

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

IMPACTO DE LAS TIC EN LA PRODUCTIVIDAD DE LAS GRANDES Y MEDIANAS EMPRESAS DEL ECUADOR EN EL AÑO 2021

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PATRICIA GEOMARA PINTO CIFUENTES

patricia.pinto@epn.edu.ec

DIRECTORA: CINTYA CATALINA LANCHIMBA LÓPEZ, Ph.D

cintya.lanchimba@epn.edu.ec

QUITO, NOVIEMBRE 2023

DECLARACIÓN

Yo, Patricia Geomara Pinto Cifuentes, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Patricia Geomara Pinto Cifuentes

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Patricia Geomara Pinto Cifuentes, bajo mi supervisión.



Cintya Lanchimba, Ph.D

Directora

AGRADECIMIENTOS

Comienzo estos agradecimientos con el corazón lleno de gratitud hacia la Virgen de El Quinche, quien ha sido mi guía y protectora en esta travesía académica. Sentir su presencia ha sido un consuelo en los momentos de incertidumbre y una fuente de fortaleza en los momentos difíciles.

A mis queridos padres, Patricio y Elizabeth, quienes han sido mi mayor fuente de apoyo a lo largo de toda mi vida. Siempre han estado a mi lado, brindándome su amor incondicional y haciendo sacrificios invaluable para asegurarse de que no me falte nada y pueda continuar con mis estudios. Mamá y papá, les agradezco desde el fondo de mi corazón.

A mi hermana Dayana, quien ha sido mi compañera durante mi trayectoria universitaria. A pesar de las peleas que inevitablemente surgieron, siempre nos cuidamos mutuamente. Tu apoyo y presencia constante han sido invaluable y han añadido un sentido especial a mi experiencia académica. Gracias por estar a mi lado.

A mi sobrino Matías, gracias por llegar a nuestras vidas y llenarme de la inspiración para perseguir mis sueños. Eres una luz en mi vida y un recordatorio constante de por qué nunca debemos renunciar a nuestros objetivos.

A mi enamorado Santiago, a mis amigos y compañeros, quienes hicieron que esta experiencia fuera aún más significativa. Santiago, gracias por ser el pilar en el que me he apoyado a lo largo de esta travesía académica. Tu presencia y comprensión han enriquecido cada paso de este camino, convirtiéndolo en una experiencia que atesoro con todo mi corazón. A mis amigos y compañeros, gracias por compartir risas, desafíos y triunfos a lo largo de este trayecto.

A las señoras de la Fundación Jesús Divino Preso, por su apoyo económico, seguimiento constante y motivación que me brindaron desde mis años de colegio. Su generosidad y compromiso han sido fundamentales en mi camino académico y han marcado una diferencia significativa en mi vida.

A todos mis maestros, por brindarme su conocimiento y ayudarme a crecer académicamente, en especial a la Doctora Cintya Lamchimba por guiarme en este proceso y brindarme todo su apoyo.

DEDICATORIA

A mis padres Elizabeth y Patricio, mi fuente de inspiración y apoyo incondicional a lo largo de cada etapa de mi educación. Su amor infinito y su sacrificio inmenso han hecho posible que hoy culmine este capítulo importante de mi vida. Este trabajo es un pequeño tributo a su amor y dedicación.

Mamita, y Papito, lo logramos. Los amo con todo mi corazón.

Patricia

Índice General

Índice de Tablas	II
Resumen.....	III
Abstract.....	IV
1 Introducción.....	1
2 Marco Teórico.....	3
2.1 Productividad	3
2.2 TIC y Productividad.....	4
3 La Productividad en el Ecuador.....	7
4 Datos.....	10
4.1 Descripción de Variables.....	12
4.1.1 Variable Dependiente.....	12
4.1.2 Variables Independientes	13
4.1.3 Variables de Control.....	13
4.2 Estadística descriptiva.....	16
5 Metodología.....	20
5.1. Especificación de la Regresión	21
5.2. Validación de la Regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios.....	22
5.2.1. Multicolinealidad	22
5.2.2. Heteroscedasticidad	23
5.2.3. Normalidad de los residuos.....	24
5.2.4. Especificación incorrecta de la forma funcional.....	24
5.2.5. Endogeneidad.....	25
5.3. Regresión Cuantílica	27
5.4. Validación de la Regresión Cuantílica	28
6 Resultados.....	29
7 Conclusiones.....	35
8 Bibliografía.....	38
9 Anexos.....	46
Anexo A: Diagrama de caja y bigotes.....	46

Índice de Tablas

Tabla 1. Estadística descriptiva variables continuas	17
Tabla 2. Correlaciones variables categóricas	18
Tabla 3. Frecuencias variables categóricas: TIC, capital extranjero, financiamiento y distribución geográfica.....	18
Tabla 4. Frecuencia variable sector económico	19
Tabla 5. Resultados estimaciones por Regresión Cuantílica.....	30

Resumen

Siguiendo la revisión de la literatura como punto de partida, el objetivo de la presente investigación es demostrar el impacto positivo de la inversión en Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) sobre la productividad laboral de las grandes y medianas empresas del Ecuador. Para ello, se utiliza como fuente de datos la Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) correspondiente al año 2021 y se emplea la metodología de regresión cuantílica. Los resultados de esta investigación indican que, en el caso ecuatoriano, una empresa que realiza inversión en TIC incrementa su productividad laboral. Este hallazgo no solo se alinea con la literatura existente, sino que también destaca la importancia estratégica de las TIC en la mejora de la eficiencia empresarial. Además, los resultados resaltan la influencia significativa de otros factores, como la participación de capital extranjero, el tamaño de las empresas, su edad y ciertas actividades económicas, en la determinación de su productividad.

Palabras clave: productividad laboral, tecnologías de la información y comunicación, regresión cuantílica.

Abstract

Following up to the available literature as a starting point, the objective of this research paper is to prove the positive impact of investments in the area of Information and Communication Technologies (ICT), specifically with regards to workers productivity in medium and large enterprises in Ecuador. As a reference the Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) of 2021 was the main data point used, the methodology used for this questionnaire was quantile regression. The results from this investigation indicate that, in the case of Ecuador, an institution which invests in ICT increases their worker's productivity. This find doesn't only align with the existing literature, but also highlights the strategic importance of ICT in the optimization of corporate efficiency. Additionally, the results also showcase the significant importance of other factors, such as the participation of foreign investment, the size of the company, its longevity and certain economic activities, as factors to determine its productivity.

Keywords: Labour productivity, Information and Communication Technologies, quantile regression.

1 Introducción

En la era actual de avances tecnológicos y globalización, la eficiencia y competitividad empresarial se han convertido en factores esenciales para el desarrollo económico de las naciones. La productividad es un indicador fundamental que influye en el crecimiento económico, el bienestar de la sociedad y la posición de un país en el escenario internacional. Según Syverson (2011), la productividad se define como la capacidad de las empresas para generar bienes y servicios de manera eficiente. La eficiencia en los procesos y la habilidad de adaptarse a las cambiantes demandas del mercado se tornan elementos cruciales para asegurar el éxito y la continuidad de las organizaciones en un entorno empresarial que exhibe una creciente competencia y dinamismo (Carro & González, 2012).

De acuerdo con una amplia literatura académica, las tecnologías de la información y comunicación están vinculadas positivamente con la productividad de las empresas y el crecimiento económico (Bahrini & Qaffas, 2019; Becchetti et al., 2003; Cainelli et al., 2006; Hempell et al., 2004; Kılıçaslan et al., 2017; Kleis et al., 2012). Se destaca la idea de que las TIC no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que también fomentan la innovación, lo que a su vez impulsa la productividad (Bahrini & Qaffas, 2019). Además, las TIC pueden mejorar la gestión del conocimiento, facilitar la cooperación con socios externos y contribuir directamente a los procesos de innovación (Siebel, 2019).

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL (2013) sostiene que las TIC ejercen un impacto positivo en el crecimiento económico en la región de América Latina. Durante la última década, se ha registrado un notable aumento en la adopción de las TIC por parte de las empresas en esta región. Sin embargo, subsisten diferencias significativas entre las empresas

de distintos tamaños, siendo las pequeñas empresas particularmente afectadas debido a limitaciones relacionadas con su estructura sencilla, capacidad de producción limitada y falta de conectividad con el entorno productivo. Al mismo tiempo, los países de América Latina no han logrado disminuir las brechas digitales en comparación con las economías más avanzadas en este ámbito.

Ecuador, como parte de esta realidad global, se enfrenta a desafíos significativos en su búsqueda por mejorar su nivel de productividad y competitividad. La reciente clasificación en el puesto 90 en el Índice de Competitividad Mundial 2019, según el informe del Foro Económico Mundial, subraya la importancia de abordar esta cuestión de manera efectiva. Bajo este contexto, el objetivo fundamental de este estudio es determinar el impacto de la inversión en tecnologías de información y comunicación en la productividad de las medianas y grandes empresas del Ecuador. Los resultados de esta investigación no solo contribuirán al cuerpo de conocimientos en el campo de la economía industrial, sino que también proporcionarán información valiosa para formuladores de políticas, empresarios y otros actores clave en la búsqueda de estrategias efectivas para mejorar la productividad y el desarrollo económico en Ecuador.

Para alcanzar este objetivo, se recurrirá a los datos proporcionados por la Encuesta Estructural Empresarial correspondientes al año 2021. A través de la aplicación de análisis de regresión cuantílica, se evaluará si la inversión en TIC tiene un efecto positivo sobre la productividad laboral de las empresas ecuatorianas. Adicionalmente, se tomarán en cuenta diversas variables, tales como la presencia de capital extranjero, el acceso al financiamiento, la antigüedad de la empresa, su tamaño, el sector económico al que pertenece y su ubicación geográfica. Este

enfoque permitirá obtener una comprensión más exhaustiva de los factores que inciden en la productividad empresarial.

La estructura de este trabajo se compone de la siguiente manera: en primer lugar, se inicia con la revisión de la literatura, que sienta las bases del marco teórico y la formulación de hipótesis. En segundo lugar, se exponen hechos estilizados de la productividad en Ecuador y su entorno macroeconómico. En tercer lugar, se describe la fuente de datos utilizada y se introducen las variables a emplear, respaldado por un análisis estadístico. Posteriormente, en cuarto lugar, se encuentra la metodología empleada, se especifica el modelo y se describen las pruebas de validación realizadas. Finalmente, se exponen los resultados obtenidos en conjunto con las conclusiones, las recomendaciones derivadas del estudio y se discuten las limitaciones identificadas.

2 Marco Teórico

2.1 Productividad

De acuerdo con Antonelli et al. (2015), la búsqueda de la eficiencia en los procesos productivos ha llevado a los políticos, investigadores y el público en general a enfocarse en la productividad como un elemento fundamental para avanzar en el desarrollo económico, el bienestar individual y la competitividad a nivel global. Bajo la misma línea, Carro & González (2012) afirman que existe un creciente interés de alcanzar una mayor productividad tanto a nivel individual como empresarial y económico. Esto se debe principalmente a la disponibilidad limitada de ciertos recursos materiales, el aumento de la población global y la aspiración constante de elevar los estándares de vida. En el ámbito empresarial, esta necesidad es independiente de sus características, sector

económico o tamaño, dado que determina la competitividad para permanecer activas en el mercado.

La productividad, según Syverson (2011), se refiere a la eficiencia en la utilización de recursos, como el tiempo, el esfuerzo, el trabajo, el capital y la tecnología, en el proceso de producción. Carro & González (2012) ofrecen una definición en la que la productividad se considera como un indicador que establece la relación entre lo que un sistema produce, es decir, las salidas o productos, y los recursos utilizados para producirlo, que son las entradas o insumos. En este sentido, Heshmati & Rashidghalam (2018) señalan que en la literatura existe un amplio debate sobre cómo expresar la productividad; no obstante, la mayoría de las investigaciones se inclinan por emplear dos enfoques principales: la Productividad Total de los Factores (PTF) o la Productividad Laboral (PL). La PTF se puede calcular mediante la estimación de la función de producción, mientras que la productividad laboral a través de diversos indicadores, como la producción total por empleado, el valor agregado por empleado o las ventas por empleado (Ha et al., 2019).

En el marco de esta investigación, se opta por centrarse en la productividad laboral, la cual está expresada como el valor agregado por trabajador. Considerando lo anterior, a continuación, procederemos a establecer la hipótesis correspondiente.

2.2 TIC y Productividad

De acuerdo con Biagi (2013), el interés sobre el efecto de las tecnologías de la información y la comunicación en el crecimiento de la productividad y crecimiento económico comenzó en la década de 1980. Este interés fue provocado por la frase famosa de Solow (1987): "*Se puede ver la era de las computadoras en todas partes, menos en las estadísticas de productividad*". No obstante,

en los años 80 y principios de los 90, la investigación empírica sobre las TIC no reveló mejoras significativas en la productividad. Sin embargo, a medida que se descubrieron nuevos datos y avances tecnológicos, varios investigadores han encontrado evidencia de que las TIC están asociadas no solo con una mejora en la productividad, sino también en el excedente del consumidor, medidas intermedias y crecimiento económico (Brynjolfsson & Yang, 1996). Según Rodríguez & Martínez (2007), las TIC son cruciales en la actualidad debido a varios factores importantes que afectan significativamente en la eficiencia, la competitividad y el éxito general de una empresa.

Conforme a lo mencionado por Biagi (2013), el capital invertido en TIC y su uso (en conexiones móviles, penetración de banda ancha, para la Planificación de Recursos Empresariales - ERP, Cadena de Suministro - SCM o Atención al Cliente, Gestión de Relaciones – CRM) son mayoritariamente utilizados para entender su impacto en la productividad. Estas variables captan factores diferentes, el capital invertido en TIC es utilizada en la contabilidad del crecimiento, mientras que la variable uso de TIC ayuda a la planificación de recursos empresariales y permite una mejor comprensión del uso estratégico de las TIC por parte de las empresas en su estructura organizacional.

Existe una extensa literatura que aborda la influencia de las TIC sobre la productividad. En estos estudios, se ha encontrado evidencia empírica sobre la relación positiva y significativa en la construcción de este concepto (Bahrini & Qaffas, 2019; Becchetti et al., 2003; Cainelli et al., 2006; Hempell et al., 2004; Kılıçaslan et al., 2017; Kleis et al., 2012). Becchetti et al. (2003) demuestran que la inversión en software y telecomunicaciones pueden detectar claramente el efecto de las TIC en la eficiencia de las empresas. Sus resultados evidencian que la inversión en software tiene efectos de escala al aumentar la necesidad de emplear personal calificado, la productividad laboral

y la eficiencia productiva general de la empresa para una cantidad determinada de insumos (proximidad a la frontera de producción óptima), mientras que la inversión en telecomunicaciones afecta positivamente a la elaboración de productos y procedimientos nuevos. Es decir, la combinación de estos dos efectos aumenta la eficiencia productiva y la capacidad de utilización.

Kılıçaslan et al. (2017) destacan que invertir en capital TIC aumenta la productividad de las firmas al aumentar la productividad del trabajo. Los resultados de estos investigadores indican que el impacto del capital TIC en la productividad es entre 25% y 50% mayor al del capital convencional, principalmente en las empresas pequeñas y de baja tecnología. Estos resultados van en la línea con los de Van et al. (2010), quienes estudian el impacto del capital TIC en la productividad laboral, utilizando datos de empresas de 13 países. Sus resultados sugieren que un incremento del 10% en el capital TIC tiene un aumento de la producción de entre 0,9% y 0,23%. Los autores documentan que un rendimiento alto se observa en empresas que acompañan la inversión en TIC con un cambio organizacional, especialmente con un mayor uso de sus equipos, una distribución más amplia de los derechos de decisión y una mayor capacitación de los trabajadores. Esto se traduce a que las TIC reducen los costos de adquisición y procesamiento de información, lo permite a las empresas gestionar sus cadenas de suministro de manera más efectiva. Además de preferir estructuras organizativas que se basan en la delegación y la toma de decisiones descentralizadas (Biagi, 2013).

De acuerdo con Siebel (2019) las TIC tienen un potencial significativo para aumentar la productividad de las empresas al mejorar la eficiencia, la toma de decisiones, la comunicación y la capacidad de adaptación.

Por otro lado, Bahrini & Qaffas (2019) sostienen que las TIC, la innovación y la productividad están estrechamente interrelacionadas en el entorno empresarial y económico, dado

que la adopción de tecnologías digitales puede fomentar la innovación y, a su vez, aumentar la productividad. Kleis et al. (2012) refuerzan esta explicación, al afirmar que las TIC y las innovaciones suelen interactuar entre sí de manera complementaria, principalmente a través de tres canales. En el primero, las TIC mejoran la gestión del conocimiento necesario para generar innovaciones. En el segundo, las TIC son una herramienta que permite una cooperación más eficiente con socios externos. En el tercero, las TIC contribuyen directamente en los procesos de innovación al generar nuevas ideas, diseñar de nuevos productos y, finalmente, entregar estos productos al mercado. A su vez Cainelli et al. (2006) y Hempell et al. (2004) evidenciaron que el capital de las TIC aumenta la productividad laboral, siendo más efectivo si se complementa con esfuerzos innovadores.

Conforme a lo mencionado anteriormente, se establece la siguiente hipótesis:

H: La inversión en tecnologías de la información y comunicación tiene un impacto positivo en la productividad de una empresa.

3 La Productividad en el Ecuador

Para validar la hipótesis antes mencionada, se emplearán datos de empresas ecuatorianas. Por tanto, para comprender la productividad en Ecuador, es necesario revisar el entorno macroeconómico y algunos factores que lo afectan. Según López (2017), *“El crecimiento del PIB es el resultado de la cantidad de bienes y servicios producidos y del crecimiento de la productividad”*. En el año correspondiente a este estudio, el Producto Interno Bruto creció 4,2%, según datos del Banco Central del Ecuador (2022), representando un año de recuperación económica, que se refleja en un aumento en las ventas, las inversiones y la creación de nuevas empresas. En cuanto al empleo pleno a nivel nacional, fue de 33,9% de la Población

Económicamente Activa (PEA), una cifra mayor a la registrada en diciembre de 2020, cuando se ubicó en 30,4%. La tasa de desempleo, por otro lado, presentó una disminución respecto al año anterior, disminuyó de 4,9% en diciembre 2020 al 4,1% en diciembre 2021, mientras que la tasa de subempleo se mantuvo en el 23,0% (INEC, 2022).

El Índice de Competitividad Mundial está relacionado con la productividad de los países, ya que engloba factores importantes que influyen en la eficiencia, la capacidad de las empresas y la fuerza laboral para elaborar de manera eficiente bienes y servicios (Schwab, 2019). Es así como Ecuador, en términos de productividad, presenta una tendencia a la baja. Según el informe de Competitividad Mundial 2019 publicado por Foro Económico Mundial, el país obtuvo un puntaje de 55,74 en el índice de competitividad, ubicándose en el puesto 90, lo que indica que su nivel de competitividad global es bastante bajo en comparación con los 141 países clasificados. Esta situación ha empeorado en relación con el informe de 2018, en el que Ecuador se ubicó en el puesto 86 de 140 naciones con un puntaje de 55,85 (Schwab, 2019). Según López (2017), una de las razones por las que Ecuador tiene una baja productividad radica en la carencia de capital humano calificado, así como la falta de inversión destinada a la capacitación laboral. Por su parte, Enríquez (2021) afirma que la baja productividad de las firmas ecuatorianas se relaciona con una serie de factores, donde la ausencia de acceso a las tecnologías de información y comunicación puede ser uno de ellos, puesto que es en una herramienta crucial para que las empresas sean más efectivas, eficientes y competitivas.

De acuerdo con Mazzucato (2013), las empresas desempeñan un papel fundamental como impulsadoras de la economía. A través de sus actividades comerciales, favorecen al crecimiento económico, la creación de empleo, la innovación y el desarrollo sostenible. Para el año 2021, el Directorio de Empresas y Establecimientos (DIEE) reconoció 849.831 empresas,

aproximadamente 3.000 más que en 2020. El segmento con mayor participación, la microempresa, representa el 93,9%. En contraste, las empresas grandes y medianas representan el 1,7%, sin embargo, concentran la mayor cantidad de ventas y plazas de empleos registradas, lo que demuestra su relevancia. Con respecto al sector económico, la mayor cantidad de empleo se concentra en el sector servicios con un 55,7%, seguido del comercio y la manufactura, con el 18,6% y el 12,8%, respectivamente. Mientras que las actividades relacionadas con la explotación de minas y canteras tienen la menor cantidad de empleos registrados, con un 1,3% (INEC, 2022, p.9).

Según los datos estadísticos de las empresas grandes y medianas del Ecuador, la productividad laboral en el año 2021, definida como el valor agregado por cada el trabajador empleado fue de 41,4 mil dólares por trabajador, un 24,3% más que en el 2020 (INEC, 2023a, p.10). De manera específica, en el año 2021, los sectores más destacados en términos de productividad fueron “Explotación de minas y canteras”, con 342,3 mil dólares por trabajador, y “Suministros de electricidad gas vapor y aire acondicionado”, con 146,7 mil dólares por trabajador. En contraste, la sección relacionada con “Actividades de servicios administrativos y de apoyo” obtuvo el valor más bajo de 12,6 mil dólares por trabajador (INEC, 2023a, p.11).

Bajo la línea de Mideros (2022), la disparidad en la productividad laboral del Ecuador está relacionada con los conflictos de las brechas laborales, la gran dependencia de la extracción de recursos naturales y una alta informalidad, especialmente en los sectores agropecuario, servicios, comercio y transporte, que emplean a la mayor cantidad de trabajadores.

En conclusión, Ecuador se enfrenta a varios desafíos en término de productividad, incluyendo una dependencia significativa de sectores tradicionales como la agricultura y la producción de petróleo, además de una alta tasa de empleo informal. Para impulsar la

productividad, es necesario dar prioridad a las políticas que fomenten la implementación de las TIC y promuevan la innovación en los sectores de mayor generación de empleo, además de potencializar el desarrollo de otros sectores económicos, a fin de reducir la dependencia de la extracción de minas y petróleo.

4 Datos

En la investigación actual, se hacen uso de los datos obtenidos de la Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) correspondientes al año 2021, la cual fue llevada a cabo por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Este organismo desempeña un papel fundamental como la autoridad líder en la recopilación de datos estadísticos a nivel nacional y la elaboración de las estadísticas oficiales de Ecuador, según lo establecido por INEC (2014).

La cobertura geográfica de la Encuesta Estructural Empresarial es nacional, se lleva a cabo de manera anual y está dirigida a las empresas grandes y medianas del Ecuador de los sectores de manufactura, minería, construcción, comercio y servicios que se encuentran registradas en el Directorio de Empresas y Establecimientos. La ENESEM, calcula agregados económicos como la producción, el consumo intermedio, el valor agregado y el número de trabajadores ocupados. Además, proporciona información sobre el uso de materias primas, productos elaborados, bienes, servicios vendidos, financiamiento y uso e inversión de las tecnologías de información y comunicación (INEC, 2023, p. 4).

En el año 2021, la ENESEM, estudió un total de 3.965 empresas, de las cuales 2.885 corresponden a la categoría “grande empresa”, 709 a la categoría “mediana empresa tipo B” y 371 a la categoría “mediana empresa tipo A”.

El análisis inicial se centró en la identificación de posibles datos faltantes. Se encontró que el 5,52% de la muestra presentaba datos incompletos, siendo las variables "valor agregado por persona ocupada" (5,47%) e "inversión en TIC" (0,05%) las afectadas por esta falta de información. Para detectar si los datos perdidos son completamente al azar, se realizó la prueba de MCAR de Little, donde el criterio de decisión para rechazar la hipótesis nula que establece que los datos faltan completamente al azar es el p-valor (Cheng, 2013). Los resultados de la prueba arrojaron un p-valor de 0,6458, lo que no justificó el rechazo la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5%, concluyendo que los datos están perdidos completamente al azar. Por consiguiente, se procedió a eliminar estas observaciones, siguiendo el enfoque propuesto por Kleinke et al. (2011) *“si la cantidad de valores perdidos en el conjunto de datos es realmente pequeña, entonces la eliminación de casos puede considerarse como un procedimiento de datos perdidos rápido, eficiente y razonable”*. En consecuencia, el tamaño de la muestra definitiva se compone de un total de 3.746 observaciones.

En el siguiente paso del análisis, se utiliza el diagrama de caja y bigotes para identificar la presencia de datos atípicos. En el **Anexo A** adjunto, se puede observar que la variable valor agregado por persona ocupada, la edad de la empresa y el tamaño presentan datos atípicos. Para evaluar si estos valores atípicos son influyentes, se realizan estimaciones utilizando el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), con y sin la presencia de estas observaciones atípicas. Los resultados de estas estimaciones evidenciaron cambios significativos en la magnitud de los coeficientes estimados cuando se incluían o excluían estas observaciones. Esto indica la presencia de datos atípicos influyentes, como se describe en el trabajo de Wooldridge (2012). Más adelante, en la descripción de la metodología, se abordará en detalle la presencia de datos atípicos influyentes y cómo se manejarán en el análisis.

4.1 Descripción de Variables

4.1.1 Variable Dependiente

Productividad laboral. - Se expresa como el valor agregado empresarial por persona ocupada, teniendo en cuenta que el valor agregado empresarial representa la contribución al Producto Interno Bruto (INEC, 2023, p. 2). Para obtener esta variable, se parte del valor total de la producción de la empresa, que refleja la cantidad de recursos utilizados en el proceso productivo. Luego, se le resta el valor del consumo intermedio, que comprende los bienes y servicios que se utilizan como insumo durante el proceso de producción INEC (2023, p. 1). Una vez obtenida esta diferencia, se divide por el número total de empleados, que incluye a todas las personas que trabajan en la empresa bajo una relación formal, en la cual el trabajador presta su fuerza laboral y recibe un salario. (INEC, 2023b, p. 1).

El valor agregado por persona ocupada, expresado en dólares por persona, ha surgido como el enfoque convencional para analizar las tendencias en la productividad laboral en la economía en su conjunto (INEC, 2023a, p. 11). Varios autores han empleado esta medida para sus investigaciones. Por ejemplo, Alderete & Gutiérrez (2012) utilizaron el valor agregado por trabajador, para evaluar el efecto de las TIC en la productividad de las industrias de servicios en Colombia, argumentando que es la forma más precisa de evaluar la productividad laboral, ya que elimina el valor de las ventas de los costos de consumo intermedio. Así también es utilizada por Badescu & Garcés-Ayerbe (2009) en su estudio “*El impacto de las tecnologías de la información en la productividad de las empresas: Evidencia empírica de España*”.

4.1.2 Variables Independientes

TIC.- Variable que toma el valor de 1 si la empresa realizó inversiones en tecnologías de la información y comunicación durante el año 2021, y un valor de 0 caso contrario. Esta variable tiene por objetivo determinar el efecto de la inversión en el desarrollo de las TIC en la productividad laboral de la empresa, siguiendo un enfoque similar al abordado en las investigaciones de Becchetti et al. (2003) y Kılıçaslan et al. (2017). El impacto de las TIC en la productividad está vinculado a su contribución en la generación de innovación, mejoras en la eficiencia operativa, creación de nuevos productos y servicios y competitividad, como se demuestra en el marco teórico.

4.1.3 Variables de Control

Se ha demostrado en varios estudios, como los realizados por Alderete & Gutiérrez (2012) y Rodríguez & Rochina (2019), que la inversión en el desarrollo de las TIC está relacionada con un aumento en la productividad de las empresas. Sin embargo, los efectos dependen de otros factores como, las características de las organizaciones, su internalización en los mercados globales, si es una subsidiaria de una multinacional o no, la región geográfica, el tamaño y el tipo de industria al que pertenecen. Como resultado de esta implicación, se ha considerado agregar las siguientes variables en el modelo econométrico

Capital Extranjero. - Variable categórica que adquiere el valor de 1, si la participación del capital extranjero en la empresa es mayor al 10% de su capital social, y 0 en caso contrario, siguiendo un enfoque similar al utilizado en investigaciones previas como las de Quijia et al. (2021) y Fujii Olechko (2004). Se anticipa que la presencia de capital extranjero tendrá un coeficiente positivo y estadísticamente significativo en la productividad laboral, tal como lo

sugieren los estudios mencionados. Markusen (1998) afirmó que las empresas con capital extranjero se benefician del conocimiento tecnológico creado por la empresa matriz, pues la entrada de nuevas tecnologías, procesos y estándares del exterior tiene un impacto directo en la estructura industrial de la firma receptora.

Financiamiento. - Variable categórica que se define como un valor de 1 si la empresa tuvo acceso a una línea de crédito con una entidad financiera formal durante el año 2021 y 0 caso contrario. La implementación de esta variable se basa en el análisis de Rodríguez & Rochina (2019) en donde se plantea que esta variable es significativa y tiene un efecto positivo en la productividad laboral. De acuerdo con la CAF (2018) el financiamiento es primordial en las decisiones de innovación y crecimiento de las empresas, ayuda a aumentar sus niveles de producción, empleo y ventas lo que impacta positivamente en su productividad y en la economía en su conjunto. Por otro lado, la falta de acceso al crédito puede tener un efecto negativo en la productividad laboral, ya que el capital limitado reduce la posibilidad de invertir en actividades o proyectos rentables que harían crecer su negocio, aumentar sus ganancias y mejorar los salarios de sus trabajadores (CAF, 2018a). Además, la falta de recursos impide a los empleadores invertir en el entrenamiento y capacitación de sus empleados, lo que permitiría lograr un mayor emparejamiento entre sus competencias y tareas, y así alcanzar una mayor productividad (CAF, 2018b).

Edad de la empresa. - Variable continua que permite analizar la antigüedad de la empresa. Para su cálculo, se comparó el año de referencia de la Encuesta Estructural Empresaria (2021) con el año en que la empresa obtuvo el Registro Único de Contribuyente (RUC). La literatura ha demostrado que el impacto de la edad de una empresa en su productividad es ambiguo. Ikram & Su (2014) afirman que la edad de las empresas está asociada positivamente con la productividad,

dado que estas crecen de forma continua a medida que maduran, sin embargo, al alcanzar un cierto nivel alto de productividad, la relación positiva entre edad y productividad deja de existir. Según Huergo & Jaumandreu (2004), las empresas más antiguas tienen a ser más productivas debido a la acumulación de experiencia y conocimiento. Además, demuestran que las innovaciones en los procesos producen un aumento sostenido en la productividad de estas empresas. Sin embargo, Hall et al. (2009) llegan a la conclusión opuesta, afirmando que las firmas más antiguas presentan problemas para adaptarse a nuevos recursos debido al constante avance tecnológico, lo que reduce los niveles de productividad.

Tamaño de la empresa. - Variable continua que incluye a todos los empleados de una empresa que trabajan bajo una relación formal. En su estudio de una muestra de empresas italianas, Hall et al. (2009) encontraron que las empresas relativamente grandes son menos productivas que las pequeñas. Los autores argumentan que las empresas más grandes, al involucrarse en múltiples actividades innovadoras, tienen una mayor probabilidad de que al menos una de ellas tenga éxito, lo cual hace que sean menos productivas. Otros autores, como Ries (2011), menciona que las empresas más pequeñas tienen la capacidad de ser más ágiles y adaptarse rápidamente a los cambios en el mercado, lo que puede tener un impacto positivo en su productividad.

Por otro lado, según Chandler (1997), como se citó en Antonelli et al. (2015), las grandes empresas pueden tener una ventaja al mantener desempeños más altos en términos de crecimiento de la productividad debido a su capacidad superior para invertir en actividades de I+D y beneficiarse de altos niveles de conocimiento acumulado. Además, las empresas más grandes tienen la capacidad de aprovechar las economías de escala, lo que puede conducir a una mayor productividad en cuanto a costos y eficiencia en la producción (Mankiw, 2013). Asimismo, existe relación positiva entre el tamaño y diversas actividades que mejoran la eficiencia, como la

adopción de tecnologías de información y comunicación, el desarrollo de habilidades laborales y las iniciativas de capacitación (Cohen & Klepper, 1996).

Sectores Económicos. - Variable categórica que representa los diferentes sectores económicos, según lo define la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU). Esta variable tiene como finalidad evaluar el impacto de las particularidades propias de cada sector económico en la productividad laboral, tales como la existencia de barreras de entrada, oportunidades tecnológicas, conocimiento, costos laborales, intensidad laboral, concentración de empresas, entre otros (Vásquez, 2018; Alderete & Gutiérrez, 2012).

Región. - Variable categórica, hace referencia a las regiones del Ecuador en las cuales se localiza la empresa. Se clasifica en las siguientes categorías: región Sierra, región Costa, región Amazónica y región Insular. De acuerdo con Holl (2013) la literatura sobre la productividad ha demostrado que incluso las empresas del mismo sector pueden experimentar diferencias significativas en la productividad debido a las diferentes ubicaciones. Según su investigación, las empresas obtienen una productividad superior en áreas con un mayor potencial de mercado y en distritos de aglomeración. Por otro lado, la principal causa de la desigualdad regional son las diversas condiciones de los factores regionales, así como la calidad y cantidad de los factores de entrada como capital, trabajo, tecnología e infraestructura (Florida & Kenney, 1998).

4.2 Estadística descriptiva

Con el fin de obtener una comprensión más sólida de las variables previamente mencionadas, se lleva a cabo un análisis de estadística descriptiva.

Tabla 1. Estadística descriptiva variables continuas

Variables	Media	Max	Desviación Estándar	Correlación Pearson		
				Productividad laboral	Edad	Tamaño
Productividad laboral	79.098	42.144.451	761.649	1		
Edad	22	121	15	-0,0295*	1	
Tamaño	188	10.690	503	-0,0191	0,2106***	1

nota: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

Elaborado por: autora

En la **Tabla 1** se presenta el resumen estadístico de las variables continuas. En primer lugar, es importante destacar que las variables productividad laboral y tamaño presentan heterogeneidad debido a que su desviación estándar es mayor que su media. Se procederá a trabajar con estas variables en su forma logarítmica para suavizar su comportamiento. Adicionalmente, la matriz de correlación no muestra problemas de multicolinealidad entre las variables de interés o problemas de endogeneidad con la variable dependiente, ya que las correlaciones entre las variables son bajas. No obstante, se llevarán a cabo pruebas adicionales para verificar esto de manera más exhaustiva en etapas posteriores del análisis.

Al analizar los datos de la Encuesta Estructural Empresarial 2021, se obtiene que el promedio del valor agregado por persona ocupada fue de 79.098 dólares, la edad promedio de las empresas fue de 22 años y la media de personal fue de 188 trabajadores por empresa.

Tabla 2. Correlaciones variables categóricas

Variables	Correlación Spearman				
	TIC	Capital Extranjero	Financiamiento	Sector Económico	Región
TIC	1				
Capital Extranjero	0,1435***	1			
Financiamiento	0,0631***	-0,1562***	1		
Sector Económico	0,0728***	0,0371**	-0,1317***	1	
Región	-0,1402***	-0,0662***	0,0663***	-0,0582***	1

nota: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

Elaborado por: autora

La **Tabla 2** muestra que las variables categóricas, al igual que las variables continuas, no tienen una correlación significativamente alta, lo que sugiere que la multicolinealidad podría no ser un problema. Sin embargo, se realizarán pruebas adicionales en etapas posteriores para confirmar esta suposición.

Tabla 3. Frecuencias variables categóricas: TIC, capital extranjero, financiamiento y distribución geográfica

Variables	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
TIC		
0: No	1.405	37,51%
1: Si	2.341	62,49%
Capital Extranjero		
0: No	3.009	80,33%
1: Si	737	19,67%
Financiamiento		
0: No	1.514	40,42%
1: Si	2.232	59,58%
Región		
1: Sierra	1.956	52,22%
2: Costa	1.737	46,37%
3: Amazonía	48	1,28%
4: Insular	5	0,13%

Elaborado por: autora

En la **Tabla 3**, se observa que el 62,49% de las grandes y medianas empresas invirtieron en TIC durante el 2021, el 19,67% contaban con capital extranjero mayor al 10% de su capital social, y el 59,58% de las empresas recibieron un crédito por parte de una entidad financiera formal en el mismo año.

En cuanto a la distribución geográfica, la mayoría de las empresas analizadas se encuentran en la región Sierra, pues concentra el 52,22%, seguida de la región Costa con 46,37%. En contraste, tanto la región Amazónica (1,28%) como la Insular (0,13%) presentan una presencia mínima en la distribución geográfica de los establecimientos.

Tabla 4. Frecuencia variable sector económico

Variables	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
Sector Económico		
1: Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos	1.575	42,04%
2: Industrias manufactureras	705	18,82%
3: Transporte y almacenamiento	194	5,18%
4: Actividades de servicios administrativos y de apoyo	171	4,56%
5: Construcción	165	4,40%
6: Actividades profesionales, científicas y técnicas	133	3,55%
7: Enseñanza	129	3,44%
8: Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	124	3,31%
9: Información y comunicación	103	2,75%
10: Explotación de minas y canteras	99	2,64%
11: Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	95	2,54%
12: Distribución de agua; alcantarillado, gestión de desechos y actividades de saneamiento	51	1,36%
13: Actividades financieras y de seguros	50	1,33%
14: Actividades inmobiliarias	42	1,12%
15: Otras actividades de servicios	40	1,07%
16: Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	37	0,99%
17: Artes, entretenimiento y recreación	33	0,88%

Elaborado por: autora

Con respecto a la actividad económica, la de mayor participación en la muestra es el “Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos”, con un 42,04%, seguido del sector de servicios que engloba cerca del 32,09%, las industrias manufactureras con el 18,82%, la construcción con el 4,40% y la minería con el 2,64%. (Ver **Tabla 4**).

5 Metodología

Considerando las investigaciones previas realizadas por Alderete & Gutiérrez (2012) y Badescu & Garcés-Ayerbe (2009), que se centraron en analizar el impacto de la inversión en TIC sobre la productividad laboral de las empresas mediante el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios, y tomando en cuenta que la base de datos utilizada para elaborar el presente estudio contiene datos de corte transversal, donde la variable dependiente es continua (específicamente, el valor agregado empresarial por persona ocupada), la metodología a emplear será una regresión múltiple que en primera estancia se estimará a través del método de mínimos cuadrados ordinarios. No obstante, dada la presencia de datos atípicos influyentes, se utilizará la regresión cuantílica como método alternativo de estimación después de revisar los supuestos de MCO.

Vicéns & Sánchez (2012) afirman que la regresión cuantílica se fundamenta en la minimización de desviaciones absolutas ponderadas con pesos asimétricos que no están influenciados por datos extremos, lo que proporciona una solución cuando hay datos atípicos, heterocedasticidad o cambios estructurales.

5.1. Especificación de la Regresión

A continuación, se presenta la especificación general de la forma funcional del modelo que se va a estimar:

$$\begin{aligned}
 \ln(\text{productividad laboral})_i & \\
 &= \beta_0 + \beta_1 TIC_i + \beta_2 \text{Capital_extranjero}_i + \beta_3 \text{Financiamiento}_i \\
 &+ \beta_4 \ln(\text{Tamaño})_i + \beta_5 \ln(\text{Tamaño})_i^2 + \beta_6 \text{Edad}_i + \beta_7 \text{Edad}_i^2 + \beta_8 \text{Manuf}_i \\
 &+ \beta_9 \text{Trans}_i + \beta_{10} \text{Act. adm}_i + \beta_{11} \text{Construcción}_i + \beta_{12} \text{Act. prof}_i \\
 &+ \beta_{13} \text{Enseñ}_i \\
 &+ \beta_{14} \text{Act. salud}_i + \beta_{15} IC_i + \beta_{16} \text{Exp. minas}_i + \beta_{17} \text{Act. comid}_i \\
 &+ \beta_{18} \text{Act. fin}_i + \beta_{19} \text{Dist. agu}_i + \beta_{20} \text{Act. inmob}_i + \beta_{21} \text{Otras. act}_i \\
 &+ \beta_{22} \text{Elect}_i + \beta_{23} \text{Artes}_i + \beta_{24} \text{Costa}_i + \beta_{25} \text{Amazonía}_i + \beta_{26} \text{Insular}_i + \varepsilon_i
 \end{aligned}$$

Con $i = 1, 2, 3, \dots, 3.740$.

donde:

$\ln(\text{productividad laboral})_i$: variable dependiente, se refiere al logaritmo natural del valor agregado empresarial por persona ocupada de la empresa i .

β_0 : término constante.

$\beta_{1, \dots, 26}$: coeficientes que cuantifican la relación existente entre cada variable independiente y la variable dependiente de la empresa i

ε_i : término de error de la observación i

Por su parte, las variables exógenas ya fueron descritas anteriormente en la sección de descripción de variables.

5.2. Validación de la Regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios

Para obtener resultados apropiados al evaluar el impacto de las variables independientes en la productividad laboral de las empresas grandes y medianas, es necesario realizar pruebas de validación del modelo econométrico descrito previamente, pues este debe cumplir con ciertas pruebas estadísticas, las cuales se detallan a continuación:

5.2.1. Multicolinealidad

Según Allen (1997), la multicolinealidad se presenta cuando una variable independiente muestra una correlación significativa con una o más de las otras variables independientes en un modelo de regresión múltiple. Si una variable independiente presenta una alta correlación con una o más variables independientes, su error estándar tiende a ser relativamente grande. Esto implica que el coeficiente de regresión sea inestable y variará mucho ante pequeños cambios en los datos, por su parte cuanto mayor sea el error estándar de un coeficiente de regresión, menos probable es que este coeficiente sea estadísticamente significativo.

Para identificar el problema de multicolinealidad en este análisis, se utiliza el Factor de Inflación de la Varianza (VIF). Este factor muestra cómo la varianza del estimador se incrementa cuando hay multicolinealidad y se obtiene de la siguiente manera (Ver Gujarati & Porter, 2010):

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2}$$

Donde R_j^2 , es el coeficiente de determinación de la regresión auxiliar de la variable x_j con respecto al resto de las variables independientes del modelo. De acuerdo con Gujarati & Porter (2010), un VIF de 10 o superior sugiere la presencia de multicolinealidad significativa.

Dado que el valor promedio del VIF en el modelo de análisis es de 2,74, se puede concluir que no existe un problema de multicolinealidad.

5.2.2. Heteroscedasticidad

El supuesto de homocedasticidad implica que el término de error tiene una varianza constante a lo largo de toda la muestra. Si este supuesto no se cumple en una situación empírica específica, aparece el problema de la heterocedasticidad en los datos (Panchanan, 2019).

Para identificar la presencia de heteroscedasticidad en el modelo, se procedió a realizar la prueba Breusch-Pagan (BP), donde el criterio para rechazar la hipótesis nula de homocedasticidad es el p-valor, mismo que debe ser lo suficientemente pequeño, es decir, menor que el nivel de significancia elegido (Wooldridge, 2012). Al realizar la prueba, se obtuvo un p-valor de 0,0000, lo que llevó a la conclusión de rechazar la hipótesis nula, indicando que los residuos del modelo presentan heteroscedasticidad.

Para solucionar este problema, existen varias alternativas para estimar los errores de manera robusta. Una de las opciones es la regresión cuantílica, la cual se caracteriza por su robustez ante la presencia de datos atípicos y heterocedasticidad (Vicéns & Sánchez, 2012).

5.2.3. Normalidad de los residuos

Si asumimos que el término de error sigue una distribución normal con media cero y varianza constante σ^2 , entonces los estimadores de MCO serán insesgados, eficientes (varianza mínima) y mostrarán consistencia (Gujarati & Porter, 2010).

Para determinar si el modelo presenta indicios de no normalidad de los residuos, se realizó un histograma. En el eje horizontal se representan los residuos, mientras que en el eje vertical se muestran las frecuencias correspondientes a estos. Adicionalmente, se grafica una curva que siguen una distribución normal con el propósito de determinar si los residuos obtenidos por la estimación de MCO se ajustan o no a esta distribución. La distribución de los errores no muestra una distribución normal perfecta, lo que significa que el supuesto de normalidad no se satisface. Para abordar este problema, una solución se encuentra en la aplicación de la regresión cuantílica, un método de estimación en el cual no se hace necesario asumir una distribución particular para el término de error (Fahrmeir et al., 2013).

5.2.4. Especificación incorrecta de la forma funcional

Se considera que un modelo presenta una especificación incorrecta de la forma funcional cuando no logra explicar adecuadamente la relación entre la variable dependiente y las variables independientes observadas, o cuando se han excluido variables explicativas relevantes. De acuerdo con Wooldridge (2012), la especificación incorrecta de la forma funcional puede presentar estimadores sesgados e inconsistentes, los cuales pueden conducir a conclusiones equivocadas.

Para identificar la presencia de problemas como la omisión de variables relevantes o forma funcional inadecuada en el modelo analizado, se procedió a realizar la prueba de error de especificación de la regresión (RESET) de Ramsey. En esta prueba, el criterio de decisión para

rechazar la hipótesis nula, que supone que el modelo está correctamente especificado, es el p-valor, por su parte la hipótesis alternativa indica una especificación incorrecta (Gujarati & Porter, 2010). Al llevar a cabo la prueba, se obtuvo un p-valor de 0,0000, lo que condujo al rechazo de la hipótesis nula a un nivel de significancia de 5%. Concluyendo que el modelo no está correctamente especificado, este resultado puede deberse a la exclusión de variables que pueden afectar al estudio. Sin embargo, si los signos de los coeficientes estimados coinciden con los sugeridos por la teoría económica revisada, se puede suponer que las estimaciones son insesgadas y eficientes.

5.2.5. Endogeneidad

La endogeneidad surge cuando las variables explicativas del modelo no son independientes del término estocástico, lo que implica estimaciones sesgadas e inconsistentes de los coeficientes obtenidos por MCO (Gujarati & Porter, 2010). La endogeneidad ocurre como resultado de un error de medición, relaciones causales bidireccionales entre la variable dependiente y una o más variables independientes, o por omisión de variable relevante (Budziński & Czajkowski, 2022). Con el fin de identificar si el modelo tiene un problema de endogeneidad se realizó la prueba especificación de Hausman, donde el criterio de decisión para rechazar la hipótesis nula, que establece que las variables son exógenas, es el p-valor, el cual debe ser mayor al nivel de significancia elegido (Gujarati & Porter, 2010).

En el marco de la investigación actual, se plantea la sospecha de que existe una relación bidireccional entre la “Productividad” y “Tamaño”. De acuerdo con Huerta et al. (2016) el tamaño de la empresa se considera una causa directa que puede limitar la innovación y, por lo tanto, obstaculizar la mejora de la productividad. Sin embargo, existe relación inversa, es decir, las empresas innovadoras son más productivas, lo que les permite crecer en sus mercados y, como resultado, aumentar su tamaño y ventas.

En nuestro análisis, empleamos el valor agregado bruto de la provincia donde se encuentra ubicada la empresa como una variable instrumental del tamaño. Esta elección se basa en la premisa de que en las provincias con mayores ingresos existe un mayor crecimiento empresarial, impulsado principalmente por atraer el capital humano de otras provincias del país como argumenta Carmona et al. (2020). Cuando realizamos la estimación a través de mínimos cuadrados en dos etapas, los resultados de la primera etapa indicaron que el instrumento que empleamos es estadísticamente significativo (con un nivel de significancia de 1%) y una significancia conjunta de 0,54 (esta debe superar el valor crítico de 0,10). Por lo tanto, se puede concluir que este instrumento es válido y adecuado para nuestro análisis.

Al realizar la prueba de Hausman, se obtuvo un valor de p de 0,2711, lo que significa que no se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5%. En consecuencia, se concluye que no hay evidencia de un problema de endogeneidad en el modelo.

En la validación del modelo estimado por MCO, se evidenció la existencia de heteroscedasticidad y no normalidad de los residuos. Además, por la presencia de datos atípicos influyentes, es necesario llevar a cabo el análisis mediante una técnica alternativa de estimación robusta. Investigaciones como las de Yasar et al. (2006), Ha et al. (2019) e Ikram & Su (2014), quienes analizan la productividad de las empresas utilizando técnicas de regresión por cuantiles debido a la probabilidad de que exista una variación significativa entre empresas en cuanto a intensidad de capital, productividad y tamaño. Bajo estas condiciones, se optó por utilizar la regresión cuantílica.

5.3. Regresión Cuantílica

La regresión cuantílica, introducida por Koenker & Bassett (1978), es una metodología que proporciona información sobre las variaciones del efecto que producen las variables independientes sobre la variable dependiente en diferentes cuantiles. Esto difiere del estimador de mínimos cuadrados, que brinda información sobre el efecto de las variables explicativas en la media condicional de la variable dependiente (Krüger, 2006).

Como señala Fahrmeir et al. (2013) entre las ventajas más importantes de la regresión por cuantiles, se encuentra su generalidad con respecto a la distribución de errores, dado que estos pueden seguir diferentes tipos de distribuciones y no se supone sean homocedásticos.

Se presenta la especificación del modelo de regresión cuantílica (ver Koenker & Bassett, 1978):

$$y_i = x_i\beta_\theta + \varepsilon_{\theta i} \quad [1]$$

$$\text{con } Q_\theta\left(\frac{y_i}{x_i}\right) = x_i\beta_\theta, \quad \theta \in (0,1)$$

donde:

y : variable dependiente.

x : denota a la matriz de variables independientes

β_θ : es el parámetro a estimar correspondiente al cuantil θ .

ε_θ : es la perturbación aleatoria correspondiente al cuantil θ .

$Q_\theta\left(\frac{y_i}{x_i}\right)$: denota el q -ésimo cuantil condicional de y_i dado x_i .

De acuerdo con Medina & Vincéns (2011), el propósito de la regresión cuantílica es minimizar una suma de errores absolutos ponderados con pesos asimétricos. Un caso particular de la regresión cuantílica es la regresión mediana, donde $\theta = 0,5$. En este escenario, los pesos son simétricos, y el objetivo de la regresión es minimizar la suma de las desviaciones en términos absolutos sin ponderar.

Un cuantil θ se define como:

$$\text{Min}(b \in R) \left[\sum_{y_i \geq b} \theta |y_i - b| + \sum_{y_i < b} (1 - \theta) |y_i - b| \right] \quad [2]$$

A partir de relación de la ecuación [1], se establece la definición de los cuantiles del término de $x_i \beta_\theta$ manera similar a la mencionada en [2]:

$$\text{Min}(\beta \in R) \left[\sum_{y_i \geq x_i \beta} \theta |y_i - x_i \beta| + \sum_{y_i < x_i \beta} (1 - \theta) |y_i - x_i \beta| \right] \quad [3]$$

La estimación cuantílica es calcular los parámetros que minimizan la expresión [3].

5.4. Validación de la Regresión Cuantílica

La regresión cuantílica ofrece soluciones efectivas para abordar la no normalidad de los errores y la heteroscedasticidad en nuestro modelo. Además, al observar que en la estimación por MCO no surgieron problemas de endogenidad o multicolinealidad, podemos concluir que el modelo es robusto y no presenta estas dificultades. Esto se debe a que los resultados obtenidos mediante MCO pueden ser aplicados con éxito a la regresión cuantílica, lo que fortalece nuestra confianza en la validez del enfoque.

Respecto a la correcta forma funcional, como lo afirman Chasco & Sánchez (2012), “*la estimación de los modelos hedónicos con métodos semi-paramétricos, como es el caso de la*

regresión cuantílica, excluye la posibilidad de incurrir en sesgo por forma funcional inadecuada”.

Además, los resultados presentan consistencia frente a la evidencia teórica, garantizando que la forma funcional es apropiada.

6 Resultados

En la **Tabla 5**, se muestran los resultados obtenidos de los diferentes modelos estimados por medio de la regresión cuantílica, acompañados de sus niveles de significancia. El objetivo de las distintas especificaciones realizadas es asegurar la estabilidad de los resultados obtenidos.

Tabla 5. Resultados estimaciones por Regresión Cuantílica

In(Productividad Laboral)	m1	m2	m3	m4	m5
	q75	q75	q75	q75	q75
TIC		.28328319*** (0.0404)	.29067167*** (0.0408)	.26871944*** (0.0384)	.28309049*** (0.0395)
Capital Extranjero	.75880764*** (0.0467)	.74086256*** (0.0469)	.73989674*** (0.0470)	.68124064*** (0.0450)	.68283929*** (0.0459)
Financiamiento	-.02910563 (0.0377)	-.02254055 (0.0377)	-.02783046 (0.0379)	-.02798232 (0.0364)	-.0293841 (0.0372)
logtamaño	-1.0288751*** (0.0496)	-1.0802058*** (0.0501)	-1.102478*** (0.0502)	-.99856854*** (0.0479)	-.99698153*** (0.0488)
logtamaño2	.08707357*** (0.0057)	.0895634*** (0.0057)	.09158596*** (0.0058)	.0806886*** (0.0055)	.08009881*** (0.0056)
Edad	.01780358*** (0.0033)	.01580763*** (0.0033)	.01560623*** (0.0033)	.01598119*** (0.0031)	.01608592*** (0.0032)
Edad2	-.00015128*** (0.0000)	-.00011886** (0.0000)	-.0001166* (0.0000)	-.00014343*** (0.0000)	-.0001439** (0.0000)
Industrias manufactureras				.00115556 (0.0499)	.00863572 (0.0509)
Transporte y almacenamiento				.11693338 (0.0798)	.12751684 (0.0817)
Actividades de servicios administrativos y de apoyo				-.48126656*** (0.0862)	-.48159228*** (0.0880)
Construcción				-.14474671 (0.0856)	-.13340891 (0.0873)
Actividades profesionales, científicas y técnicas				-.0134998 (0.0945)	.00012314 (0.0965)
Enseñanza				-.11159636 (0.0981)	-.09973593 (0.1001)
Actividades de atención de la salud humana				.10884343 (0.0983)	.09787067 (0.1003)
Información y comunicación				.25619913* (0.1068)	.24916716* (0.1091)
Explotación de minas y canteras				.52538563*** (0.1092)	.52502548*** (0.1118)
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas				-.64487547*** (0.1112)	-.64222014*** (0.1137)
Distribución de agua; alcantarillado, gestión de desechos				.02681144 (0.1501)	.03381459 (0.1535)
Actividades financieras y de seguros				.72423163*** (0.1511)	.72816413*** (0.1541)
Actividades inmobiliarias				.89704279*** (0.1637)	.89287831*** (0.1670)
Otras actividades de servicios				-.28201107 (0.1670)	-.32069699 (0.1704)
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado				1.4028482*** (0.1739)	1.4117638*** (0.1779)
Artes, entretenimiento y recreación				.09470772 (0.1847)	.0773655 (0.1883)
Costa			.00914504 (0.0371)		.01717676 (0.0360)
Amazonía			-.15066449 (0.1623)		-.01802708 (0.1570)
Insular			-.17841559 (0.4961)		-.18669695 (0.4779)
_cons	12.988999*** (0.1076)	12.983292*** (0.1074)	13.036531*** (0.1098)	12.831414*** (0.1037)	12.818159*** (0.1080)
Pseudo R2	0.1634	0.1732	0.1735	0.2137	0.2138
AIC	9.370,5743	9.281,9992	9.281,0155	9.035,1818	9.035,6702
BIC	9.414,1734	9.331,8267	9.349,5284	9.184,6645	9.203,8382

nota: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

Elaborado por: autora

En el **Modelo 1** se incorporaron exclusivamente las variables de control. Se puede apreciar que estas variables tienen un impacto significativo en la productividad de la empresa, a excepción de financiamiento. Es importante destacar que la variable que describe el tamaño y la edad de la empresa tienen un comportamiento cuadrático. El tamaño, al principio presenta un signo negativo y luego la relación se vuelve positiva, mientras que la edad, al principio, presenta un signo positivo y luego la relación se vuelve negativa. Por su parte, la variable Capital Extranjero se asocia con un signo positivo. En el **Modelo 2**, además de las variables mencionadas previamente, se agrega la variable TIC, que es nuestra variable independiente, esta presenta un signo positivo y significativo. La estimación del **Modelo 3** considera las variables previamente mencionadas, además de las variables que caracterizan la región geográfica donde se encuentra la empresa; sin embargo, esta última no muestra significancia estadística. En el **Modelo 4** se prescinde de las variables de la región geográfica, en su lugar, se incorporan las variables que describen el sector económico. Finalmente, el **Modelo 5** abarca todas las variables.

En los modelos planteados existe consistencia en los signos; además, los coeficientes estimados de las variables independientes no presentan cambios drásticos de magnitud, por lo que se concluye que existe consistencia en el modelo. Con respecto a la bondad de ajuste el R cuadrado de la estimación Cuantílica incrementa progresivamente a medida que se añaden las variables. El **Modelo 1**, que incluye las variables de control, tiene un R cuadrado de 0,1634 por su parte el **Modelo 5**, que incluye todas las variables descritas tienen un R cuadrado de 0,2138. Según Gujarati & Porter (2010), en las regresiones realizadas con datos de corte transversal, a menudo se observan valores bajos de R-cuadrado. Este fenómeno se considera adecuado en este contexto.

Al analizar el estadístico F, no se rechaza la hipótesis nula que sugiere que los coeficientes son distintos de cero ($\text{Prob} > F = 0,0000$). Por lo tanto, se puede inferir que, en su conjunto, las variables explican la productividad laboral.

Para seleccionar el modelo más apropiado que explique la relación entre la variable dependiente y las variables independientes, se emplea el Criterio de Información Bayesiano (BIC) y en el Criterio de Información Akaike (AIC), dando preferencia al modelo con el valor más bajo en estos criterios (Panchanan, 2019). De acuerdo el AIC y BIC, el **Modelo 4** se considera el más adecuado, por lo que se utilizará para la interpretación de datos.

A continuación, se procede a contrastar los resultados de la estimación con la hipótesis planteada. De acuerdo con la estimación del **Modelo 4**, una empresa que realiza inversión en TIC incrementa su productividad laboral en 26,87 puntos porcentuales. Este resultado concuerda con la evidencia de la literatura, respaldando así la validez de la hipótesis propuesta. Rodríguez & Martínez (2007) y Arendt & Grabowski (2018) sostienen que el impacto de la inversión en TIC en el valor agregado por trabajador es positivo y significativo, tanto para empresas de Andalucía, una de las regiones más desfavorecidas de España, como para Polonia. Por otro lado, Koellinger (2005) llega a la misma conclusión, afirmando que la inversión en TIC proporciona ganancias de eficiencia al reducir los costos de transacción, mejorar los procesos comerciales, facilitar la coordinación y aumentar la diversificación.

Analizando las variables de control, una empresa con una participación del capital extranjero superior al 10% experimenta un aumento en su productividad laboral de 68,12 puntos porcentuales. Este resultado es similar al de Fujii Olechko (2004), quien en su estudio encontró que la presencia de capital extranjero incrementa la productividad de las empresas mexicanas, dado que estas se benefician del conocimiento tecnológico, procesos y estándares desarrollados por la

empresa matriz. En el contexto de Ecuador, Quijia et al. (2021) resaltan que las empresas que cuentan con capital extranjero pueden aumentar su productividad laboral en un 33,3%.

En cuanto al tamaño de la empresa, un aumento de una unidad porcentual en la cantidad de personal que labora en la empresa disminuye la productividad laboral en 99,85 puntos porcentuales. Además, se observa un efecto positivo y estadísticamente significativo del tamaño al cuadrado: un aumento de una unidad porcentual en el personal se traduce en un incremento de la productividad laboral de la empresa en 8,06 puntos porcentuales. Esto demuestra que el tamaño de una empresa tiene un comportamiento en forma de U, es decir, existe un punto mínimo en el que la cantidad de trabajadores influye negativamente en la productividad de la empresa, sin embargo, desde este punto la productividad laboral comienza a aumentar. En la literatura la relación entre el tamaño de una empresa y su productividad es ambigua y no siempre se presenta en la misma dirección. Según Hall et al. (2009) y Ries (2011), las empresas más pequeñas exhiben una mayor agilidad y capacidad de adaptación a las transformaciones tecnológicas y de mercado. Mientras que autores como Mankiw (2013), Cohen & Klepper (1996) y Antonelli et al. (2015) argumentan que las empresas más grandes pueden aprovechar las economías de escala, tienen un acceso más sencillo a recursos financieros, tecnológicos y humanos. Al igual que una mayor capacidad para diversificar sus operaciones en múltiples mercados y más recursos para la investigación y desarrollo. Esto puede aumentar su eficiencia en términos de costos y, por tanto, su productividad.

En cuanto a la variable edad, un incremento en la edad de la empresa aumenta la productividad laboral en 1,59 puntos porcentuales. Por su parte, la edad al cuadrado tiene una influencia negativa y significativa, ante un incremento en la edad de la empresa, la productividad laboral disminuye en 0,01 puntos porcentuales. Es decir, la edad de la empresa presenta un

comportamiento en forma de U invertida, con un punto máximo en el que la edad de la empresa influye positivamente, sin embargo, desde este punto la productividad laboral comienza a disminuir. El efecto de la edad en la literatura es ambiguo y, en muchos casos, no lineal (Ikram & Su, 2014; J. A. Rodríguez & Rochina, 2019). Para el caso ecuatoriano Rodríguez & Rochina (2019), utilizando datos del censo económico 2010, encontraron que la edad de las empresas explica una mayor productividad, sin embargo, al alcanzar un cierto nivel, la relación se vuelve negativa. Según Huergo & Jaumandreu (2004), las empresas más antiguas tienen más experiencia y conocimientos acumulados en su industria. Esto puede traducirse en una mayor eficiencia en la producción, mejores procesos y una comprensión más profunda de su mercado objetivo, lo que puede impulsar la productividad. Por otro lado, las empresas más jóvenes pueden ser más ágiles y estar mejores preparadas para adaptarse a las últimas tendencias tecnológicas y cambios en el mercado. Esto puede darles una ventaja competitiva en términos de productividad al adoptar nuevas tecnologías y enfoques más rápidos que las empresas más antiguas (Ries, 2011).

En cuanto a las actividades económicas realizadas por las empresas, se detalla los resultados de las actividades que fueron significativas en relación con el sector de Comercio al por mayor y al por menor. La productividad de las empresas que realizan actividades de servicios administrativos y de apoyo disminuyó en 48,12 puntos porcentuales, mientras que la productividad de las empresas pertenecientes a la actividad de información y comunicación aumentó en 25,61 puntos porcentuales. Además, la productividad de las empresas pertenecientes a la actividad de explotación de minas y canteras aumentó en 52,53 puntos porcentuales. Por otro lado, la productividad laboral de las empresas de actividades de alojamiento y de servicios de comidas disminuyó en 64,48 puntos porcentuales. En contraste, las empresas dedicadas a las actividades financieras y de seguros incrementaron su productividad en 72,42 puntos porcentuales. Asimismo,

la productividad de las empresas dedicadas a actividades inmobiliarias aumentó en 89,70 puntos porcentuales, y finalmente, la productividad de las empresas de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado aumentó en 140,28 puntos porcentuales. Estos resultados se asemejan a las conclusiones de Mideros (2022), quien, en su análisis de la disparidad de productividad laboral, afirma que en Ecuador, la productividad se centra en tres grupos. En el primero grupo, los sectores de mayor productividad laboral son el petróleo, minas y actividades de servicios financieros. En el segundo grupo se encuentran las actividades profesionales, industriales y de construcción. Mientras que en el tercer grupo se encuentran las actividades de menor productividad laboral, como el comercio, servicio de comidas, el transporte, la agricultura, la ganadería y la pesca.

En lo que respecta a la variable de financiamiento, no se llevó a cabo el análisis debido a que no se encontró significativa.

En resumen, los resultados obtenidos coinciden con la investigación existente y respaldan la hipótesis propuesta en la investigación, pues la evidencia empírica indica que la inversión TIC tiene un efecto positivo en la productividad de las empresas.

7 Conclusiones

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la inversión en tecnologías de información y comunicación sobre la productividad de las medianas y grandes empresas del Ecuador durante el año 2021.

Los resultados obtenidos respaldan la hipótesis principal de la investigación, que sugiere que la inversión en TIC incide positivamente en la productividad laboral de las empresas grandes y medianas en Ecuador. Esta validación es coherente con la literatura existente y confirma la importancia estratégica de las TIC en la mejora de la eficiencia empresarial. Además, los resultados

resaltan la importancia de otros factores, como la participación de capital extranjero, el tamaño, la edad, y la actividad económica de las empresas en la determinación de su productividad.

Los resultados obtenidos en relación con el impacto del capital extranjero en la productividad laboral de las empresas ecuatorianas destacan la importancia de la inversión extranjera como un elemento clave para el desarrollo económico y la mejora de la eficiencia empresarial. Los hallazgos respaldan la noción de que la presencia de capital extranjero, especialmente cuando representa una participación significativa en una empresa, está asociada positivamente con un aumento sustancial en la productividad laboral.

Por otro lado, existe un comportamiento no lineal en relación con el tamaño y la antigüedad de la empresa. El tamaño de la empresa muestra un efecto en forma de U en la productividad, lo que sugiere que existe un punto óptimo en términos de personal empleado. Similarmente, la edad de la empresa muestra un comportamiento en forma de U invertida, donde la productividad aumenta hasta cierto punto y luego disminuye.

Las actividades económicas llevadas a cabo por las empresas tienen un impacto significativo en su productividad. Algunos sectores, como suministro de electricidad, gas, vapor y aire, las actividades inmobiliarias, las actividades financieras y de seguros, la explotación de minas y canteras demuestran un aumento sustancial en la productividad laboral con respecto al comercio, mientras que otros, como las actividades de servicios administrativos, las actividades de alojamiento y servicios de comidas experimentan una disminución en la productividad.

Estos hallazgos tienen importantes implicaciones para la toma de decisiones empresariales y políticas económicas en Ecuador, destacando la necesidad de fomentar la adopción de TIC como una herramienta fundamental para impulsar la eficiencia, la competitividad y el desarrollo

económico del país. Además, señalan la necesidad de promover un entorno favorable para atraer inversiones extranjeras y garantizar que las empresas locales puedan aprovechar al máximo la transferencia de tecnología y conocimientos que conlleva la inversión extranjera.

Como estrategias de políticas públicas destinadas a estimular la productividad de las empresas medianas y grandes en Ecuador, se recomienda: i) incluir incentivos fiscales para la inversión en TIC, programas de capacitación y desarrollo de infraestructura tecnológica, ii) impulsar el financiamiento para proyectos relacionados con las TIC, lo que podría influir en el diseño de nuevos productos financieros que fomenten la inversión en esta área, iii) promover la apertura económica, la estabilidad regulatoria y la protección de los derechos de propiedad.

La relación positiva entre la inversión en TIC y la productividad laboral ofrece oportunidades significativas para el desarrollo económico y la transformación digital en Ecuador. Sin embargo, es esencial que las políticas y estrategias se adapten a las necesidades y desafíos específicos del país, y se promueva un enfoque equitativo y sostenible para que todas las empresas puedan aprovechar los beneficios de las TIC en su búsqueda de la eficiencia y la competitividad.

Esta investigación no está libre de limitaciones que deben ser consideradas para investigaciones futuras. En primer lugar, el análisis se basó en datos disponibles correspondientes al año 2021, lo que significa que los resultados pueden no reflejar cambios o tendencias posteriores en la economía ecuatoriana. Además, debido a la disponibilidad de información de la encuesta ENESEM, esta investigación se centra exclusivamente en empresas grandes y medianas, dejando fuera del análisis a las pequeñas empresas. Esta limitación podría afectar la representatividad de los resultados, ya que las pequeñas empresas desempeñan un rol fundamental en la economía de Ecuador y pueden tener dinámicas y desafíos distintos en comparación con las empresas más

grandes. Por lo tanto, futuras investigaciones podrían abordar estas limitaciones y proporcionar una visión más exhaustiva de los factores que inciden en la productividad empresarial en Ecuador.

8 Bibliografía

Alderete, M., & Gutiérrez, L. (2012). TIC y productividad en las industrias de servicios en Colombia. In *Lecturas de Economía* (Vol. 77, pp. 163–188).

<https://doi.org/https://doi.org/10.17533/udea.le.n77a14773>

Allen, M. P. (1997). The Problem of Multicollinearity. In *Understanding Regression Analysis* (Springer, Boston, MA, pp. XII–216). https://doi.org/10.1007/978-0-585-25657-3_37

Antonelli, C., Crespi, F., & Scellato, G. (2015). Productivity growth persistence: firm strategies, size and system properties. *Small Business Economics*, 45(1), 129–147. <https://doi.org/10.1007/s11187-015-9644-2>

Arendt, L., & Grabowski, W. (2018). Impact of ICT Utilization on Innovations and on Labor Productivity: Micro-level Analysis for Poland. *Springer Proceedings in Business and Economics*, 225–247. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67101-7_17

Badescu, M., & Garcés-Ayerbe, C. (2009). The impact of information technologies on firm productivity: Empirical evidence from Spain. *Technovation*, 29(2), 122–129.

<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2008.07.005>

Bahrini, R., & Qaffas, A. A. (2019). Impact of information and communication technology on economic growth: Evidence from developing countries. *Economies*, 7(1).

<https://doi.org/10.3390/economies7010021>

- Banco Central del Ecuador [BCE]. (2022). *Banco Central del Ecuador - La economía ecuatoriana creció 4,2% en 2021, superando las previsiones de crecimiento más recientes*.
<https://www.bce.fin.ec/boletines-de-prensa-archivo/la-economia-ecuatoriana-crecio-4-2-en-2021-superando-las-previsiones-de-crecimiento-mas-recientes>
- Banco de Desarrollo de América Latina [CAF]. (2018a). *Apoyo a pymes para países más productivos*.
<https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1343/RED2018.pdf>
- Banco de Desarrollo de América Latina [CAF]. (2018b). *Instituciones para la productividad: hacia un mejor entorno empresarial*.
<https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1343/RED2018.pdf>
- Banco de Desarrollo de América Latina [CAF]. (2018c). *Financiamiento + innovación = Productividad en América Latina*. Conferencia CAF Productividad e Innovación Para El Desarrollo.
<https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2018/10/financiamiento-innovacion-productividad-en-america-latina/>
- Becchetti, L., Andres, D., & Bedoya, L. (2003). ICT Investment, Productivity and Efficiency: Evidence at Firm Level Using a Stochastic Frontier Approach. In *Journal of Productivity Analysis* (Vol. 20).
- Biagi, F. (2013). *ICT and productivity : a review of the literature*. Institute for Prospective Technological Studies. <https://data.europa.eu/doi/10.2788/32940>
- Brynjolfsson, E., & Yang, S. (1996). Information Technology and Productivity: A Review of the Literature. *Advances in Computers* , 43(C), 179–214. 10.1016/S0065-2458(08)60644-0
- Budziński, W., & Czajkowski, M. (2022). Endogeneity and Measurement Bias of the Indicator Variables in Hybrid Choice Models: A Monte Carlo Investigation. *Environmental and Resource Economics*, 83(3), 605–629. <https://doi.org/10.1007/s10640-022-00702-0>

- Cainelli, G., Evangelista, R., & Savona, M. (2006). Innovation and economic performance in services: A firm-level analysis. *Cambridge Journal of Economics*, 30(3), 435–458.
<https://doi.org/10.1093/cje/bei067>
- Carmona, M., Carvajal, Y., Aguirre, S., Ocampo, F., & Flórez, A. (2020). Determinantes del crecimiento empresarial en el sector manufacturero colombiano. *Panorama Económico*, 28(1), 1–15.
<https://doi.org/10.32997/pe-2020-2665>
- Carro, R., & González, D. (2012). *El Sistema de Producción y Operaciones: Productividad y Competitividad*. <http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1607>
- Chasco, C., & Sánchez, B. (2012). Externalidades Ambientales y Precio de la Vivienda en Madrid: Un análisis con regresión cuantílica espacial. *Galega de Economía*, 21(2).
https://www.usc.es/econo/RGE/Vol21_2/castelan/bt4c.pdf
- Cheng, L. (2013). Little's test of missing completely at random. In *The Stata Journal* (Vol. 13, Issue 4).
- Cohen, W. M., & Klepper, S. (1996). A Reprise of Size and R & D. *The Economic Journal*, 106(437), 925–951. <https://doi.org/10.2307/2235365>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2013). Entre mitos y realidades. TIC, políticas públicas y desarrollo productivo en América Latina. In *Comisión Económica para América Latina y El Caribe*. <http://www.cepal.org/Socinfo>.
- Enríquez, C. (2021). Tecnología, educación y alianzas son ejes para la competitividad. *Revista Líderes*.
<https://www.revistalideres.ec/lideres/tecnologia-educacion-alianzas-ejes-competitividad.html>
- Fahrmeir, L., Kneib, T., Lang, S., & Marx, B. (2013). Regression: Models, methods and applications. In *Regression: Models, Methods and Applications* (Vol. 9783642343339). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-34333-9>

- Florida, R. L., & Kenney, M. (1998). Venture Capital, High Technology and Regional Development. *Regional Studies*, 22(1), 33–48. <https://doi.org/10.1080/00343408812331344750>
- Fujii Olechko, D. (2004). Inversión extranjera y productividad en México. In *Investigación Económica: Vol. LXIII*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60124805>
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría Quinta edición*. McGraw-Hill/Irwin. <https://fvela.files.wordpress.com/2012/10/econometria-damodar-n-gujarati-5ta-ed.pdf>
- Ha, V. T. C., Holmes, M., Doan, T., & Hassan, G. (2019). Does foreign investment enhance domestic manufacturing firms' labour productivity? Evidence from a quantile regression approach. *Economic Change and Restructuring*. <https://doi.org/10.1007/s10644-019-09251-x>
- Hall, B. H., Lotti, F., & Mairesse, J. (2009). Innovation and productivity in SMEs: Empirical evidence for Italy. *Small Business Economics*, 33(1), 13–33. <https://doi.org/10.1007/s11187-009-9184-8>
- Hempell, T., Van Leeuwen, G., & Van Der Wiel, H. (2004). ICT, Innovation and Business Performance in Services: Evidence for Germany and the Netherlands. *ZEW/ Center for European Economic Research, ZEW Discussion Papers*.
- Heshmati, A., & Rashidghalam, M. (2018). Labour productivity in Kenyan manufacturing and service industries. In *Determinants of Economic Growth in Africa* (pp. 259–286). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76493-1_9
- Holl, A. (2013). Localización y productividad de la empresa española. *Investigaciones Regionales*, 25, 27–42. <https://www.redalyc.org/pdf/289/28926352005.pdf>
- Huergo, E., & Jaumandreu, J. (2004). Firms' age, process innovation and productivity growth. *International Journal of Industrial Organization*, 22(4), 541–559. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2003.12.002>

- Huerta, E., García, O., & Garcés, L. (2016). El tamaño de las empresas y la calidad del recurso empresarial: ¿causa o efecto? *Ekonomiaz, Revista Vasca de Economía*, 90(2), 32–55.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5778212>
- Ikram, A., & Su, Q. (2014). Determinants of productivity in the ready-made garments SMEs of Lahore, Pakistan. *Proceedings of the 5th International Asia Conference on Industrial Engineering and Management Innovation, IEMI 2014*, 81–86. https://doi.org/10.2991/978-94-6239-100-0_15
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2014). *INEC Objetivos/Políticas*.
www.ecuadorencifras.gob.ec/
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2022). *Boletín Técnico: Directorio de Empresas y Establecimientos 2021*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/DirectorioEmpresas/Directorio_Empresas_2021/Boletin_Tecnico_DI EE_2021.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2023a). *Boletín Técnico N°01-2023-ENESEM*.
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-a-empresas/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2023b). *Ficha metodológica personal ocupado empresarial ENESEM 2021*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-a-empresas/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2023). *Ficha metodológica valor agregado empresarial ENESEM 2021*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-a-empresas/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Cesnos [INEC]. (2022). *Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) diciembre 2021*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2021/Diciembre-2021/202112_Boletin_empleo.pdf

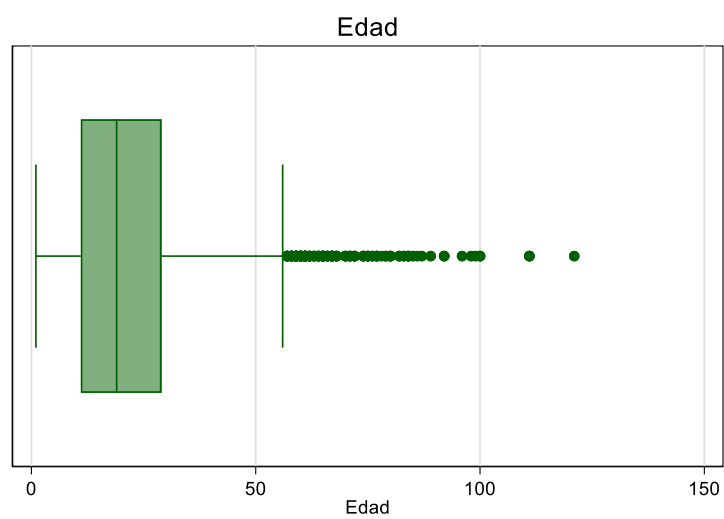
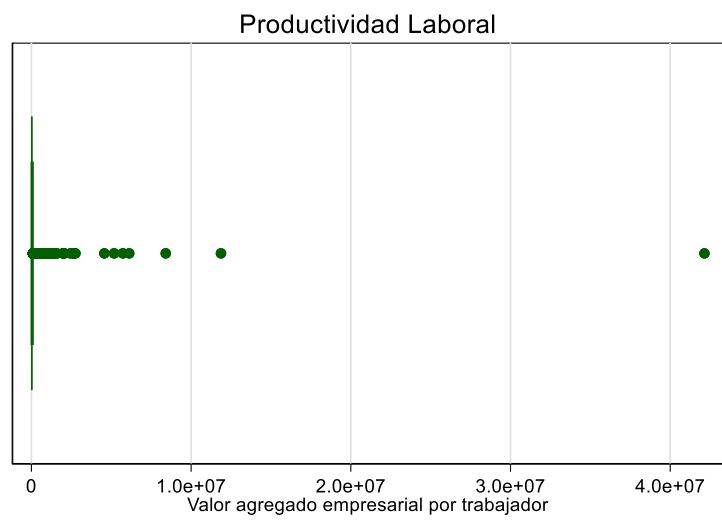
- Kılıçaslan, Y., Sickles, R. C., Atay Kayış, A., & Üçdoğruk Gürel, Y. (2017). Impact of ICT on the productivity of the firm: evidence from Turkish manufacturing. *Journal of Productivity Analysis*, 47(3), 277–289. <https://doi.org/10.1007/s11123-017-0497-3>
- Kleinke, K., Stemmler, M., Reinecke, J., & Lösel, F. (2011). Efficient ways to impute incomplete panel data. In *AStA Advances in Statistical Analysis* (Vol. 95, Issue 4, pp. 351–373). <https://doi.org/10.1007/s10182-011-0179-9>
- Kleis, L., Chwelos, P., Ramirez, R. V., & Cockburn, I. (2012). Information technology and intangible output: The impact of IT investment on innovation productivity. *Information Systems Research*, 23(1), 42–59. <https://doi.org/10.1287/isre.1100.0338>
- Koellinger, P. (2005). *Why IT matters: An empirical study of e-business usage, innovation, and firm performance*, DIW Discussion Papers, No. 495, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW). www.diw.de
- Koenker, R., & Bassett, G. (1978). Regression Quantiles. *Econometrica*, 46(1), 33–50. <https://doi.org/10.2307/1913643>
- Krüger, J. J. (2006). Productivity dynamics beyond-the-mean in U.S. manufacturing industries: An application of quantile regression. *Empirical Economics*, 31(1), 95–111. <https://doi.org/10.1007/s00181-005-0020-y>
- López, P. (2017). La productividad es casi todo. *Koyuntura*, 69. <https://www.usfq.edu.ec/sites/default/files/2020-09/koyuntura-2017-69.pdf>
- Mankiw, G. (2013). *Principles of Microeconomics, Seventh Edition* (Cengage Learning).
- Markusen, J. R. (1998). Multinational Firms, Location and Trade. *The World Economy*, 21(6), 733–756. <https://doi.org/10.1111/1467-9701.00161>

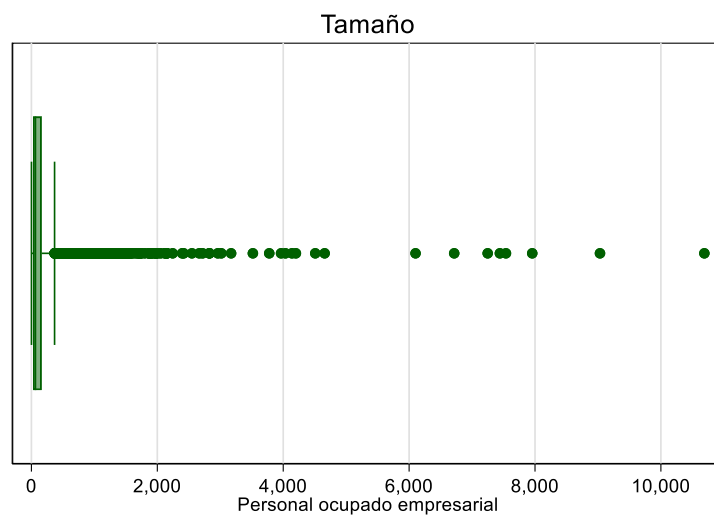
- Mazzucato, M. (2013). *The Entrepreneurial State : Debunking public vs. private sector myths* (Vol. 15).
<http://ojs.econ.uba.ar/ojs/index.php/H-ind/>
- Medina, E., & Vincéns, J. (2011). *Determinants of Household Electricity Demand in Spain: An Approach through Quantile Regression*. 29(2), 515–538. [https://doi.org/10.25115/eea.v29i2%20\(2\).4144](https://doi.org/10.25115/eea.v29i2%20(2).4144)
- Mideros, A. (2022). Es urgente un cambio estructural para potenciar el desarrollo. *PRIMICIAS*.
<https://www.primicias.ec/noticias/firmas/ecuador-empleo-productividad-reforma-urgente/>
- Panchanan, D. (2019). Linear Regression Model: Properties and Estimation. In *Econometrics in Theory and Practice: Analysis of Cross Section, Time Series and Panel Data with Stata 15.1* (pp. 1–565). Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-32-9019-8>
- Quijia, J., Guevara, C., & Ramírez, J. (2021). Determinants of labor productivity for Ecuadorian companies in the period 2009-2014. *Revista Politécnica*, 47(1), 17–26.
<https://doi.org/10.33333/rp.vol47n1.02>
- Ries, E. (2011). *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses* (Vol. 1). <https://hogeschool-rotterdam.academia.edu/DionvanderLinden>
- Rodríguez, J. A., & Rochina, M. E. (2019). ICT Use, Investments in R&D and Workers' Training, Firms' Productivity and Markups: The Case of Ecuadorian Manufacturing. *European Journal of Development Research*, 31(4), 1063–1106. <https://doi.org/10.1057/s41287-019-0197-0>
- Rodríguez, J., & Martínez, D. (2007). *The Role of ICT in the Economic Growth and Productivity of Andalucía*. <http://europa.eu.int>
- Schwab, K. (2019). *The Global Competitiveness Report*.
https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf

- Siebel, T. (2019). *Digital Transformation: Survive and Thrive in an Era of Mass Extinction* (Rosetta Books).
- Solow, R. M. (1987). We'd Better Watch Out. In *New York Times Book Review* (Vol. 36, p. 36).
<https://www.semanticscholar.org/paper/We%E2%80%99d-better-watch-out-Solow/cef149b3dbdaa85f74b114c2c7832982f23bcbf0>
- Syverson, C. (2011). What determines productivity. In *Journal of Economic Literature* (Vol. 49, Issue 2, pp. 326–365). <https://doi.org/10.1257/jel.49.2.326>
- Van, R., Bloom, N., Draca, M., Kretschmer, T., Sadun, R., Overman, H., & Schankerman, M. (2010). *The Economic Impact of ICT, Final Report for the European Commission, 2010*.
- Vásquez Núñez, J. (2018). Crecimiento económico, estructura del mercado laboral, pobreza y desigualdad por ramas de actividad económica. *Organización Internacional Del Trabajo*, 1(243).
www.ilo.org/publns
- Vicéns, J., & Sánchez, B. (2012). *Regresión Cuantílica: Estimación y Contrastes*.
www.uam.es/klein/gauss
- Wooldridge, J. M. (2012). Introductory Econometrics: A Modern approach, Fifth Edition. In *Cengage Learning* (pp. 1–862).
https://economics.ut.ac.ir/documents/3030266/14100645/Jeffrey_M._Wooldridge_Introductory_Econometrics_A_Modern_Approach__2012.pdf
- Yasar, M., Nelson, C. H., & Rejesus, R. (2006). Productivity and exporting status of manufacturing firms: Evidence from quantile regressions. *Review of World Economics*, 142(4), 675–694.
<https://doi.org/10.1007/s10290-006-0088-2>

9 Anexos

Anexo A: Diagrama de caja y bigotes





Elaborado por: autora