

La Incidencia de las Tecnologías de Información en la Rentabilidad de las firmas de Servicios

Danny Arévalo-Avecillas¹, Rober Luciano Alipio², Roberto Morales Vergara³

(1) ESPOLE Polytechnic University, Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOLE, (Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas), Campus Gustavo Galindo Km. 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador.

(2) Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, Perú.

(3) Facultad de Administración, Universidad de Guayaquil.

e-mail: darevalo@espol.edu.ec; rluciano@unaat.edu.pe; roberto.moralesv@ug.edu.ec

Resumen

La investigación tiene como propósito determinar la influencia de las tecnologías de la información (TI) en la rentabilidad de las empresas de servicios (incluido instituciones educativas), considerando el efecto moderador de las variables explicativas inversión en capacitación, inversión en gestión del conocimiento y las prácticas administrativas. El estudio es no experimental, de alcance correlacional y de enfoque cuantitativo. Se utilizaron fuentes de datos secundarios, obtenidos por medio de bases de datos oficiales, desde el año 2011 hasta el 2017. El estudio presenta un análisis de datos de panel a partir de una función de producción de Cobb-Douglas. Los resultados demuestran que la inversión en TI influye positivamente en la rentabilidad y que la gestión del conocimiento cumple el rol de variable moderadora.

Palabras clave: tecnologías de información; rentabilidad; empresas de servicios; datos de panel; gestión del conocimiento.

INTRODUCCIÓN

En la era actual las tecnologías de información (TI) evolucionan a un ritmo vertiginoso. Estados Unidos, Canadá, Japón, Suecia, Finlandia, Noruega, Corea del Sur, Suiza, entre otros, son algunos países desarrollados que utilizan las tecnologías de información para generar procesos más sistematizados y eficientes [5], [11].

En América Latina, los servicios representaron el 66% del valor añadido en el 2010, muy por encima del 49% que se registró en 1980. Las firmas de servicios por lo general son empresas compuestas por un conjunto de habilidades y capacidades para lograr a cabo sus estrategias comerciales [19]. Dichas firmas usan las tecnologías de información para incrementar las competencias gerenciales y generar procesos de innovación por medio del uso de herramientas y plataformas tecnológicas. Además, las TI ayudan a las empresas a desarrollar su potencial, por los múltiples beneficios que se generan al sistematizar y optimizar los procesos [28], [32].

Según Brynjolfsson y Hitt [13] las inversiones en TI pueden producir beneficios en la productividad, pero su incremento depende tanto de la innovación tecnológica como de los cambios organizacionales realizados por la firma [9]. El World Economic Forum reconoció que un 10% de penetración de banda ancha generó un incremento del 0.25% del PIB y que los países con mayor uso de TI experimentan una productividad empresarial siete veces mayor que los países que no invierten de forma apropiada en TI [1], [12].

Aral, Brynjolfsson y Wu [3] indicaron que mejorar el rendimiento y la eficiencia dentro de las organizaciones se ha convertido en un tema complejo, por la dificultad de su aplicación, causado por la improvisación e intercambio de la información sobre métodos, manuales o evaluación previa de las diversas actividades gerenciales u organizacionales [2]. Los procesos de comunicación son bases para el desarrollo de sistemas y la dirección de estrategias. Por este motivo, el efecto de las TI produce un flujo de información eficaz para generar una mayor descentralización y permitir al personal tomar decisiones [18].

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Por otro lado, Melville, Kraemer y Gurbaxani [25] explicaron que las TI conectan las diferentes empresas a través de la fusión de negocios y la búsqueda ágil de proveedores y clientes [7]. Por lo tanto, dentro del contexto del desarrollo e implementación de las TI, es necesario incluir al recurso humano tanto de la coordinación de actividades internas como de la organización externa a la empresa [22], [31].

MARCO TEÓRICO

La presente investigación está enfocada en analizar la relación de la inversión en tecnologías de información y la rentabilidad en firmas de servicios [25], [29]. Luego de una revisión teórica de las variables explicativas inversión en capacitación, gestión del conocimiento y las prácticas administrativas, algunos autores sugieren que dichas variables pueden moderar la relación entre las TI y la rentabilidad [2], [7], [17], [18]. Siguiendo a Arvanitis [5] el término tecnologías de información (TI) está definido como dispositivos electrónicos de computación (*hardware* y *software*), telecomunicaciones, microelectrónica y optoelectrónica que permiten el procesamiento y acumulación de enormes cantidades de información, además de una rápida distribución de la información a través de redes de comunicación de la firma. Por tal motivo, las firmas emplean con más eficiencia el capital físico, el talento humano y las herramientas tecnológicas para incrementar su productividad y mejorar la rentabilidad de las firmas [1].

La rentabilidad consiste en el rendimiento que produce una serie de acciones económicas en un determinado periodo de tiempo [26]. En este contexto, la rentabilidad puede ser medida a través de varios indicadores, entre los que se destacan: (a) rentabilidad acumulada, que consiste en el beneficio neto obtenido durante un período de tiempo determinado proveniente de la actividad económica de la empresa, calculada a partir de la diferencia entre el total de ingresos y el total de egresos [25]; (b) rentabilidad económica, que consiste en un indicador de eficiencia económica o de la capacidad del negocio para generar beneficios a partir de los activos y el capital invertido [14]; (c) rentabilidad financiera o retorno sobre el patrimonio (ROE), que se obtiene por medio de la relación entre la utilidad antes de impuesto y los fondos propios del negocio; y (d) rentabilidad comercial o retorno sobre las ventas (ROS),

que hace referencia al ratio que evalúa la relación entre la utilidad generada para el total de las ventas realizadas durante un período de tiempo determinado [23]. Inclusive, Cefis y Ciccarelli [16] proponen un nuevo enfoque en la rentabilidad bajo la medición de la rentabilidad innovadora, que representa el nivel de utilidades o ganancias generadas por nuevos servicios o innovaciones en el mercado [10].

Diversas investigaciones han analizado el efecto directo de la inversión en TI sobre la rentabilidad [4], [13], [26] con resultados poco satisfactorios. No obstante, los investigadores concilian dichos hallazgos con la idea central de que la inversión en TI debe presentar un impacto positivo en la rentabilidad de las firmas por medio de cuatro argumentos: (a) los efectos competitivos, (b) creación de valor, (c) cambios en la naturaleza de los sistemas de TI y (d) problemas en la modelación de los datos [20], [13], [26].

Con respecto a los efectos competitivos, la literatura establece que las empresas transmiten los beneficios de la productividad generada por medio de las TI en forma de precios más bajo y mejores servicios para los clientes. De este modo, cuando las organizaciones utilizan las TI para generar ventaja competitiva, tanto por costos o por diferenciación, los sistemas de TI pueden mejorar la satisfacción del cliente y, por consiguiente, aumentar la rentabilidad del negocio [12], [26].

Por otro lado, investigaciones sugieren que es posible detectar los efectos de la inversión de TI en la rentabilidad de las firmas a niveles desagregados, analizando aspectos como las capacidades específicas de las TI o el nivel de sistemas empleados en los procesos [4], [26]. De esta forma, la creación de valor de las aplicaciones individuales de TI puede influenciar directa o indirectamente en la rentabilidad, por lo que las inversiones globales en TI deberían gradualmente producir mejores ganancias [6].

Los cambios en la naturaleza de los sistemas de TI también representan un argumento válido en la explicación sobre los resultados poco satisfactorios en la relación entre inversión en TI y la rentabilidad. El argumento se fundamenta en las limitaciones de las TI en la era anterior al internet que impedía la conectividad y la integración de los sistemas de estándares abiertos en los procesos de negocio. En la

era actual, las organizaciones emplean diferentes plataformas como Customer Relationship Management (CRM) o Supply Chain Management (SCM), además de la externalización de las TI [3] lo que hace probable que las empresas capturen mayor valor de las inversiones en TI a partir de la era post-internet.

Los problemas en la modelación de los datos igualmente influyen en la obtención de resultados poco fiables en la relación entre las TI y la rentabilidad. Esto se debe a las técnicas empleadas para analizar la relación entre las variables. Por otro lado, la rentabilidad supone un constructo amplio con diversos métodos de medición y, consecuentemente, presenta distintos resultados para varios contextos [25]. Cabe destacar además que la rentabilidad es consecuencia de una serie de factores propios del negocio que permiten aumentar las ganancias, por lo que la inversión en TI representa un eslabón más de dicha serie de factores. En vista de estos antecedentes, una medición de la rentabilidad más enfocada a resultados innovadores tangibles puede evidenciar eficientemente el impacto de las TI [16].

Mithas et al. [26] proponen una visión basada en recursos para explicar por qué es probable el efecto positivo de las inversiones de TI en la rentabilidad, a partir de tres razones: (a) explicación del círculo vicioso, (b) explicación basada en el aprendizaje y (c) explicación basada en la automatización.

El argumento basado en el círculo vicioso señala que las organizaciones que invierten en TI en el primer período producen beneficios que son reinvertidos en TI en el siguiente período y, con el paso del tiempo, estas utilidades se maximizan a tal punto que algunas empresas superan su historial de inversiones en TI y el de sus competidores [4]. Por consiguiente, las firmas que siguen este círculo vicioso mejoran la administración de las TI debido a las oportunidades que brindan las TI y continúan incrementando sus ganancias.

La segunda explicación está fundamentada en el aprendizaje e indica que la experiencia obtenida a través de los años de la inversión en TI y la administración de dichos sistemas permite a las empresas aprovechar la información disponible y fortalecer sus capacidades organizativas [26]. De esta forma, la rentabilidad de las empresas se ve beneficiada por medio de los efectos positivos y significativos de la satisfacción y

lealtad de los clientes, reducción de costos y las ventas cruzadas [26].

El tercer argumento sugiere que las empresas han orientado sus esfuerzos en invertir en TI como un medio hacia la automatización, es decir, bajo un enfoque de reducción de costos, aprovechando la eficiencia que producen las TI. Por ende, en la medida que las empresas se concentran en la generación de ingresos como factor principal para la diferenciación, luego de haber agotado los beneficios de la diferenciación basada en costos, resulta más conveniente determinar el efecto de las TI sobre la rentabilidad por medio del incremento de las ganancias [23].

Las organizaciones poseen tres tipos de mejoras en sus procesos: (a) reestructurar los procesos previos a través de las TI para generar nuevas oportunidades, (b) realizar un cambio radical hacia los diferentes procesos y (c) capacitar al talento humano de la organización en manejo de TI [28]. Por consiguiente, las organizaciones buscan reestructurar los procesos a través de la implementación de las TI para generar cambios importantes en los métodos y capacidades organizacionales, mediante un conjunto de componentes interrelacionados que recolectan, procesan, almacenan, transfieren y distribuyen información. A través de estas reestructuraciones, las empresas fortalecen la toma de decisiones, el control y la planificación en la firma [5], [15]. Además, por medio de la implementación y el uso de las TI, las firmas pueden realizar cambios radicales en su estructura organizacional [15]. Esto se ejecuta con el objetivo de alinear las tecnologías de información a las prácticas administrativas y transformar sus procesos y de mejorar la toma de decisiones, aprovechando de esta manera el dinamismo de las TI [17]. Asimismo, la capacitación constante del talento humano en manejo de TI permite a los empleados pasar de una tarea a otra de manera rápida y desarrollar con mayor facilidad su trabajo [28]. Es decir que la inclusión de las TI en el manejo de los procesos contribuye con la mejora del desempeño y de la productividad de la compañía [12], [18].

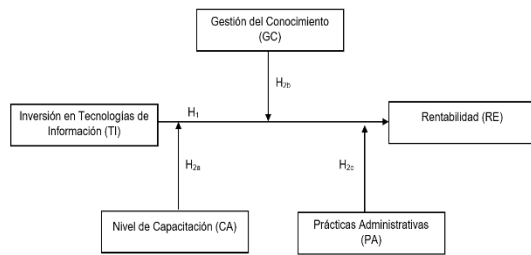


Figura 1. Modelo propuesto entre la implementación de las tecnologías de información y la rentabilidad

HIPOTESIS

Campbell [14] indicó que incrementar la rentabilidad significa encontrar mejores formas de emplear la mano de obra, el capital físico y el capital humano. Por otra parte, Brynjolfsson y Hitt [13] evidenciaron un pequeño vínculo entre la inversión en TI con la rentabilidad, usando datos de la inversión en tecnología en industrias manufactureras. Sin embargo, señalan que la sistematización no incrementa la rentabilidad automáticamente, sino que depende tanto de la infraestructura tecnológica como de los cambios organizacionales realizados en las empresas y del nivel de capacitación que reciben los empleados [19]. El producto ofrecido por las firmas de servicios es intangible. En el presente estudio se identificará la influencia de las TI en la rentabilidad y se examinará si existen variables que moderen esta relación. Por tal motivo, se han planteado las siguientes hipótesis:

H₀₁: La implementación de las TI no influye en la rentabilidad de las empresas de servicios.

H₁₁: La implementación de las TI influye en la rentabilidad de las empresas de servicios.

Luego de una revisión teórica de las variables explicativas inversión en capacitación, inversión en gestión del conocimiento y las prácticas administrativas, algunos autores sugieren que dichas variables pueden moderar la relación entre las TI y la rentabilidad [2], [7], [13], [17], [18]. La implementación y el uso de las TI permite realizar cambios radicales en la estructura organizacional de las empresas a través de la alineación de las tecnologías de información a las prácticas administrativas y mejora de sus procesos para la toma de decisiones, aprovechando de esta forma el dinamismo de las TI [18]. De igual modo, la capacitación constante del talento humano

en manejo de TI permite a los empleados pasar de una tarea a otra de manera rápida y desarrollar con mayor facilidad su trabajo [28] aumentando el desempeño y contribuyendo así con los indicadores de rentabilidad de la compañía [18].

H₀₂: Las prácticas administrativas, la gestión del conocimiento y la inversión en capacitación no cumplen el rol de variables moderadoras entre la relación de la inversión en TI y la rentabilidad en las empresas de servicios.

H₁₂: Las prácticas administrativas, la gestión del conocimiento y la inversión en capacitación cumplen el rol de variables moderadoras entre la relación de la inversión en TI y la rentabilidad en las empresas de servicios.

METODOLOGÍA

La investigación es no experimental, de alcance correlacional, de lógica deductiva y de enfoque cuantitativo [21]. La investigación es de corte transversal y se utilizaron fuentes de datos secundarios. Con base en la revisión de literatura e hipótesis de investigación, el estudio presenta seis variables: (a) inversión en TI, (b) inversión en capacitación, (c) prácticas administrativas, (d) inversión en gestión del conocimiento y (e) rentabilidad innovadora, esta última representa la variable endógena del modelo. Los datos secundarios corresponden a información de las bases de datos de la Superintendencia de Compañías del Ecuador, desde el año 2011 hasta el 2017.

Marco Muestral

Se consideró los cinco estratos más representativos del sector de servicios, que aportan en más de 3,000 millones de dólares a dicho sector: (a) actividades profesionales, técnicas y administrativas (consultoras), (b) inmobiliarias, (c) transporte y almacenamiento, (d) servicios sociales y de salud y (e) actividades de servicios educativos. Estas empresas debían tener un tiempo de operación mínimo de tres años y presentar una inversión mínima en TI del 1% de las ventas.

La técnica de muestreo aleatorio sistemático fue empleada en el estudio con la finalidad de que cada firma se encuentre representada en la muestra seleccionada [21]. Se aplicó la fórmula para poblaciones finitas, con una probabilidad de éxito del 50%, un margen de error del cinco por ciento

y un nivel de confianza del 95%. El resultado proyectó una muestra aproximada de 375 empresas, divididas equitativamente para cada estrato. El estudio se desarrolló en las ciudades de Guayaquil y Quito por albergar el mayor porcentaje de empresas que ofertan servicios en Ecuador.

Análisis de Datos

El estudio presenta un análisis de datos de panel en primera instancia, con la finalidad de determinar la influencia de la inversión en tecnologías de información (TI) y su interacción con las variables inversión en capacitación (CA), gestión del conocimiento (GC) y prácticas administrativas (PA) en la rentabilidad innovadora de las firmas de servicios [1]. La literatura además recomienda trabajar con ratios, por lo que la variable de control tamaño o número de trabajadores fue considerada para las variables continuas del modelo [11]. Para efectos del análisis de datos de panel se estimó una función de producción de Cobb-Douglas [11], [12]. Dicha función incluye como variables la inversión en tecnologías de información (TI), inversión en capacitación (CA), inversión en gestión del conocimiento (GC), prácticas administrativas (PA) y número de trabajadores (L). y como variable dependiente la rentabilidad innovadora (utilidad de nuevos servicios en el mercado por número de trabajadores).

El estudio reporta tres modelos para el análisis de datos de panel con efectos fijos en los agentes y en los agentes - tiempo. Como la especificación básica Cobb-Douglas no es lineal, se aplicaron logaritmos en la ecuación más la adición de un término de error [13]. La especificación general de los tres modelos propuestos con datos de panel es la siguiente:

$$\Delta \ln Y_{i,t} = \beta_{it} + \beta_1 \Delta \ln(TI/L)_{i,t} + \beta_2 \Delta \ln(CA/L)_{i,t} + \beta_3 \Delta \ln(GC/L)_{i,t} + \beta_4 (PA)_{i,t} + U_{it} \quad (1)$$

$$\Delta \ln Y_{i,t} = \beta_{it} + \beta_1 \Delta \ln(TI/L)_{i,t} + \beta_2 \Delta \ln(TI/L)_{i,t} * \Delta \ln(CA/L)_{i,t} + \beta_3 \Delta \ln(TI/L)_{i,t} * \Delta \ln(GC/L)_{i,t} + \beta_4 \Delta \ln(TI/L)_{i,t} * (PA)_{i,t} + U_{it} \quad (2)$$

$$\Delta \ln Y_{i,t} = \beta_{it} + \beta_1 \Delta \ln(TI/L)_{i,t} + \beta_2 \Delta \ln(CA/L)_{i,t} + \beta_3 \Delta \ln(GC/L)_{i,t} + \beta_4 (PA)_{i,t} + \beta_5 \Delta \ln(TI/L)_{i,t} * \Delta \ln(CA/L)_{i,t} \quad (3)$$

$$+ \beta_6 \Delta \ln(TI/L)_{i,t} * \Delta \ln(GC/L)_{i,t} + \beta_7 \Delta \ln(TI/L)_{i,t} * (PA)_{i,t} + U_{it}$$

RESULTADOS

Prueba de raíces unitarias

Adicionalmente se realizó una prueba de raíces unitarias de todas las variables del modelo para detectar estacionariedad [24]. Bajo escenarios de tendencia y cuando el panel está conformado por más agentes que series de tiempo, la literatura sigue usar el test de Breitung, cuya hipótesis nula (H₀) expresa problemas de raíces unitarias y la hipótesis alternativa (H₁), estacionariedad de las variables, es decir que no presentan problemas de raíces unitarias. Las probabilidades para test de Breitung son computadas usando una distribución asintótica de Chi-cuadrado.

Tabla 1: Pruebas de Raíces Unitarias para las Variables Individuales del Modelo

En niveles	TI	CA	GC	PROD	RENT
Con un rezago y con tendencia					
Breitung test	2.187	0.639	-0.426	-0.063	0.167
p-value	0.986	0.739	0.335	0.475	0.567
En primera diferencia	ΔTI	ΔCA	ΔGC	ΔPROD	ΔRENT
Con un rezago y con tendencia					
Breitung test	-18.748	-6.409	-22.000	-28.913	-17.404
p-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

La tabla 1 reporta el análisis de raíces unitarias con un rezago en niveles y con primera diferencia. En niveles, los resultados presentan valores p superiores a 0.05 para todas las variables, denotando problemas de raíces unitarias. Baltagi [8] recomienda la aplicación de primeras diferencias a las variables para revertir los efectos de raíces unitarias, es decir, restar un período anterior a cada variable $X_t - X_{t-1}$ o $Y_t - Y_{t-1}$. De este modo, $\Delta X_t = X_t - X_{t-1}$ se define como el operador de primera diferencia para cada variable explicativa del modelo.

El nuevo análisis de las variables en primera diferencia demuestra que se han superado problemas de raíces unitarias. Finalmente, las pruebas de Barlett, Leven y Brown-Forsythe fueron empleadas en cada panel para detectar problemas de

heterocedasticidad. Todos los paneles presentaron problemas de heterocedasticidad; debido a esto, el problema fue corregido aplicando la corrección de White [30], donde los parámetros estimados no cambian; no obstante, existirán cambios en los errores estándar [24].

Análisis con datos de panel basado en la rentabilidad

Esta sección analiza seis paneles, donde la variable dependiente es la rentabilidad innovadora de las firmas en primera diferencia. Las variables explicativas son: (a) la inversión en TI, (b) la inversión en capacitación del personal, (c) la gestión del conocimiento y (d) la mejora de las prácticas administrativas a través de las TI [1], [2], [18], [29]. La finalidad de este apartado es de analizar los parámetros estimados y el índice de bondad de ajuste de cada panel, controlados por efectos fijos en los agentes y en los agentes – tiempo [24]. Las pruebas de Barlett, Leven y Brown-Forsythe fueron realizadas en cada panel para determinar problemas de heterocedasticidad [8]. Dado que todos los casos indicaron problemas de heterocedasticidad, Pérez y López [30] recomiendan subsanar este inconveniente aplicando la corrección de White, en donde los parámetros estimados no cambian; no obstante, existirán cambios en los errores estándar y por ende en los valores t de cada parámetro estimado.

La tabla 2 exhibe seis modelos de datos de panel nombrados desde el modelo A hasta el modelo F. En estos modelos se testea las hipótesis de que la inversión en tecnologías de información (TI/L) y las interacciones de las TI con las variables exógenas inversión en capacitación (CA/L), gestión del conocimiento (GC/L) y las prácticas administrativas (PA) influyen en la rentabilidad innovadora de las empresas del sector de servicios en el período seleccionado. Los resultados de los datos de panel controlados por efectos fijos reportan que el efecto de la inversión en tecnologías de información (TI) en la rentabilidad ha sido significativo estadísticamente para todos los paneles. Los paneles presentan los resultados del análisis con efectos fijos (agente) de las variables explicativas y las interacciones con las TI, con el propósito de determinar las variables que cumplen un rol moderador entre las tecnologías de información y la rentabilidad de las firmas [27].

En el panel A, los coeficientes de todas las variables explicativas son significativos a un nivel de confianza del 99%. Para mejor comprensión de los resultados, la derivada de la rentabilidad innovadora (utilidad por nuevos servicios para el número de trabajadores) con respecto a cada variable x_j ha sido definida en la siguiente expresión: $\beta_j = \partial \Delta \ln Y / \partial \Delta \ln X_j$. En este contexto, el aumento de un punto porcentual en la tasa de crecimiento de TI/L produce un aumento de 0.2601 puntos porcentuales en la tasa de crecimiento de la rentabilidad innovadora (R/L). De igual manera, el aumento de un punto porcentual en la tasa de crecimiento de CA/L produce un incremento de 0.1205 puntos porcentuales en la tasa de crecimiento de la rentabilidad innovadora. Por otra parte, el aumento de un punto porcentual en la tasa de crecimiento de GC/L produce un aumento de 0.1938 puntos porcentuales en la tasa de crecimiento de la rentabilidad (R/L). Por último, la integración de las TI en las prácticas administrativas, representado por el valor de uno, genera un aumento de 0.3706 puntos porcentuales en la tasa de crecimiento de la rentabilidad innovadora (R/L). Estos resultados sugieren que las variables explicativas tienen un efecto positivo en la rentabilidad innovadora de las firmas.

Con respecto al panel B, sólo la interacción entre las TI y la gestión del conocimiento (GC) presenta un coeficiente positivo y significativo estadísticamente a un nivel de significancia del uno por ciento. Dicho de otra manera, la tasa de crecimiento promedio de GC/L modera el efecto de TI/L en la rentabilidad. Por ello, evaluando la derivada parcial de la función de rentabilidad con respecto a TI/L: $\partial \Delta \ln Y / \partial \Delta \ln(TI/L) = \beta_1 + \beta_3 \Delta \ln(GC/L)$ y bajo el efecto de la tasa de crecimiento promedio de GC/L de cuatro puntos porcentuales, se obtiene que el aumento de un punto porcentual de TI/L genera un incremento de 0.0581 puntos porcentuales en la rentabilidad de las firmas (R/L). Estos resultados resaltan la importancia de la gestión del conocimiento como generadora de rentabilidad cuando se han integrado correctamente las TI, concretamente en los procesos de investigación y desarrollo.

Por otra parte, el panel C representa el modelo completo con todas las variables y sus interacciones, que explican en 51.71 puntos porcentuales la variación en la rentabilidad innovadora. Individualmente, todas las variables explicativas presentaron

coeficientes positivos y significativos estadísticamente. Únicamente el coeficiente de la interacción entre las tecnologías de información y la gestión del conocimiento (GC/L) es positivo y significativo, por lo que la variable gestión del conocimiento cumple el rol de variable moderadora entre las TI y la rentabilidad innovadora de las firmas de servicios [7].

Al igual que el panel B, la tasa de crecimiento promedio de GC/L modera el efecto de TI/L en la rentabilidad innovadora. En este contexto, evaluando la derivada parcial de la variable endógena con respecto a $\frac{TI}{L}$ $[\partial \Delta \ln Y / \partial \Delta \ln (TI/L) = \beta_1 + \beta_6 \Delta \ln (GC/L)]$ y considerando el efecto de la tasa de crecimiento promedio de GC/L, se concluye que el aumento de un punto porcentual de TI/L genera un incremento de 0.0767 puntos porcentuales en la rentabilidad innovadora de las firmas (R/L). Las interacciones de las tecnologías de información con la inversión en capacitación (CA) y con las prácticas administrativas (PA) de las firmas no han sido significativas, por lo que estas interacciones no influyen en la rentabilidad innovadora de las firmas de servicios en el período analizado.

Los tres últimos paneles (D, E y F) reportan los resultados de las regresiones controladas por efectos fijos en los agentes y el tiempo. En el panel D, los coeficientes de todas las variables explicativas son significativos al 99% de confianza. Estos resultados sugieren que las variables explicativas antes mencionadas influyen en la rentabilidad de las firmas.

En vista de estos hallazgos, la derivada de la rentabilidad innovadora (utilidad de nuevos servicios en el mercado para el número de trabajadores) con respecto a cada variable x_j ha sido definida en la siguiente expresión: $\beta_j = \partial \Delta \ln Y / \partial \Delta \ln X_j$. Es así que el aumento de un punto porcentual en la tasa de crecimiento de TI/L produce un incremento de 0.2631 puntos porcentuales en la tasa de crecimiento de la rentabilidad innovadora (R/L). Además, el aumento de un punto porcentual en la tasa de crecimiento de CA/L produce un incremento de 0.1197 puntos porcentuales en la tasa de crecimiento de la rentabilidad innovadora. Por otra parte, el aumento de un punto porcentual en la tasa de crecimiento de GC/L genera un aumento de 0.1926 puntos porcentuales en la tasa de crecimiento de la rentabilidad innovadora

(R/L). Por último, la integración de las TI en las prácticas administrativas.

Tabla 2

Resultados de la Estimación de Efectos Fijos en la Rentabilidad Innovadora a

Variable dependiente: $\Delta \ln$ (Utilidad Neta/L) Variables independientes:	Efecto Agente			Efecto Agente - Tiempo		
	Panel A	Panel B	Panel C	Panel D	Panel E	Panel F
Constante	0.1890*** (0.0506)	0.4657*** (0.0306)	0.1895*** (0.0424)	0.1784*** (0.0491)	0.4630*** (0.0285)	0.1803*** (0.0407)
$\Delta \ln$ (TI/L)	0.2601*** (0.0467)	0.0514* (0.0611)	0.0705** (0.0600)	0.2631*** (0.0455)	0.0665* (0.0598)	0.0814** (0.0592)
$\Delta \ln$ (CA/L)	0.1205*** (0.0230)		0.1255*** (0.0228)	0.1197*** (0.0218)		0.1217*** (0.0211)
$\Delta \ln$ (GC/L)	0.1938*** (0.0295)		0.0887*** (0.0235)	0.1926*** (0.0294)		0.0836*** (0.0231)
PA	0.3706*** (0.0814)		0.3759*** (0.0701)	0.3878*** (0.0795)		0.3914*** (0.0678)
$\Delta \ln$ (TI/L) * $\Delta \ln$ (CA/L)		0.0069 (0.0135)	-0.0049 (0.0143)		0.0151 (0.0134)	0.0034 (0.0141)
$\Delta \ln$ (TI/L) * $\Delta \ln$ (GC/L)		0.1670*** (0.0154)	0.1556*** (0.0151)		0.1677*** (0.0154)	0.1570*** (0.0152)
$\Delta \ln$ (TI/L) * PA		0.0563 (0.0782)	0.0244 (0.0774)		0.0454 (0.0774)	0.0157 (0.0769)
R ² cuadrado ajustado	0.3533	0.4585	0.5171	0.4068	0.5190	0.5730
Error estándar de la regresión	1.5365	1.4378	1.3788	1.4871	1.2780	1.3222
Estadístico F	20.769***	38.022***	37.409***	25.311***	37.508***	44.861***
Durbin-Watson	2.5175	2.6152	2.5186	2.6135	2.5544	2.6489
Criterio de Schwarz	4.8126	4.6799	4.6063	4.7618	4.6093	4.5354
Criterio de Hannan-Quinn	4.2010	4.0682	3.9898	4.1420	3.9895	3.9108
Criterio de información de Akaike	3.8494	3.7166	3.6354	3.7858	3.6333	3.5517

representado por el valor de uno, genera un aumento de 0.3878 puntos porcentuales en la tasa de crecimiento de la rentabilidad innovadora (R/L). Con respecto al panel E, la interacción entre las TI y la gestión del conocimiento (GC) presenta un coeficiente positivo y significativo estadísticamente. Esto indica que, para los cinco estratos, el efecto de las TI integradas en los procesos de la gestión del conocimiento influye positivamente en la rentabilidad innovadora de las firmas a través del tiempo.

Finalmente, el panel F representa el modelo completo con todas las variables y sus interacciones, controladas por efectos fijos en los agentes (firmas) y en el tiempo (año). Individualmente, todas las variables explicativas influyen positivamente en la rentabilidad. Avanzando en el análisis, únicamente el coeficiente de la interacción entre las tecnologías de información y la gestión del conocimiento (GC) es positivo y significativo, por lo que la variable GC cumple el rol de variable moderadora entre las TI y la rentabilidad de las firmas de servicios. Por ello, se procedió a evaluar la

derivada parcial de la función de rentabilidad con respecto a TI/L : $\partial \Delta \ln Y / \partial \Delta \ln (TI/L) = \beta_1 + \beta_6 \Delta \ln (GC/L)$. Bajo el efecto moderador de la tasa de crecimiento promedio de GC/L de cuatro puntos porcentuales, se concluye que el aumento de un punto porcentual de TI/L genera un incremento de 0.0877 puntos porcentuales en la rentabilidad innovadora de las firmas (R/L).

De acuerdo a los criterios de información de Akaike (AIC), Schwarz y de Hannan-Quinn, los modelos que permiten hacer mejores inferencias estadísticas son los paneles C y F, debido a que estos poseen los valores más bajos de dichos criterios en comparación con los demás paneles. Además, los paneles C y F tienen un ajuste superior a los demás modelos con un R^2 de 0.5171 y de 0.5730 respectivamente.

Por último, los estadísticos de Levene y Brown-Forsythe fueron calculados para los dos modelos con el valor de Akaike más bajo. Ambos modelos arrojaron valores p de 0.2880 y 0.2362 de los estadísticos de Levene y Brown-Forsythe respectivamente para el panel C y valores p de 0.0901 y de 0.0842 para el panel F, respectivamente, demostrando que se han corregido problemas de heterocedasticidad. Todos los paneles generados presentan valores de Durbin-Watson muy cercanos a 2, por lo que se concluye que no existe presencia de autocorrelación de los residuos.

Conclusiones

De acuerdo al trabajo presentado y a los resultados obtenidos, se pueden plantear las siguientes conclusiones principales: 1. Los hallazgos obtenidos ofrecen nuevas evidencias empíricas que son congruentes con la revisión de literatura y fundamentación teórica de cada una de las variables del estudio; 2. Los resultados revelan que cada una de las variables explicativas, inversión en tecnologías de información, inversión en capacitación al personal, inversión en gestión del conocimiento y mejora de las prácticas administrativas de las firmas pueden llegar a presentar una influencia significativa y positiva en la rentabilidad de las firmas; 3. El estudio ofrece un nuevo enfoque para la medición de la rentabilidad, bajo el término de rentabilidad innovadora que está asociada a resultados innovadores tangibles, producto de la inversión en TI y que provoca ventajas económicas a las empresas de servicios. Esta consiste en las

utilidades generadas por innovaciones y servicios nuevos en el mercado; eliminando así sesgos producidos por otros factores que aumentan la rentabilidad; 4. La inversión en TI presentó un coeficiente positivo y significativo en el modelo de datos de panel con un nivel de confianza del 95%, sin embargo, el efecto aumentó considerablemente en el largo plazo con un nivel de significancia de 99%. Esto sugiere que toma un tiempo incorporar las tecnologías de información en la estructura organizacional, administrativa y operativa de las firmas; por tal motivo el efecto es más significativo en el largo plazo que en el corto plazo en términos de rentabilidad innovadora en las organizaciones; 5. Únicamente la inversión en gestión del conocimiento (GC) cumple el rol de variable moderadora en la relación entre las TI y la rentabilidad innovadora de las firmas en el análisis de datos de panel. Por otro lado, el análisis en el largo plazo demuestra que la inversión en gestión del conocimiento (GC) cumple el rol de variable moderadora en la relación entre las TI y la rentabilidad, evidenciando que las empresas de servicios que establecen adecuadamente procesos de investigación y desarrollo, invierten en capacitación y entrenamiento del talento humano e integran las TI a sus prácticas administrativas en el largo plazo generan nuevos servicios y aumentan su rentabilidad; 6. El estudio también mostró evidencias de la relación positiva y significativa en el largo plazo entre la inversión en TI y la rentabilidad innovadora de las empresas de servicios; 7. A pesar de que el estudio actual proporciona evidencias de la influencia de las TI en la rentabilidad, los resultados no son posibles de generalizar para los diversos sectores de la economía y en el contexto de otros países en vías de desarrollo.

Futuras líneas de investigación derivadas del actual estudio pueden incluir el análisis de otros sectores de la economía, como el manufacturero, de telecomunicaciones, etc., además de comparaciones entre países en vías de desarrollo y del primer mundo y observar la influencia de las TI en la rentabilidad de las empresas. De igual modo, futuras investigaciones pueden estar orientadas a cómo las TI impactan en variables de desempeño no financiero, tales como el índice de satisfacción interno en el uso y capacitación en manejo de las TI y estudios que aborden la productividad administrativa y su impacto en la generación del servicio al cliente.

REFERENCIAS

- [1] Afflerbach, P. The Business Value of IT in Light of Prospect Theory: A New Explanation for IT Paradoxes. *Business & Information Systems Engineering*, 57(5), 299-310 (2015)
- [2] Alavi, M., y D. Leidner, Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. *MIS Quarterly*, 25(1), 107-136 (2001)
- [3] Aral, S., E. Brynjolfsson, y L. Wu, Three-Way Complementarities: Performance Pay, Human Resource Analytics, and Information Technology. *Management Science*, 58(5), 913-931 (2012)
- [4] Aral, S., & Weill, P. (2007). IT Assets, Organizational Capabilities, and Firm Performance: How Resource Allocations and Organizational Differences Explain Performance Variation. *Organization Science*, 18(5), 763-780
- [5] Arvanitis, S., y E. Loukis, Employee education, information and communication technologies, workplace organization, and trade: a comparative analysis of Greek and Swiss firms. *Industrial and Corporate Change*, 24(6), 1417-1442 (2015)
- [6] Atkinson, A. Borrowing Equality, *Columbia Law Review*, 120 (6), 1403-1470 (2020)
- [7] Arzola, M., y A. Mejias, Morfología del aprendizaje y la gestión del conocimiento del sector servicios de consultoría. *Ingeniería Industrial*, 37-51 (2010)
- [8] Baltagi, B. *Econometric analysis of panel data*. New York: John Wiley & Sons (2013)
- [9] Banker, R., y R. Natajaram, Evaluating contextual variables affecting productivity using Data Envelopment Analysis. *Operations Research*, 56(1), 48-59 (2008)
- [10] Bellon, M., Dabla-Norris, E., Khalid, S. y Lima, F. Digitalization to Improve Tax Compliance: Evidence from VAT e-Invoicing in Peru, 113 (1), 1-42 (2020).
- [11] Black, S. E., y L. M. Lynch, How to Compete: The Impact of Workplace Practices and Information Technology on Productivity. *The Review of Economics and Statistics*, 83(3), 434-445 (2001)
- [12] Brynjolfsson, E., y L. Hitt, Paradox Lost? Firm-level evidence on the returns to information systems spending. *Management Science*, 4(42), 541-558 (1996)
- [13] Brynjolfsson, E., y L. Hitt, Computing productivity: Firm-level evidence. *The Review of Economics and Statistics*, 4(85), 793-808 (2003)
- [14] Campbell, M. (2012). What a Difference a Year Makes: A Time Lag Effect of Information Technology Investment on Firm Performance. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 22(3), 237-255.
- [15] Cao, Q., y J. J. Hoffman, Alignment of Virtual Enterprise, Information Technology, and Performance. *International Journal of Production Research*, 49(4), 1127-1149 (2011)
- [16] Cefis, E., y M. Ciccarelli, Profit differentials and innovation. *Economics of Innovation and New Technology*, 14(1-2), 43-61 (2005)
- [17] Darroch, J., y R. McNaughton, Examining the link between knowledge management practices and types of innovation. *Journal of Intellectual Capital*, 210-222 (2002)
- [18] Dedrick, J., y K. Kraemer, The Productivity Paradox: Is it Resolved? Is there a New One? What Does It All Mean for Managers? *Center for Research on Information Technology and Organizations* (118), 1-13 (2001)
- [19] Djellal, F., y F. Gallouj, Measuring and improving productivity in services. *Issues, strategies and challenges*. Edward Elgar Publications, 1-30 (2008)
- [20] Han, K., Kauffman, R., & Nault, B. (2011). Returns to Information Technology Outsourcing. *Information Systems Research*, 22(4), 824-840.
- [21] Hernández, R., C. Fernández, y P. Baptista, *Metodología de la Investigación Científica*. México: Mc Graw-Hill (2010)
- [22] Körber, M., y Cotta, S. Supply chain in the C-suite: the effect of chief supply chain officers on incidence of product recalls. *Supply Chain Management: An International Journal*, 26 (4). 495-513 (2021)
- [23] Kohli, R., Devaraj, S., & Ow, T. Does information technology investment influence a firm's market value? A case of non-publicly traded healthcare firms. *MIS Quarterly*, 36(4), 1145-1163 (2012)

[24] Kruiniger, H. Quasi ML Estimation of the Panel AR(1) Model with Arbitrary Initial Conditions. *Journal of Econometrics*, 173(1), 175–188 (2013)

[25] Melville, N. Impact of IT investment: An industry analysis. Irvine: Centre for Research on Information Technology and Organization, University of California (2001)

[26] Mithas, S., Tafti, A., Bardhan, I., & Goh, J. M. Information Technology and Firm Profitability: Mechanisms and Empirical Evidence. *MIS Quarterly*, 36(1), 205-224, (2012)

[27] Ong, C., y P. Chen, Information Technology Capability-Enabled Performance, Future Performance, and Value. *Industrial Management & Data Systems*, 113(5), 669-682 (2013)

[28] Orlikowski, W. J., y C. S. Iacono, Desperately seeking the 'IT' in IT research - A call to theorizing the IT artifact. *Information Systems Research*, 121-134 (2001)

[29] Ortega, R., M. Piva, y M. Vivarelli, The transatlantic productivity gap: Is R&D the main culprit? *Canadian Journal of Economics*, 47(4), 1342-1371 (2014)

[30] Pérez, C., y C. P. López, *Econometría avanzada, técnicas y herramientas*. Madrid: Pearson Prentice Hall (2008)

[31] Pullins, E., Tarafdar, M., Pham., P. The dark side of sales technologies: how technostress affects sales professionals. *Journal of Organizational Effectiveness: People and Performance*, 7(3), 297-320 (2020)

[32] Wamba-Taguimdje, S., Fosso, S., Kala Kamdjoug, J., Tchatchouang Wanko, C. Influence of artificial intelligence (AI) on firm performance: the business value of AI-based transformation projects. *Business Process Management Journal*, 26(7), 1893-1924 (2020)