

¿El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación incrementan la productividad de las firmas? Evidencia empírica en Ecuador en el año 2019

Does the use of Information and Communication Technologies increase the firm's productivity? Empirical evidence in Ecuador in 2019

URL: <https://revistas.uta.edu.ec/erevista/index.php/bcoyu/article/view/1675>

Ramiro Soria-Cubilo¹; Jorge Altamirano-Cumbajin²; Fanny Cabrera-Barbecho³; Boris Tipán - Barros⁴

Fecha de recepción: 27 de diciembre de 2021

Fecha de aceptación: 30 de junio de 2022

Resumen

Un creciente número de estudios se han centrado en el análisis de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) y cómo estas contribuyen a alcanzar una mayor productividad en las firmas que lo implementan. Hasta ahora, en un contexto de globalización, se ha evidenciado que las TICs impulsan el logro de innovaciones y de mayor productividad para países desarrollados. La evidencia es menor para países en vías de desarrollo como el caso ecuatoriano. La investigación busca identificar si la implementación de las TICs incrementa la productividad laboral de las empresas ecuatorianas en el año 2019. Para ello, se utiliza la encuesta estructural empresarial del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos dirigida a empresas grandes y medianas, y se implementa una función de producción Cobb Douglas extendida. Los resultados muestran que el uso de las TICs influye positivamente sobre la productividad laboral mostrando efectos heterogéneos según el proceso para el que la herramienta fue utilizada, por sector, tamaño de la firma y por cuantiles de la distribución.

Palabras clave: TICs, valor agregado por empleado, productividad laboral, Ecuador.

Abstract

A growing number of studies have focused on the analysis of Information and Communication Technologies (ICTs) and how they contribute to achieving greater productivity in the firms that implement it. Until now, in a context of globalization, it has been shown that ICTs drive the achievement of innovations and higher productivity for developed countries. The evidence is less for developing countries like the Ecuadorian case. The research seeks to identify whether the implementation of ICTs increases the value added per employee of Ecuadorian companies in 2019. For this, the business structural survey of the National Institute of Statistics and Censuses is used, aimed at large and medium-sized companies, and implements an extended Cobb Douglas production function. The results show that the use of ICTs positively influences the value added per employee, showing heterogeneous effects according to the process for which the tool was used, by sector, size of the firm and by quantiles of the distribution.

Keywords: ICTs, value added per employee, labor productivity, Ecuador.



Esta publicación se encuentra bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento - NoComercial 4.0 Internacional.

¹ Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Ciencias Administrativas y Contables. Quito-Ecuador. E-mail: rmsoria@puce.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9668-0340>

² Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Ciencias Administrativas y Contables. Quito-Ecuador. E-mail: jpaltamirano@puce.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0233-615X>

³ Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Cuenca-Ecuador. E-mail: fanny.cabrera16@ucuenca.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0745-4921>

⁴ Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Cuenca-Ecuador. E-mail: boris.tipanb@ucuenca.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3805-1642>

Introducción

En la actualidad, las tecnologías de la información y comunicación (TICs) se han convertido en herramientas que desempeñan un rol importante en la generación, difusión y gestión del conocimiento (Cobo, 2009). La globalización de la información ha provocado que estos instrumentos (TICs) sean utilizados dentro de la estructura empresarial como insumo, con el propósito de ser el motor de crecimiento en la productividad de las mismas (Aboal & Tacsir, 2018).

El uso de las TICs crea una fuente de ventajas competitivas para la firma que lo implementa, por ejemplo: 1) reduce costos, 2) potencia una diferenciación entre empresas, 3) genera cambios en el alcance competitivo, 4) origina el alcance a nuevos negocios (Porter & Millar, 1985). Existen otras ventajas como: proporcionar ganancias de eficiencia, mejora de procesos comerciales, aumenta la diversificación e incluso permite un vínculo o cooperación más estrecho entre empresas, proveedores, clientes y competidores (Arendt & Grabowski, 2017).

A pesar de los beneficios en la introducción de las TICs dentro de las empresas, existen externalidades que no permiten un correcto funcionamiento o aplicación de las mismas, por lo que, los resultados pueden variar en función de la heterogeneidad propia de la empresa, como por ejemplo las características del empleado, la actividad económica que realice o incluso el nivel de liquidez que tenga al momento de realizar la inversión (Ballestar, Díaz, Sainz, & Torrent-Sellens, 2020). De allí que, Solow (1987) plantea la paradoja de la productividad que indica que, generar inversión en las tecnologías no implica necesariamente que las firmas alcance mayores retornos. La paradoja trató de ser explicada por diversos autores, quienes reflejaron que las mejoras en el diseño, proceso e innovación a través de las TICs tradujeron en un aumento de la productividad para los diferentes sectores analizados (Draca, Sadu, & Van Reenen, 2006; Mekala, Mischke, & Remes, 2018).

Bajo este contexto, la idea de que la implementación de las TICs en la empresa conduce a una mayor productividad, ha recibido una atención conceptual y dentro de la literatura empírica. Cada vez un mayor número de estudios utilizan diversas metodologías para analizar la relación entre la inversión en estas herramientas y el impacto que tiene sobre la productividad (Brynjolfsson & Hitt, 2003; Kijek & Kijek, 2019).

Se han encontrado pruebas sólidas que explican que los retornos obtenidos por la inversión son positivos y significativos para las empresas (Hitt & Brynjolfsson, 1996). A nivel internacional se ha encontrado que los retornos son significativos para los países desarrollados, pero no para los países en desarrollo durante los años 90 (Dewan & Kraemer, 2000). No obstante, otras investigaciones

recientes señalan que existen evidencia empírica que permiten afirmar que los países en desarrollo también pueden disfrutar de un crecimiento en la productividad asociado a la inversión en TICs, al mismo tiempo añaden que, para superar la paradoja, estos tienen que contar con la liberalización de su comercio (Zhang, Wei, & Ma, 2021). Además, destacan que los efectos de estas herramientas no solamente dependen del nivel de uso, sino también de recursos que permitan sostener estos cambios y de políticas favorables que faculte su aplicación (Dendrick, Kraemer, & Shin, 2014; Hawash & Guenter, 2020).

Esta paradoja ha generado diversos estudios e investigaciones durante los últimos años. Desafortunadamente, no existe una base sólida de información que permita ayudar a despejar esta incógnita para el caso ecuatoriano. En el caso particular del Ecuador, de acuerdo al Índice Network Readiness, indicador que da cuenta sobre la habilidad de una economía para apalancar sus avances en las TICs, el país se ubicó en el puesto 85 en relación a las 134 economías participantes para el año 2020. Analizando esta posición con respecto a los países de América Latina y el Caribe, se observa que se encuentra en la posición undécima, mientras que a un nivel vecinal se encuentra por encima de Bolivia, pero por debajo de economías como Colombia y Perú (BCE, 2021).

Según datos obtenidos a partir de la INEC (2019), en promedio el 50% de las empresas en el Ecuador realizan inversiones en TICs, en donde destacan los sectores como el minero, de manufactura y servicios alcanzando el 63%, 53% y 50% respectivamente. Además, señalan que el valor invertido en TICs por parte de las empresas es cercano a los 600 millones de dólares, en donde el sector de Servicios es el que realiza una mayor inversión representando el 64% del total. Asimismo, establecen una relación según el tamaño de la empresa, en donde el 70% de las consideradas grandes realizan inversiones en TICs mientras que, el 35% de las medianas invierten en estos instrumentos.

Con el fin de aportar evidencia empírica sobre el tema, este estudio tiene como objetivo analizar si el uso de las TICs tiene un efecto sobre la productividad laboral en las firmas ecuatorianas grandes y medianas. Los datos utilizados para el estudio fueron tomados del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) extraídos de la Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM)ⁱ para el año 2019 y se utiliza una función de producción Cobb Douglas extendida. Se espera que el estudio provea contribuciones a la literatura sobre la importancia de la implementación de las TICs en una economía en desarrollo latinoamericana, así como, exponer sobre los posibles efectos diferenciales según el sector económico y tamaño de la firma.

El artículo se encuentra organizado por secciones. La sección dos proporciona una breve revisión de la literatura existente. La sección tres describe la metodología, datos y

ⁱ La ENESEM, genera información estadística sobre la evolución y estructura de las actividades económicas para las empresas medianas y grandes del Ecuador.

variables a utilizar. La sección cuatro presenta los resultados y discusión de los hallazgos y por último la sección cinco expone las respectivas conclusiones derivadas del estudio.

Revisión de la literatura

El desarrollo y la difusión del conocimiento centra la atención dentro de diversos campos de la economía, especialmente de la relación entre innovación y productividad (Keller & Ross, 2013). La productividad laboral se define como la producción por unidad de trabajo, la cual posee fuerzas impulsoras que permiten mejorarla tales como: 1) la acumulación de maquinaria y equipo, 2) las mejoras en la organización en infraestructura física e institucional 3) la mejora en las habilidades de los trabajadores (capital humano) y 4) la generación de nuevas tecnologías (OECD, 2002). Las empresas que son manejadas eficientemente crecen, son competitivas y se mantienen dentro del mercado, mientras que las ineficientes tienden a presentar problemas de productividad por la disminución en sus niveles hasta desaparecer (Aghion, Blundell, Griffith, Howitt, & Prantl, 2004). Existen varias herramientas para mejorar el desempeño de una empresa, entre ellas las Tecnologías de la información y comunicación (TICs), que pueden afectar positivamente el proceso de innovación (Kijek & Kijek, 2019), y con ello la productividad.

Los primeros estudios sobre la relación entre la productividad y el uso de las TICs surgieron durante los años noventa, en donde se intenta aclarar la llamada paradoja de Solow, según la cual, planteaba que el aumento en la inversión en estas herramientas no necesariamente conducía a una mejora en la productividad (Aboal & Tacsir, 2018).

Durante esta época se realizan diversos estudios entre ellos Gordon (1999) y Jorgenson (2001). Los autores encontraron una relación positiva entre el uso de las TICs y la productividad de Estados Unidos. La evidencia de una relación positiva se refuerza para otros países como Turquía (Taştan & Feride, 2020), Reino Unido (Oulton, 2001), Rusia (Abramova & Grishchenko, 2020), Polonia (Arendt & Grabowski, 2017), entre otros. Sin embargo, Dewan & Kraemer (2000), establecen que esta hipótesis no se cumple en los países en vías de desarrollo. No obstante, durante la última década, en estudios realizados para el caso colombiano (Alderete & Gutiérrez, 2012; Gálvez, Riascos, & Contreras, 2014) y ecuatoriano (Litardo & Santana, 2019; Villavicencio, 2021; Arévalo, Nájera, & Piñero, 2018) demuestran que si existe una relación positiva para países en desarrollo.

Las TICs permiten a los trabajadores cooperar con el desarrollo de una firma, por lo que las empresas podrán explotar estos beneficios y mejorar el desempeño de la misma como respuesta ante estas oportunidades de innovación (Arendt & Grabowski, 2017). Abramova y Grishchenko (2020) confirman este supuesto, pues en su estudio indican que la productividad laboral de una empresa se encuentra ligada con el uso de estas herramientas.

Ballestar et. al (2020) señala que el conocimiento alcanzado gracias a la innovación permite fomentar la productividad de una empresa, sin embargo, durante el proceso existen diversas externalidades que pueden afectar esta consecución. Dendrick et al. (2014) establecen que los países en vías de desarrollo también pueden tener un aumento de la productividad frente a la inversión en estos instrumentos, sin embargo, señalan que existen otros factores que influyen especialmente dentro de este tipo de países como la inversión extranjera, los niveles de educación y el costo de los servicios de telecomunicaciones, esto sugiere que los efectos de las TICs no solo dependen del uso, sino de recursos y políticas que respalden su manejo.

Arévalo, Nájera & Piñero (2018) realizaron un estudio sobre la implementación de las TIC's en la productividad de las empresas de servicios dentro del mercado ecuatoriano para el periodo 2010-2016. En esta investigación encontraron que la inversión en tecnologías de información (TI), Inversión en capacitación (IC), Inversión en gestión del conocimiento (GC) y Mejora de las prácticas administrativas (PA) tiene un efecto significativo y positivo en la productividad y rentabilidad de las empresas. Además, añaden que existe un mayor efecto en el largo plazo debido a que toma un tiempo el poder incorporar estos cambios dentro de las organizaciones. Otros estudios vinculan factores como: talento humano, entorno financiero, clima empresarial, tamaño y edad de la empresa, entre otras dentro de los determinantes de la productividad (Litardo & Santana, 2019; Villavicencio, 2021).

Los efectos de las TICs sobre la productividad de una firma se encuentran sujetas a diversas condiciones, entre estas destacan el sector económico donde desempeña sus labores y el tamaño de la misma (Gálvez, Riascos, & Contreras, 2014). Kijek & Kijek (2018) encontraron que la inversión en TICs tiene un efecto doble sobre la productividad, en primer lugar un vínculo directo entre las TICs y la productividad, sin embargo, este depende de la categoría sectorial en el cual se encuentre la empresa, adicionalmente, identificaron que las empresas grandes son más eficientes que las empresas medianas y pequeñas.

Desde otra perspectiva, varios autores señalan a la inversión en las TICs como el incremento en el nivel de digitalización, puesto que permite reducir las brechas digitales existentes con el propósito de que se mejore la eficiencia de los trabajadores y organizaciones, debido a que, al mismo tiempo en el que se invierte en las tecnologías se da una respuesta en las habilidades y conocimientos (capital humano) de los trabajadores (Herman, 2020).

Abramova et al. (2020), afirman que las diversas condiciones que tienen que cumplirse para lograr un rendimiento productivo por aplicación de las TICs son: (1) un período de tiempo suficientemente largo para poder alcanzar la madurez, y (2) que éstas se conviertan en una fuente de crecimiento en la productividad laboral.

Metodología

Para medir el impacto de las TICs sobre la productividad de la empresa se utiliza una función de producción Cobb Douglas extendida como lo aplica Taştan & Gönel (2020), Aboal & Tascir (2017) y Hangsten & Sabadash (2017).

$$Prod_i = \alpha_0 + \beta_1 k_i + \beta_2 l_i + \beta_3 ch_i + \beta_4 TIC_i + \beta_k x_k + u_i \quad (1)$$

Donde *Prod* es la productividad laboral, *k* y *l* representan los factores de capital y trabajo, *ch* indica la cualificación del capital humano, *TIC* es la inversión en TICs, *x* representa otras variables de control, *u* son los residuos del modelo, y $\alpha_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_k$ son los coeficientes a ser estimados e indican los efectos de las variables independientes. El parámetro de interés es β_4 , si es diferente de cero el uso de las TICs incrementa la productividad. Nótese que no se estima el efecto causal, pero si se identifica la diferencia promedio en la productividad entre las firmas que utilizan y no utilizan las TICs una vez controlado por los efectos de otras variables de control.

Alternativamente, la ecuación (2) utiliza la variable *TIC_tipo*, misma que es una variable dummy para distintos tipos de procesos que han utilizado TICs. El objetivo es identificar si existe efectos diferenciales dependiendo del proceso para el que las tecnologías de información son utilizadas.

$$Prod_i = \alpha_0 + \beta_1 k_i + \beta_2 l_i + \beta_3 ch_i + \beta_4 TIC_tipo_i + \beta_k x_k + u_i \quad (2)$$

Otros estudios como Alderete y Gutiérrez (2012) utiliza la variable stock en capital físico (*k*) diferenciando en TICs y no TICs, mientras que Taştan & Gönel (2020) y Dendrick & Kraemer (2014) dividen al insumo trabajo (*l*) entre la mano de obra que utiliza TICs, y las que no utilizan TICs. Para este estudio, se tomó la versión de Taştan & Gönel (2020) y se adaptó a la ecuación (3).

$$Prod_i = \alpha_0 + \beta_1 k_i + \beta_2 l_i + \beta_3 ch_i + \beta_4 ein + \beta_k x_k + u_i \quad (3)$$

Tomando la variable proxy *ein* como la mano de obra que utiliza TICs. Esta representa la proporción de empleados que utilizan internet (Taştan & Gönel, 2020). No se utiliza el insumo empleado que no utilizan TICs, pues al ser *ein* una proporción, el inverso representa los empleados que no utilizan TICs.

El estimador de mínimos cuadrados lineales (MCO) se aplica para la estimación de las ecuaciones 1-3. Se verifica los supuestos de multicolinealidad y homocedasticidad como un paso previo a las estimaciones y se determina errores estándar robustos para evitar problemas de heterocedasticidad.

A pesar de que MCO es ampliamente utilizado, se propone la hipótesis de que el efecto del uso de las TICs depende del nivel de productividad alcanzado por la firma, es decir, que los efectos no son constantes, sino que cambian según el cuantil de la productividad, o valor agregado por

empleado en el que se encuentra la firma. Por lo que, se estima la ecuación (1) a través de una regresión cuantílica (Mcbride, 2003; Cameron & Trivedi, 2009; Brosi & Biber, 2009) como se presenta en la ecuación (4).

$$Q_q(Prod_i) = \alpha_q + \beta_{q,1} k_i + \beta_{q,2} l_i + \beta_{q,3} ch_i + \beta_{q,4} TIC_i + \beta_{q,k} x_k \quad (4)$$

Donde $Q_q(Prod_i)$ es la variable dependiente que indica que la Productividad, se toma para el *q*th cuantil, de forma que los coeficientes se estiman para cada cuantil. Dentro de la investigación se estima (4) para los cuantiles ($q=0,20, 0,4, 0,6, 0,80$). La regresión cuantílica se aplica cuando los efectos de las variables sobre el fenómeno estudiado no son lineales. Para verificar este supuesto, se aplica el test de equivalencia, el cual prueba la hipótesis nula que plantea que los coeficientes en cada cuantil son iguales (Cameron & Trivedi, 2009). Si se rechaza la hipótesis nula, implica que la aplicación de la ecuación (4) es correcta.

Datos y variables

Para el análisis empírico se utiliza la Encuesta Estructural Empresarial ENESEM 2019 proveniente del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). El periodo de referencia es el año 2019 por lo que se dispone de datos de corte transversal. ENESEM incluye información a más del desempeño económico, sobre tópicos relacionados a las TICs y está dirigida a empresas medianas y grandes. Una empresa mediana según la Comunidad Andina de Naciones (CAN) es considerada como aquella que dispone de un personal ocupado de 50 a 199 empleados y con ingresos anuales de USD 1'000.001 a USD 5'000.000, mientras que las grandes empresas se consideran aquellas con 200 o más empleados e ingresos anuales de más de cinco millones de dólares (INEC, 2019). Por lo que, la unidad de análisis se conforma por las empresas ecuatorianas grandes y medianas.

La Tabla A1 muestra las variables dependientes y explicativas, así como su forma de medición. Según estudios como Alderete y Gutiérrez (2012) la medida de productividad óptima es el valor agregado por empleado, mientras que, estudios como Aboal & Tascir (2017) y Litardo & Santana (2019) y Villavicencio (2021) utilizan las ventas por empleado. En el artículo se utiliza tres medidas como variable dependiente, es decir como medida de productividad laboral o desempeño de la empresa: el valor agregado por empleado (*Va*), la producción por empleado (*Prod*) y las ventas por empleado (*Ventas*).

Los estadísticos descriptivos para el total de la muestra, por sector y según las empresas medianas y grandes se presenta en la Tabla 1. La muestra (3.779 firmas) está conformada mayoritariamente de empresas grandes (74,94%), y del sector comercio (42,39%). Un 93% de las firmas utilizan las Tecnologías de información y Comunicación (TICs) para la gestión empresarial en distintos ámbitos. En efecto la mayoría de empresas (82%) utiliza las TICs para la gestión de relaciones con los clientes, pero es menos utilizado para apoyo al desarrollo productivo y gestión del conocimiento, 50% y 58% de las firmas

respectivamente. Si se analiza por tamaño, se visualiza que las empresas medianas (86%) son las que menor uso hacen de las TICs en comparación con las firmas grandes (95%). Para todo tipo de sector y tamaño, las firmas hacen uso de las TICs especialmente para la gestión de las relaciones con los clientes y gestión de finanzas y presupuesto. Por último, el sector manufactura, minería y construcción es el que

presenta la menor tasa promedio de empleados que usan TICs (*ein* 41%) en relación a los sectores comercio (69%) y servicios (67%). Estas diferencias tanto en el nivel de uso de TICs así como en el tipo de uso de TICs podría llevar a heterogeneidades en los resultados sobre el incremento de la productividad laboral.

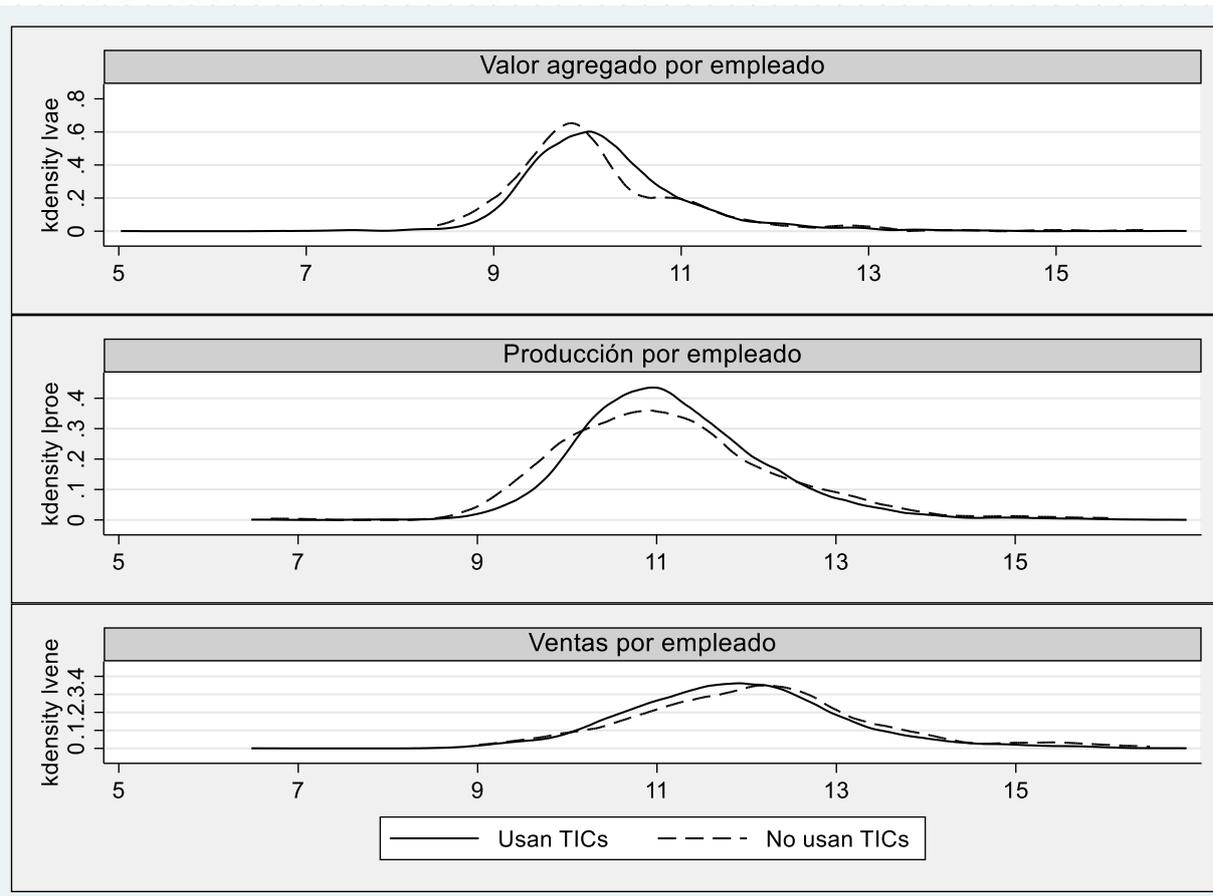
Tabla 1. Descriptivos muestra total, por sector y tamaño

Variable	Muestra total			Sector			Tamaño	
	Observaciones	Media	Std.Dev	Manufactura, minería, construcción 27,73%	Comercio 42,39%	Servicios 29,88%	Mediana 25,06%	Grande 74,94%
Va	3.570	10,19	0,90	10,21	10,19	10,19	9,93	10,28
Prod	3.703	11,20	1,07	11,62	10,90	11,23	10,94	11,28
Ventas	3.701	11,91	1,20	11,66	12,52	11,25	11,39	12,08
k	3.107	5,49	3,60	6,29	4,98	5,48	3,93	6,01
l	3.707	4,22	1,41	4,64	3,73	4,52	3,37	4,49
ch	3.707	0,86	0,23	0,80	0,89	0,87	0,85	0,86
TIC	3.779	0,93	0,26	0,93	0,93	0,92	0,86	0,95
cliente	3.779	0,82	0,39	0,82	0,79	0,84	0,74	0,84
control	3.779	0,72	0,45	0,77	0,75	0,62	0,60	0,76
suministro	3.779	0,73	0,44	0,79	0,76	0,63	0,58	0,78
finanzas	3.779	0,79	0,40	0,83	0,77	0,80	0,70	0,83
RRHH	3.779	0,76	0,42	0,81	0,73	0,78	0,65	0,80
ventas	3.779	0,71	0,46	0,70	0,74	0,66	0,58	0,75
desarrollo	3.779	0,50	0,50	0,65	0,43	0,46	0,38	0,54
conocimiento	3.779	0,58	0,49	0,60	0,54	0,60	0,51	0,60
ein	3.706	0,61	0,34	0,41	0,69	0,67	0,62	0,60
edad	3.778	2,76	0,78	2,86	2,68	2,80	2,59	2,82

Fuente: Elaboración propia a partir de ENESEM (2019), INEC

En la Figura 1 se identifica visualmente que existe una ligera diferencia positiva en el valor agregado y la producción por empleado de las empresas que utilizan TICs en relación a las firmas que no utilizan esta herramienta. Pero, no se observa diferencias en las ventas por empleado, pues las curvas se superponen. La diferencia se acentúa para la producción por empleado, indicando la posibilidad de que el uso de las TICs incremente la productividad. No obstante, también se observa que la ligera diferencia de las variables, se

visualiza en los primeros cuantiles de la distribución, pero no en los últimos cuantiles sugiriendo que podría existir un efecto del uso de las TICs que depende de la distribución donde se encuentre la firma. En específico, se observa que el uso de las TICs podría presentar efectos positivos en la productividad laboral (variables *va* y *prod*) cuando las empresas se encuentran en las primeras fases de rendimiento productivo, mientras que, el empleo de las TICs no aporta mayor productividad cuando las firmas se encuentran con altos niveles de rendimiento productivo.



Fuente: Elaboración propia a partir de ENESEM (2019), INEC
Figura 1. Diferencial del valor agregado, producción y ventas por empleado entre las firmas que usan y no usan TICs

Por último, en la Tabla A2 se identifica que no existe problemas de multicolinealidad al no existir correlaciones altas entre las variables explicativas. Lo que es adecuado para la aplicación de la metodología descrita en apartados anteriores

Resultados

La Tabla 2 muestra los resultados de la aplicación de la ecuación (1) y (3) para las tres medidas de productividad laboral: el valor agregado por empleado, su producción y ventas. La diferencia entre los modelos uno y dos es que, la primera utiliza TICs como dummy, mientras que el segundo modelo utiliza la variable alternativa *ein* (proporción de empleados que utilizan TICs) para medir el efecto del uso de las TICs.

En todos los casos no hay problemas de multicolinealidad pues el factor de inflación de la varianza es menor a 10. Además, se confirma la existencia de heterocedasticidad según el test de Breusch-Pagan al 1% del nivel de significancia, por lo que, los errores estándar que se presentan son robustos ante la presencia de heterocedasticidad. Según el test de significancia global (F), el modelo en su conjunto explica a las variables dependientes, y el coeficiente de determinación (R cuadrado) varía de 17,37% a 51,67% según el modelo y

variable dependiente analizada, estos se encuentran de acuerdo a la literatura para datos de corte transversal, por ejemplo, Aboal & Tascir (2018).

Los resultados muestran que, el uso de las TICs incrementa la productividad laboral (VA, PROD y VENTAS) al 10% o 1% del nivel de significancia. Pero, el efecto es mayor para el caso de la producción por empleado (PROD) según los hallazgos para la muestra total. La variable alternativa *ein* también es significativa y positiva, corroborando su efecto directo para las firmas que utilizan dentro de su gestión el uso de las TICs. Los hallazgos corroboran la hipótesis que surge de la revisión de literatura sobre el efecto positivo de las TICs sobre la productividad laboral de las empresas que lo emplean.

Analizando los otros factores de producción, los hallazgos muestran que el capital físico (k) y capital humano (ch) son relevantes para alcanzar un mejor desempeño para los tres tipos de indicadores. El signo negativo y significativo del tamaño (l) indica la presencia de deseconomías de escala en las firmas medianas y grandes del Ecuador en el año 2019. Por último, la edad es un factor que influye positivamente sobre el valor agregado por empleado (VA) y la producción por empleado (PROD) pero no sobre las ventas por empleado.

Tabla 2. Determinantes del valor agregado por empleado (VA), producción por empleado (PROD), y ventas por empleado (VENTAS) de la muestra total de firmas

Variables	VA		PROD		VENTAS	
	modelo 1	modelo 2	modelo 1	modelo 2	modelo 1	modelo 2
k	0,06222*** (0,0049)	0,05941*** (0,0049)	0,06795*** (0,0050)	0,06509*** (0,0049)	0,05157*** (0,0046)	0,04890*** (0,0046)
l	-0,2591*** (0,0180)	-0,2236*** (0,0183)	-0,3806*** (0,0174)	-0,3371*** (0,0177)	-0,4797*** (0,0165)	-0,4436*** (0,0168)
ch	0,4321*** (0,0523)	0,2370*** (0,0518)	0,4036*** (0,0652)	0,1718** (0,0668)	0,3521*** (0,0644)	0,1550** (0,0658)
tic	0,1117* (0,0679)		0,1859*** (0,0696)		0,1196* (0,0614)	
ein		0,5637*** (0,0529)		0,6701*** (0,0569)		0,5633*** (0,0554)
edad	0,07613*** (0,0237)	0,07034*** (0,0232)	0,05406** (0,0243)	0,04904** (0,0236)	0,00794 (0,0230)	0,003304 (0,0225)
constante	10,336*** (0,1114)	10,243*** (0,0956)	12,289*** (0,1180)	12,211*** (0,1051)	13,132*** (0,1089)	13,039*** (0,1006)
Sector	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
N	3002	3001	3102	3101	3101	3100
Test F global	57,907***	75,028***	166,42***	183,51***	367,13***	417,38***
R cuadrado	0,1737	0,2061	0,3016	0,3332	0,4993	0,5167
Breusch-Pagan Chi2	335,37***	431,49***	70,50***	113,78***	17,38***	2,35
Factor de inflación de la varianza	1,26	1,37	1,26	1,37	1,26	1,37

Leyenda: Nivel de significancia *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01, Errores estándar robustos en paréntesis

Fuente: Elaboración propia a partir de ENESEM (2019), INEC

No obstante, se evidencia que no todo uso de las TICs incrementa el desempeño de la firma, y ésta depende de tipo del proceso para el que se emplea. Según las columnas dos, tres y cuatro de la Tabla 3, la efectividad de las TICs sobre la productividad laboral de las firmas (columna 2 VA) se da cuando son utilizadas para la gestión del conocimiento, mientras que si una firma desea incrementar la productividad laboral a través de PROD o VENTAS debe utilizar las TICs para el apoyo del desarrollo productivo. Considerando que la variable VA es una medida efectiva para la productividad laboral según Alderete y Gutiérrez (2012), esta variable se utiliza de ahora en adelante para los siguientes análisis. El uso de las tres medidas hasta este punto demostró que las TICs son efectivas para incrementar la productividad laboral independientemente de la unidad de medida utilizada lo que robustece los resultados presentados.

Los hallazgos son heterogéneos dependiendo del sector y el tamaño de la firma. Así, por ejemplo, en el sector Manufactura, minería y construcción, el uso de las TICs es efectivo sobre el VA cuando se utiliza para la gestión de finanzas, presupuesto y para la gestión del conocimiento. Mientras que en el caso del sector comercio y firmas grandes, el incremento del VA por implementación de las TICs se da por el uso de las mismas para la gestión del conocimiento; y para el apoyo al desarrollo productivo en el caso del sector servicios y empresas medianas. La evidencia sugiere dos aportes importantes. En primer lugar, las TICs presentan efectos positivos sobre la productividad laboral (medido por VA) para todos los sectores económicos analizados e independientemente del tamaño. Pero, cada sector así como cada tamaño presentan características heterogéneas que hacen que no todo uso de TICs sea efectivo para el incremento de la productividad laboral. Lo último implica que no se puede generalizar ni recomendar un solo tipo de uso de TICs en la empresa sino que debe ser acorde a sus características.

Tabla 3. Efectos marginales del uso de las TICs por tipo, muestra total, por sector y por tamaño

Variables	Muestra total			Manufactura, minería y construcción	Comercio	Servicios	Medianas	Grandes
	VA	PROD	VENTAS	VA	VA	VA	VA	VA
	Coef	Coef	Coef	Coef	Coef	Coef	Coef	Coef
control	0,046 (0,0426)	0,03036 (0,0466)	0,01519 (0,0429)	0,03613 (0,0842)	0,04269 (0,0605)	0,07444 (0,0776)	0,06333 (0,0696)	0,05113 (0,0474)
suministro	-0,03139 (0,0494)	0,007346 (0,0539)	0,05682 (0,0498)	0,1436 (0,1263)	-0,01689 (0,0691)	-0,1213 (0,0802)	-0,2050*** (0,0780)	-0,02326 (0,0571)
finanzas	0,1038* (0,0572)	0,1096* (0,0577)	0,09227* (0,0529)	0,2559*** (0,0897)	-0,03771 (0,0746)	0,2042* (0,1172)	0,06544 (0,0789)	0,08363 (0,0666)
RRHH	-0,0032 (0,0552)	0,004354 (0,0543)	-0,08817* (0,0506)	-0,1740* (0,0894)	0,04358 (0,0689)	-0,02206 (0,1251)	0,1084 (0,0752)	-0,01289 (0,0653)
ventas	-0,005319 (0,0442)	0,05541 (0,0449)	0,06126 (0,0420)	-0,15 (0,0947)	0,06909 (0,0608)	0,01062 (0,0787)	0,03501 (0,0658)	-0,05851 (0,0507)
desarrollo	0,07318* (0,0375)	0,1241*** (0,0407)	0,1413*** (0,0384)	-0,05133 (0,0785)	0,09099* (0,0513)	0,1719** (0,0702)	0,1254** (0,0592)	0,01849 (0,0422)
conocimiento	0,06822** (0,0346)	0,03404 (0,0380)	-0,002582 (0,0369)	0,1431** (0,0688)	0,1379*** (0,0476)	-0,1284* (0,0693)	-0,05286 (0,0569)	0,1349*** (0,0383)
Otros controles	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Sector	Sí	Sí	Sí	-	-	-	Sí	Sí
N	3002	3102	3101	814	1291	897	752	2250
Test F global	35,869***	96,381***	204,8***	9,5115***	29,113***	15,931***	17,547***	30,659***
R cuadrado	0,18	0,3106	0,5051	0,1204	0,2034	0,2324	0,3513	0,2303

Legenda: Nivel de significancia *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01. Errores estándar robustos en paréntesis

Fuente: Elaboración propia a partir de ENESEM (2019), INEC

A más de los diferenciales del desempeño de la firma por tipo de proceso que emplea las TICs, se corrobora según el test de equivalencia, que los efectos calculados para cada cuantil de la distribución del VA es distinto (significancia al 1%). Lo que implica que el uso de la ecuación (4) es adecuada. Los resultados de la Tabla 4 muestran hallazgos relevantes para las firmas ecuatorianas, pues se evidencia que el uso de las TICs es importante para las firmas que se encuentran en los cuantiles de la distribución de

productividad laboral bajos (VA q=0,20; 0,40), pero no para aquellas empresas que ya han alcanzado altos niveles de productividad laboral (VA q=0,60; 0,80). Para estas firmas, lo importante para continuar incrementando la productividad laboral, es disponer de una mayor proporción de capital humano (empleados cualificados), ya que el efecto positivo de *ch* incrementa para cuantiles superiores de la distribución (ver Tabla 4 y Figura 2).

Tabla 4. Efectos de las variables explicativas sobre el valor agregado por empleado (VA) según cuantiles

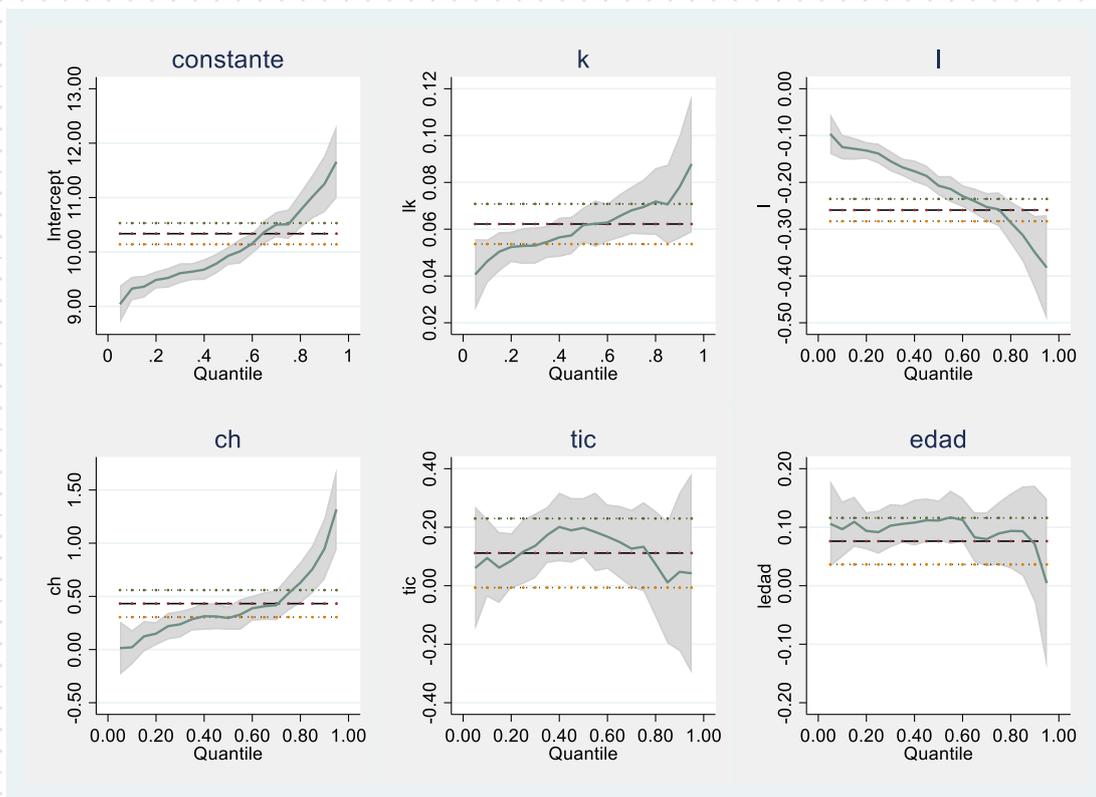
Variables	MCO	q=0,20	q=0,40	q=0,60	q=0,80
	Coef	Coef	Coef	Coef	Coef
k	0,06222*** (0,0049)	0,0524*** (0,0032)	0,0565*** (0,0045)	0,0628*** (0,0060)	0,0718*** (0,0076)
l	-0,2591*** (0,0180)	-0,1319*** (0,0115)	-0,1762*** (0,0132)	-0,2293*** (0,0186)	-0,2858*** (0,0277)
ch	0,4321*** (0,0523)	0,1495*** (0,0361)	0,3131*** (0,0491)	0,3880*** (0,0588)	0,6287*** (0,0781)
tic	0,1117* (0,0679)	0,0855** (0,0434)	0,2010*** (0,0629)	0,1676 (0,1056)	0,074 (0,1309)
edad	0,07613*** (0,0237)	0,0937*** (0,0213)	0,1080*** (0,0210)	0,1125*** (0,0236)	0,0936*** (0,0311)
constante	10,336*** (0,1114)	9,4865*** (0,0963)	9,6758*** (0,0982)	10,1546*** (0,1349)	10,7659*** (0,2055)
Sector	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
N	3002	3002	3002	3002	3002
Test F global	57,907***				
R cuadrado/pseudo R2	0,1737	0,0781	0,085	0,0944	0,1171

Legenda: Nivel de significancia *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01, Errores estándar robustos en paréntesis para estimaciones de MCO, errores estándar Bootstrap para estimaciones de la regresión cuantílica

Fuente: Elaboración propia a partir de ENESEM (2019), INEC

La Figura 2 da cuenta del efecto no lineal de las variables explicativas sobre la productividad laboral (medido por VA) de las empresas medianas y grandes ecuatorianas en el año 2019. Se observa que el efecto de incrementar el capital fijo (k) y capital humano (ch) tiene mayores efectos para las firmas de los cuantiles superiores de la distribución. En el caso de la variable tamaño (l), muestra que a mayor tamaño se da diseconomías de escala y en mayor medida para altos niveles del VA.

Según la variable de interés del estudio, el efecto de las TICs es importante para la productividad laboral y el efecto incrementa en los primeros cuantiles hasta aproximadamente la mediana de la distribución, no obstante, cuando la productividad laboral (VA) supera la mediana, su efecto disminuye y se vuelve no significativo. Estos hallazgos se corroboran con la Figura A1, según el cual, no existe diferencia para el VA ($q=0,80$).



Fuente: Elaboración propia a partir de ENESEM (2019), INEC
Figura 2. Efectos de las variables explicativas sobre el valor agregado por empleado (VA) según cuantiles

Conclusiones

La evidencia sobre el impacto del uso de las TICs en las empresas medianas y grandes del Ecuador, muestran que, aquellas firmas que implementan las TICs para la gestión de sus procesos presentan mayores niveles de desempeño que aquellas que no la aplican. Congruente con los resultados de Alderete & Gutiérrez (2012), Taştan & Feride (2020), Hawash & Guenter (2020) para diferentes países (excluyendo Ecuador) y Litardo & Santana (2019), Villavicencio (2021) para el caso ecuatoriano. Pero, el efecto es diferenciado dependiendo del proceso de gestión en la que se implementa la herramienta, así como del sector, tamaño, y distribución del valor agregado por empleado. De hecho, el uso de las TICs es relevante en las primeras etapas del VA, pero para etapas posteriores en las que ha alcanzado altos niveles, el uso de las TICs no tienen impacto significativo y es el incremento del capital humano el más relevante de los insumos de producción.

Los hallazgos proveen interesante evidencia que permite aportar a la literatura sobre países en desarrollo. Además, del estudio se derivan dos importantes recomendaciones. En primer lugar, las agencias gubernamentales correspondientes deberían promover la innovación empresarial a través de las herramientas TICs, especialmente enfocados a procesos de gestión del conocimiento y de desarrollo productivo con el fin de incrementar el valor agregado por empleado como objetivo principal. En segundo lugar, si la firma ya dispone de altos niveles de valor agregado por empleado, el uso de las TICs no le dará mayor ventaja, sino más bien la capacitación y cualificación del personal contratado. Por lo que, se recomienda la capacitación del capital humano, de forma que le permita generar mayor eficiencia en los procesos y con ello lograr ventajas competitivas.

Por otra parte, para aquellas firmas con bajos niveles de productividad, deben implementar las TICs en complementariedad con una capacitación de capital humano para aprovechar los efectos positivos en conjunto.

Es importante considerar que no todos los tipos de usos de TICs influyen sobre la productividad sino que depende del sector en el que se encuentre. Por ejemplo, el sector de manufactura, minería y construcción debe enfocarse principalmente en el uso de las TICs para la gestión de finanzas, mientras que en el caso del sector comercio debe priorizar las TICs para desarrollo de conocimiento debido a la alta competitividad a la que se enfrenta este sector. Los resultados advierten que cada sector según su tamaño y características requiere revisar y ajustar el tipo de uso de las TICs implementadas.

El tamaño de la empresa también juega un rol importante a la hora de seleccionar una estrategia óptima de inversión en TICs. Las grandes empresas se enfrentan cada vez a una mayor competencia en el mercado por lo que deben focalizar su inversión en TICs para la gestión del conocimiento. Siendo este tipo de estrategia la que permitiría a las grandes firmas beneficiarse de forma integral al aprovechar los posibles efectos derramamiento para el resto de departamentos. Mientras que en el caso de las medianas empresas, éstas no deben orientar su estrategia de inversión hacia la gestión de la cadena de suministro y logística de inventario por sus efectos negativos en el valor agregado. Al contrario, las estrategias para este tipo de empresas debe ser tendiente a invertir en TICs para la gestión del desarrollo productivo como objetivo principal, y luego enlazar otros tipos de estrategia pero siendo el desarrollo productivo que dictamina el camino a seguir. En este sentido, la gestión de la cadena de suministro y logística se convierte en un medio para el desarrollo productivo y no a la inversa.

La investigación no contempla a las empresas pequeñas y micro, el análisis de las TICs sobre este tipo de firmas es relevante al conformar gran parte de la estructura productiva del país. Este tópico conforma la agenda de trabajos futuros. A partir del análisis realizado, se podría implementar metodologías que permitan evaluar el proceso integral del uso de las TICs desde la decisión de su implementación, el logro de resultados a mediano plazo (como innovaciones tecnológicas y no tecnológicas), y cómo a su vez, a través de las innovaciones, se alcanza una mayor productividad o rentabilidad. Métodos como el implementado por Crepon, Duguet y Mairesse (1998) conocido como CDM podría utilizarse para estos fines y ser explorado en investigaciones futuras.

Referencias

- Aboal, D., & Tacsir, E. (2018). Innovation and productivity in services and manufacturing: the role of ICT. *Industrial and Corporate Change*, 221-241.
- Abramova, N., & Grishchenko, N. (2020). ICTs, Labour Productivity and Employment: Sustainability in Industries in Russia. *Procedia Manufacturing*, 299-305.
- Aghion, P., Blundell, R., Griffith, R., Howitt, P., & Prantl, S. (2004). Entry and Productivity Growth: Evidence from Microlevel Panel Data. *Journal of the European Economic Association*, 265-276.
- Alderete, M., & Gutiérrez, L. (2012). TIC y productividad en las industrias de servicios en Colombia. *Scielo*, 163-188.
- Arendt, L., & Grabowski, W. (2017). Innovations, ICT and ICTdriven labour productivity in Poland. *Economics of Transition*, 723-758.
- Arévalo, D., Nájera, S., & Piñero, E. (2018). La Influencia de la Implementación de las Tecnologías de Información en la Productividad de Empresas de Servicios. *Scielo*, 199-212.
- Ballestar, M., Díaz, Á., Sainz, J., & Torrent-Sellens, J. (2020). Knowledge, robots and productivity in SMEs: Explaining the second digital wave. *Journal of Business Research*, 119-131.
- BCE. (Marzo de 2021). *Banco Central del Ecuador*. Fuente: BCE: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/BOLETIN382021.pdf>
- Brosi, B., & Biber, E. (2009). Statistical inference, Type II error, and decision making under the US Endangered Species Act. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 487-494.
- Brynjolfsson, E., & Hitt, L. (2003). Computing Productivity: Firm-Level Evidence. *EconPapers*, 793-808.
- Cameron, C., & Trivedi, P. (2009). *Microeconometrics Using Stata*. Texas: StataCorp LP.
- Cobo, J. (2009). El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento. *Revista De Estudios De Comunicación = Komunikazio Ikasketen Aldizkaria*, 295-318.
- Crepon, B., Duguet, E., & Mairesse, J. (1998). Research, Innovation, and Productivity: an Econometric Analysis at the Firm Level. *SSRN*, 1-44.
- Dendrick, J., Kraemer, K., & Shin, E. (2014). Information technology and productivity in developed and developing countries. *Journal of Management Information Systems*, 97/122.
- Dewan, S., & Kraemer, K. (2000). Information Technology and Productivity: Evidence from. *Management Science*, 548-562.
- Draca, M., Sadu, R., & Van Reenen, J. (2006). Productivity and ICT: A Review of the Evidence. *Centre for Economic Performance*, 1-76.
- Gálvez, E., Riascos, S., & Contreras, F. (2014). Influencia de las tecnologías de la información y comunicación en el rendimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas colombianas. *Science Direct*, 355-364.
- Gordon, R. (1999). Has the "New Economy" Rendered the Productivity Slowdown Obsolete? *University Northwestern*, 1-37.
- Hawash, R., & Guenter, L. (2020). Does the digital gap matter? Estimating the impact of ICT on productivity in developing countries. *Eurasian Economic Review*, 189-209.
- Herman, E. (2020). The Influence of ICT Sector on the Romanian Labour Market in the European Context. *Procedia Manufacturing*, 344-351.
- Hitt, L., & Brynjolfsson, E. (1996). Productivity, Business Profitability, and Consumer Surplus: Three Different Measures of Information Technology Value. *MIS Quarterly*, 121-142.
- INEC. (2019). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Fuente: INEC: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-a-empresas/>
- Johansson, B., & Loof, H. (2015). Productivity, networks and knowledge flows. *Economics of Innovation and New Technology*, 1-4.

- Jorgenson, D. (2001). Information Technology and the U.S. Economy. *American Economic Review*, 1-32.
- Keller, W., & Ross, S. (2013). The Gravity of Knowledge. *American Economic Review*, 1414-1444.
- Kijek, T., & Kijek, A. (2019). Is innovation the key to solving the productivity paradox? *Journal of Innovation & Knowledge*, 219-225.
- Litardo, J., & Santana, L. (2019). *Análisis de inversión en las TIC y su relación con la productividad en las Pymes del sector textil a nivel nacional*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Fuente: <http://201.159.223.180/bitstream/3317/13584/1/T-UCSG-PRE-ECO-ADM-519.pdf>
- Mcbride, G. (2003). Applications: Equivalence Tests Can Enhance Environmental Science and Management. *Australian & New Zealand Journal of Statistics*, 19-29.
- Mekala, K., Mischke, J., & Remes, J. (2018). Is the Solow Paradox back? *The McKinsey Quarterly*, 1-4.
- OECD. (8 de Agosto de 2002). *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos*. Fuente: OECD: <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=4819>
- Oulton, N. (2001). ICT and productivity growth in the United Kingdom. *Bank of England*, 1-77.
- Porter, M., & Millar, V. (1985). How Information Gives You Competitive Advantage. *Harvard Business Review*, 149-160.
- Taştan, H., & Feride, G. (2020). ICT labor, software usage, and productivity: firm-level evidence from Turkey. *Journal of Productivity Analysis*, 265-285.
- Villavicencio, K. (2021). *Influencia de las Tics en la productividad de las empresas del Sector Manufacturero de Manabí*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Fuente: <http://201.159.223.180/bitstream/3317/16285/1/T-UCSG-PRE-ECO-ADM-583.pdf>
- Zhang, H., Wei, Y., & Ma, S. (2021). Overcoming the “Solow paradox”: Tariff reduction and productivity growth of Chinese ICT firms. *Journal of Asian Economics*, 74-88.

Anexos

Tabla A1. Variable y su forma de medición

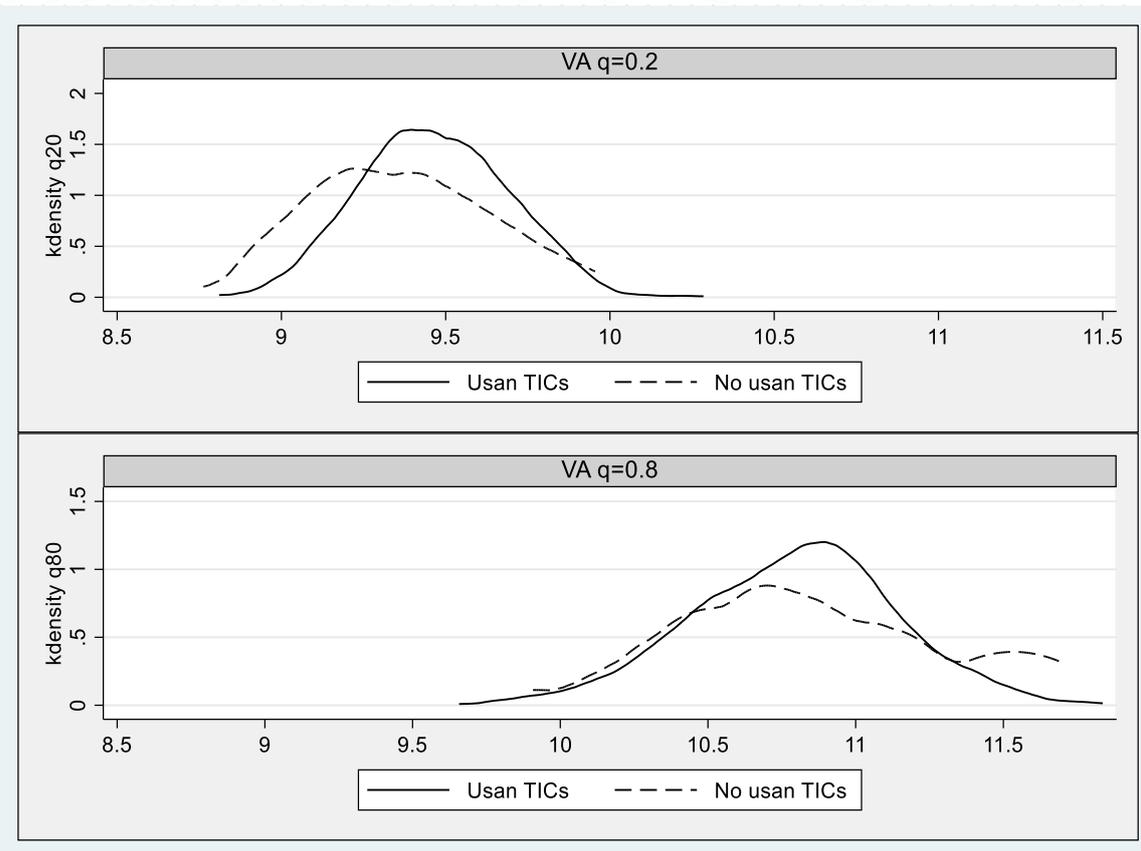
Variable	Descripción	Unidad de medida
Prod	log producción/empleados	log
Va	log valor agregado/empleados	log
Ventas	log ventas/empleados	log
k	log formación bruta de capital fijo/empleados	log
l	log empleados (representa el tamaño)	log
ch	empleados calificados/total empleados	%
TIC	1. si la firma utiliza TICs	dummy
cliente	1. utiliza TICs para gestión de relaciones con los clientes	dummy
control	1. utiliza TICs para control y seguimiento de pedidos	dummy
suministro	1. utiliza TICs para gestión de cadena de suministro, logística de inventario	dummy
finanzas	1. utiliza TICs para gestión de finanzas y presupuesto	dummy
RRHH	1. utiliza TICs para gestión de recursos humanos	dummy
ventas	1. utiliza TICs para servicio y soporte en ventas	dummy
desarrollo	1. utiliza TICs para apoyo al desarrollo productivo	dummy
conocimiento	1. utiliza TICs para gestión del conocimiento	dummy
ein	personal ocupado que utilizan internet/total empleados	%
edad	log edad de la firma	log
sector	1. manufactura, minería y construcción; 2. comercio; 3. servicios	categorica
tamaño	1. mediana empresa; 2. grande empresa	categorica

Fuente: Elaboración propia a partir de ENESEM (2019), INEC

Tabla A2. Correlaciones variables explicativas

Variables	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
[1] k	1				
[2] l	0,3005	1			
[3] ch	-0,0168	-0,1323	1		
[4] tic	0,1217	0,1515	0,0363	1	
[5] ein	-0,0490	-0,3033	0,3299	0,0553	1
[6] ledad	0,1660	0,3292	0,0265	0,0832	-0,0665

Fuente: Elaboración propia a partir de ENESEM (2019), INEC



Fuente: Elaboración propia a partir de ENESEM (2019), INEC

Figura A1. Estimación del valor agregado por empleado (VA) cuantiles $q=0,2$; $0,8$ según el uso o no uso de las TICs