciable de forma significativa a medida que varía el nivel de la inversión en capital y trabajo. Sin embargo, se advierte que el mayor impacto en productividad se obtiene para los clientes CITE que durante el periodo mantuvieron el mismo número de trabajadores (variación 0%); mientras tanto, el crecimiento de la productividad fue relativamente estable para diferentes niveles de inversión per cápita en activos fijos durante el periodo.

A nivel de tamaño de la firma, en promedio, el crecimiento de la productividad laboral fue positivo pero cercano a cero. No obstante, el desempeño esperado para la empresa en

el caso de no haber recibido los servicios CITE es negativo y significativamente menor en todos los estratos.

Diferenciado por sector de actividad (código CIIU a dos dígitos), el desempeño de las empresas atendidas por la Red CITE fue superior a los no clientes. No obstante, el crecimiento más alto se observa en aquellas empresas dedicadas a actividades de fabricación de prendas de vestir (CIIU 14), reparación de maquinarias y equipos (CIIU 33) y fabricación de otros productos minerales no metálicos (CIIU 23).

Figura 11: Endogenous Switching Model (ATET)



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante más de una década, los Centros de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica (CITE) han desempeñado un papel central en la política pública de desarrollo productivo en el Perú, promoviendo la modernización tecnológica de las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYME) mediante la introducción de innovaciones y mejores prácticas para la mejora de productos y procesos. En este contexto, resulta de gran interés para el mejoramiento de la gestión pública evaluar el impacto de los servicios tecnológicos entregados por los CITE sobre el crecimiento de la productividad de las empresas.

A nivel local, investigaciones previas han abordado el análisis del potencial aporte del modelo CITE sobre la innovación y la productividad de las MIPYME; no obstante, en su mayoría, los trabajos disponibles han desarrollado un análisis descriptivo o cualitativo de las potencialidades y éxitos del modelo. Hasta donde tenemos conocimiento, no existe evidencia cuantitativa que permita realizar una medición estadísticamente representativa del impacto general de los CITE sobre el crecimiento promedio de la productividad de las empresas. En este contexto, nuestro trabajo se enmarca como una contribución de carácter exploratorio en este importante ámbito de estudio.

Como fuente de datos, se utilizó información secundaria proveniente de la edición más reciente de la ENIIMSEC con referencia al periodo 2015 a 2017. Como punto de partida, nuestra investigación ha empleado una especificación funcional similar a la propuesta originalmente por Jarmin (1999) para explicar el impacto de la asistencia extensionista de los CITE sobre el crecimiento de la productividad de las firmas. Sobre ello, la literatura destaca los problemas de *auto-selección* inherentes en la estimación del efecto de este tipo de intervenciones como consecuencia de la asignación *endógena* del tratamiento, a saber, el servicio no se entrega de forma aleatoria, sino que son las empresas las que deciden de manera voluntaria buscar y solicitar la asesoría del CITE. En el contexto de una evaluación de impacto, la *auto-selección* significa que las firmas que deciden recibir el tratamiento pueden diferir sustancialmente de aquellas que no lo recibieron dando origen a estimaciones inconsistentes del efecto causal del tratamiento.

Tomando en cuenta la endogeneidad de la asignación al tratamiento, nuestro trabajo emplea dos modelos reconocidos en la literatura: *Endogenous Treatment Effect Model* y *Endogenous Switching Model* (Heckman, 1978; Maddala, 1983). Los resultados aportan evidencia

estadística acerca de la relación endógena existente entre la decisión de la empresa de buscar la asesoría de un CITE y su desempeño productivo en el mercado; en promedio, se observa que los factores no observables que desincentivan a las empresas de acceder a un CITE han tendido a ocurrir en conjunto con aquellos que también reducen su productividad laboral en el periodo.

Considerando las diferentes especificaciones econométricas evaluadas, nuestros resultados no pueden ofrecer una conclusión definitiva en cuanto al impacto de la atención proporcionada por los CITE sobre el rendimiento promedio de todas las unidades dentro de la muestra de estudio, lo que se conoce como el Efecto Promedio del Tratamiento (ATE en inglés). Sin embargo, al evaluar el Efecto Promedio del Tratamiento en los Tratados (ATET en inglés), las estimaciones muestran que durante el periodo 2015 a 2017 la productividad de las empresas atendidas creció entre 42% y 51% más en comparación a si no hubieran recibido la asesoría tecnológica CITE. Estas diferencias en productividad son estadísticamente significativas y muestran una escasa variabilidad incluso cuando se controlan por factores como el tamaño de la empresa o el sector de actividad. Además, no se observan diferencias significativas en el rendimiento de los factores de producción, como el capital y el trabajo, que pudieran influir en la magnitud o la dirección de los resultados.

Es fundamental advertir que nuestras conclusiones, aunque aplicables de manera válida a la muestra de estudio, no pueden generalizarse a toda la población de interés debido a importantes limitaciones de los datos disponibles. En primer lugar, nuestra investigación se basó en la descripción y los resultados reportados por un número muy reducido de empresas que recibieron atención de los CITE durante el período de análisis. Además, es importante resaltar que este grupo, conformado exclusivamente por pequeñas y medianas empresas (PyME), constituye apenas un segmento específico dentro del mercado objetivo de los CITE a nivel nacional, el mismo que en su mayoría está compuesto por microempresas y emprendimientos.

En segundo lugar, el periodo de evaluación corresponde todavía a las etapas tempranas de desarrollo y expansión de la Red CITE a nivel nacional. De tal forma, nuestro trabajo se centró únicamente en la evaluación de cuatro CITE públicos, además de un grupo de CITE privados, que estuvieron en operación entre 2015 y 2017. Este conjunto de centros no es representativo de la capacidad y la cobertura de la Red de CITE al día de hoy. Por lo tanto, cualquier generalización de nuestros hallazgos debe ser realizada con cautela, ya que no abarcamos la totalidad de la población de empresas atendidas por los CITE ni consideramos la totalidad de los CITE en funcionamiento en la actualidad.

Considerando la anotación anterior, se puede concluir que hay pruebas sustanciales que respaldan el impacto positivo generado por la asistencia tecnológica proporcionada por los CITE sobre el aumento de la productividad de las empresas. Sin embargo, para obtener una comprensión más completa y sólida de estos resultados, es esencial llevar a cabo investigaciones posteriores que empleen conjuntos de datos más extensos y detallados. Además, sería beneficioso implementar metodologías de evaluación de tipo experimental, como ensayos controlados aleatorios (RCT, por sus siglas en inglés), en la medida de lo posible.

Estas investigaciones adicionales permitirían abordar posibles sesgos y variables no consideradas en el estudio inicial, proporcionando así una base más robusta para las conclusiones. Además, la incorporación de evaluaciones de tipo RCT ayudaría a establecer relaciones de causa y efecto de manera más precisa, lo que fortalecería aún más la validez de los hallazgos. En última instancia, este enfoque riguroso y basado en evidencia contribuiría de manera significativa al entendimiento y la optimización de la asistencia tecnológica brindada por los CITE y su impacto en la productividad empresarial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadie, A., & Imbens, G. (2006). Large sample properties of matching estimators for average treatment effects. *Econometrica*, Vol. 74, No. 1, 235–267.
- Alfaro-Serrano, D., Balantrapu, T., Chaurey, R., Goicoechea, A., & Verhoogen, E. (2021). Interventions to promote technology adoption in firms: A systematic review. *Campbell Systematic Reviews*, 1-36.
- Austin, P. (2009). Balance diagnostics for comparing the distribution of baseline covariates between treatment groups in propensity-score matched samples. *Statistics in Medicine* 28, 3083–3107.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2012). *Evaluación del Modelo Centros de Innovación Tecnológica CITE*. Lima: BID.
- Bendig, D., & Hoke, J. (10 de May de 2022). *Correcting Selection Bias in Innovation and Entrepreneurship Research: A Practical Guide to Applying the Heckman Two-Stage Estimation*. Obtenido de SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4105207>
- Bernal, R., & Peña, X. (2011). *Guía práctica para la evaluación de impacto*. Bogotá: Universidad de los Andes, Facultad de Economía, Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico; Ediciones Uniandes.
- Bovenberg, D., Rottner, R., & Eberhart, R. (2019). Causal claims from observational data: An endogenous treatment effect approach on a matched sample. *Conference: Academy of Management Annual Meeting*, (pág. 29). Boston. Obtenido de ResearchGate.
- Caliendo, M., & Kopeinig, S. (2005). *Some Practical Guidance for the Implementation of Propensity Score Matching*. IZA Discussion Paper No. 1588.
- Cameron, A., & Trivedi, P. (2005). *Microeconometrics. Methods and Applications*. Cambridge University Press.

- Casaburi, G., Suaznábar, C., & Llisterri, J. (2016). Extensión tecnológica para PyME. En *La política de innovación en América Latina y el Caribe: Nuevos caminos* (pág. 294). Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Castillo, V., Figal Garone, L., Maffioli, A., & Ohaco, M. (2016). Asistencias técnicas y competitividad de las MiPyMEs. Evidencia para Argentina. *Documento de trabajo del BID ; 759, 37*.
- Cerulli, G. (2014). ivtreatreg: A command for fitting binary treatment models with heterogeneous response to treatment and unobservable selection. *The Stata Journal 14, Number 3, 453–480*.
- Clougherty, J., Duso, T., & Muck, J. (2016). Correcting for Self-selection Based Endogeneity in Management Research: Review, Recommendations and Simulations. *Organizational Research Methods, 19(2), 286–347*.
- Crespi, G., Maffioli, A., & Meléndez, M. (2011). *Public Support to Innovation: The Colombian COLCIENCIAS' Experience. Nota técnica del BID Núm. 264*. Washington, D.C.: BID.
- Crespi, G., Maffioli, A., & Rasteletti, A. (2014). Invirtiendo en ideas: políticas de estímulo a la innovación. En *¿Cómo repensar el desarrollo productivo?: Políticas e instituciones sólidas para la transformación económica* (págs. 65-117). Banco Interamericano de Desarrollo.
- Dehejia, R., & Wahba, S. (2002). Propensity Score-Matching methods for nonexperimental causal studies. *The Review of Economics and Statistics, 84(1), 151–161*.
- 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 Akerberg, Caves y Frazer*. Lima: CIES.
- Department for Business Innovation and Skills (BIS). (2016). *The Manufacturing Advisory Service (MAS) - Impact analysis methodology study*. London: BIS.

- Drukker, D. (2016). *Estimating treatment effects from observational data using teffects, stteffects, and eteffects*. London.
- Edler, J., Cunningham, P., Gök, A., & Shapira, P. (2016). *Handbook of Innovation Policy Impact*. Eu-SPRI Forum on Science, Technology and Innovation Policy.
- Fariborzi, H., & Keyhani, M. (2018). Internationalize to live: a study of the post-internationalization survival of new ventures. *Small Bus Econ* 50, 607–624.
- Garrido, M., Kelley, A., Paris, J., Roza, K., Meier, D., Morrison, R., & Aldridge, M. (2014). Methods for Constructing and Assessing Propensity Scores. *HSR: Health Services Research* 49:5, 1701-1720.
- Gertler, P., Martínez, S., Premand, P., Rawlings, L., & Vermeersch, C. (2017). *La evaluación de impacto en la práctica (Segunda Edición)*. Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo/Banco Mundial.
- Hall, B., Mairesse, J., & Mohnen, P. (2010). Measuring the Returns to R&D. En B. H. (eds.), *Handbook of the Economics of Innovation. Volumen 2*. Ámsterdam:: North Holland Publishing Company.
- Heckman, J., & Smith, J. (1995). Assessing the Case for Social Experiments. *Journal of Economic Perspectives* Vol 9 No 2, 85 - 110.
- Heckman, J. (1976). The Common Structure of Statistical Models of Truncation, Sample Selection and Limited Dependent Variables and a Simple Estimator for Such Models. En I. National Bureau of Economic Research, *Annals of Economic and Social Measurement, Volume 5, number 4* (págs. 475-492).
- Heckman, J. (1978). Dummy Endogenous Variables in a Simultaneous Equation System. *Econometrica* Vol. 46 No 4, 931-959.
- Heckman, J. (1979). Sample Selection Bias as a Specification Error. *Econometrica*, Vol. 47, No. 1, 153-161.

- Ho, D., Imai, K., King, G., & Stuart, E. (2007). Matching as Nonparametric Preprocessing for Reducing Model Dependence in Parametric Causal Inference. *Political Analysis*, Vol. 15, No. 3, 199-236.
- Imai, K., & Ratkovic, M. (2014). Covariate balancing propensity score. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B* 76, 243–263.
- Jaramillo, M., & Díaz, J. (2010). Evaluación de los programas de apoyo a las PyME en Perú. En G. López - Acevedo, & H. Tan, *Evaluación de impacto de los programas para PyME en América Latina y el Caribe* (págs. 117-138). Banco Mundial.
- Jarmin, R. (1999). Evaluating the Impact of Manufacturing Extension on Productivity Growth. *Journal of Policy Analysis and Management*, Vol. 18, No. 1, 99-119.
- Khandker, S., Koolwal, G., & Samad, H. (2009). *Handbook on impact evaluation : Quantitative methods and practices*. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.
- King, G., & Nielsen, R. (2019). *Why Propensity Scores Should Not Be Used for Matching*. *Political Analysis*.
- KPMG. (2017). *Evaluation of the Industrial Research Assistance Program*. National Research Council of Canada.
- Lipscomb, C., Youtie, J., Shapira, P., Arora, S., & Krause, A. (2018). Evaluating the Impact of Manufacturing Extension Services on Establishment Performance. *Economic Development Quarterly*, 1 - 15.
- Maddala, G. (1983). Chapter 9: Models with self-selectivity. En *Limited-Dependent and Qualitative Variables in Economics* (págs. 257-291). New York: Cambridge University Press.
- Ministerio de la Producción (PRODUCE). (2020). *Innovación en la industria manufacturera y en las empresas de servicios intensivos en conocimiento*. Lima: PRODUCE.

- Ministerio de la Producción (PRODUCE). (2020). *Las MIPYME en cifras 2019*. Lima: PRODUCE.
- National Research Council Canada. (2012). *Evaluation of the NRC Industrial Research Assistance Program*. NRC.
- National Research Council Canada. (2022). *Evaluation of the NRC Industrial Research Assistance Program*. NRC.
- OECD/Eurostat. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition*. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD.
- Ordowich, C., Cheney, D., Youtie, J., Fernández-Ribas, A., & Shapira, P. (2012). *Evaluating the impact of MEP services on establishment performance: A preliminary empirical investigation*. Washington, DC: Center for Economic Studies, U.S. Census Bureau.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). (2016). *Brechas y oportunidades de desarrollo para Centros de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica (CITE) en Perú. Análisis independiente de los CITE Madera Lima, CITE Cuero y Calzado Lima y CITE Agroindustrial Ica*. Lima: ONUDI.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). (2017). *Revisión de la situación actual de la Red de Centros de Innovación Tecnológicos (CITE) en Perú*. Lima: ONUDI.
- Powers, D. (1993). Endogenous Switching Regression Models with Limited Dependent Variables. *Sociological Methods & Research*, 22(2), 248–273.
- Ruiz-Arranz, M., & Deza, M. (2018). Los síntomas del estancamiento de la productividad. En *Creciendo con productividad: una agenda para la Región Andina* (págs. 31-54). Banco Interamericano de Desarrollo.
- Shapira, P., & Youtie, J. (2014). *Impact of Technology and Innovation Advisory Services*. Nesta Working Paper No. 13/19.

- Shapira, P., Youtie, J., Cox, D., Uyarra, E., Gök, A., Rogers, J., & Downing, C. (2015). *Institutions for Technology Diffusion*. Inter-American Development Bank.
- Solow, R. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics* Vol. 39, No. 3, 312-320.
- Syverson, C. (2011). What Determines Productivity? *Journal of Economic Literature*, 49:2, 326–365.
- Tan, Z. (2010). Bounded, efficient and doubly robust estimation with inverse weighting. *Biometrika* 97, 3, 661–682.
- Terza, J., Basu, A., & Rathouz, J. (2008). Two-stage residual inclusion estimation: Addressing endogeneity in health econometric modeling. *Journal of Health Economics* 27, 531–543.
- Wooldridge, J. (2007). Inverse probability weighted estimation for general missing data problems. *Journal of Econometrics* 141, 1281–1301.
- Wooldridge, J. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data (Second Edition)*. The MIT Press.
- Wooldridge, J. (2010). *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno (4ta)*. Cengage Learning Edi to res,.

ANEXOS

Anexo 1: Relación de CITE públicos

	CITE	REGIÓN	CADENA PRODUCTIVA	INICIO DE OPERACIÓN
01	CITE ACUICOLA PUNO	Puno	Trucha, pejerrey, suche, mauri y carachi	2021
02	CITE ACUICOLA PESQUERO AHUASHIYACU	San Martín	Tilapia, paiche, paco, gamitana y doncella	2022
03	CITE AGROINDUSTRIAL CHAVIMOCHIC	La Libertad	Frutas y hortalizas	2016
04	CITE AGROINDUSTRIAL HUALLAGA	Huánuco	Café y cacao	2016
05	CITE AGROINDUSTRIAL ICA	Ica	Frutos, hortalizas, menestras y granos andinos	2000
06	CITE AGROINDUSTRIAL MAJES	Arequipa	Frutas, hortalizas y hierbas aromáticas	2016
07	CITE AGROINDUSTRIAL MOQUEGUA	Moquegua	Uva, palta y orégano	2016
08	CITE AGROINDUSTRIAL OXAPAMPA	Pasco	Granadilla, palta, cítricos y hortalizas	2016
09	CITE AGROINDUSTRIAL VRAEM	Cusco	Café y cacao	2015
10	CITE CUERO Y CALZADO AREQUIPA	Arequipa	Cuero y calzado	2016
11	CITE CUERO Y CALZADO LIMA	Lima	Cuero y calzado	1998
12	CITE CUERO Y CALZADO TRUJILLO	La Libertad	Cuero y calzado	2016
13	CITE FORESTAL MAYNAS	Loreto	Madera y forestal	2016
14	CITE FORESTAL PUCALLPA	Ucayali	Madera y forestal	2016
15	CITE MADERA LIMA	Lima	Segunda transformación de la madera	2000
16	CITE PESQUERO AMAZÓNICO PUCALLPA	Ucayali	Peces amazónicos	2016
17	CITE PESQUERO CALLAO	Callao	Productos hidrobiológicos	2015
18	CITE PESQUERO ILO	Moquegua	Productos hidrobiológicos	2016

	CITE	REGIÓN	CADENA PRODUCTIVA	INICIO DE OPERACIÓN
19	CITE PESQUERO PIURA	Piura	Pota, perico y concha de abanico	2016
20	CITE PRODUCTIVO MADRE DE DIOS	Madre de Dios	Castaña, cacao, copoazú, madera, paco, gamitana	2014
21	CITE PRODUCTIVO MAYNAS	Loreto	Camu-camu, aguaje, paiche y gamitana	2016
22	CITE TEXTIL CAMÉLIDOS AREQUIPA	Arequipa	Textil camélidos	2015
23	CITE TEXTIL CAMÉLIDOS CUSCO	Cusco	Textil camélidos	2019
24	CITE TEXTIL CAMÉLIDOS PUNO	Puno	Textil camélidos	2016
25	UT ACUÍCOLA PESQUERA HUANCVELICA	Huancavelica	Acuícola, pesquera, trucha y otros productos hidrobiológicos	2022
26	UT AGROINDUSTRIAL AMBO	Huánuco	Café, cacao granadilla, aguaymanto, plátano y durazno	2018
27	UT AGROINDUSTRIAL HUAURA	Lima	Vid, chirimoya, durazno y palta	2018
28	UT MADERA CAJAMARCA	Cajamarca	Madera y forestal	2021
29	UT TEXTIL Y CONFECCIONES LIMA	Lima	Textil y confecciones	2022

Fuente: ITP. Elaboración propia.

Anexo 2: Relación de CITE privados

Nº	CITE	ÁREAS DE INTERVENCIÓN	CADENAS PRODUCTIVAS	AÑO DE CALIFICACIÓN/ADECUACIÓN
01	CITE ACUÍCOLA UPCH	Tumbes y Piura, con proyección a nivel nacional.	Acuícola principalmente concha de abanico (moluscos), langostinos (crustáceos) y peces.	2016
02	CITE MATERIALES PUCP	Lima, Arequipa, Junín, Tacna, Apurímac, Ica, Cajamarca, Pasco, Puno y Ayacucho, con proyección a nivel nacional.	Minería, metal-mecánica, hidrocarburos, petroquímica, alimentaria, construcción.	2016
03	CITE PAPA Y OTROS CULTIVOS ANDINOS	Cajamarca, Ancash, Lima y Huánuco, con proyección a nivel nacional.	Agrícola: papa y cultivos andinos	2016
04	CITE MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE	Madre de Dios, Arequipa y La Libertad.	Minería (pequeña minería y minería artesanal)	2019
05	CITE AGROPECUARIO CEDEPAS NORTE	Piura, Lambayeque, Cajamarca, La Libertad, Ancash y Lima Región, con proyección a nivel nacional.	Cultivos de aguaymanto, palta, mango, quinua, banano orgánico, espárrago, melocotón, maíz amarillo duro, paprika, alcachofa y piña. Cuyes, derivados lácteos. Bambú y derivados de almidón de papa como potenciales a explotar.	2016
06	CITE ENERGÍA SILICON TECHNOLOGY	Lima, con proyección a las regiones del sur y centro del Perú.	Energía y afines	2016
07	CITE CAFÉ Y CULTIVOS ASOCIADOS CECOVASA	Puno (valles de la provincia de Sandía y Carabaya) y Cusco (provincia de Calca), con proyección a nivel nacional.	Café y cultivos asociados.	2016

N°	CITE	ÁREAS DE INTERVENCIÓN	CADENAS PRODUCTIVAS	AÑO DE CALIFICACIÓN/ADECUACIÓN
08	CITE MARKETING	A nivel nacional, priorizando las ciudades de Ica, La Libertad, Lima y Junín.	Transversal a todos los sectores de negocios y cadenas productivas a través de servicios de Marketing.	2017
09	CITE AGROINDUSTRIAL - PIURA	Región Piura, con proyección a la Macro Región Norte.	Mango, algarroba y sus derivados, café, cacao y panela.	2017
10	CITE LOGÍSTICA	Proyección nacional	Logística y cadena de suministros	2017
11	CITE AGROINDUSTRIAL CAFÉ	Lima y Selva Central (Junín, Pasco y Huánuco).	Café, cacao	2017
12	CITE CAFÉS ESPECIALES PERHUSA	San Martín, Amazonas y Cajamarca	Café	2019
13	CITE OPERACIONES MR&T	Lima	Minería, hidrocarburos, industria, energía, construcción, transporte, manufactura, metalmecánica y servicios industriales.	2020
14	CITE TECNOLOGÍA E INDUSTRIAS CREATIVAS	Lima, con proyección a nivel nacional.	Industrias creativas: contenidos digitales, gastronomía, diseño de moda, patrimonio cultural y turismo	2016
15	CITEAGROINDUSTRIAL DANPER	La Libertad, Lambayeque, Ica, Arequipa, Cusco, Ancash, Piura y Puno, con proyección a nivel nacional.	hortalizas y frutas finas, espárragos, pimientos, alcachofas, albahaca, maíz chala, quinua, palta, mango, papaya andina, arándanos, uvas	2016

N°	CITE	ÁREAS DE INTERVENCIÓN	CADENAS PRODUCTIVAS	AÑO DE CALIFICACIÓN/ADECUACIÓN
16	CITEMINERÍA Y MEDIO AMBIENTE - CETEMIN	Cajamarca, Lima, Arequipa.	Actividad minera para la gran, mediana y pequeña minería y minería artesanal.	2016
17	CITEAGROALIMENTARIO SAN FERNANDO	Trujillo, Lima y Arequipa, con proyección a nivel nacional.	Agrícola y pecuario dirigido a la avicultura y porcicultura	2016

Fuente: ITP. Elaboración propia