

Uso de las TIC y relación con la eficiencia técnica en las medianas empresas del área comercial de Quito

Juan Marcelo Ibujés Villacís

juan.ibujes@epn.edu.ec

Edison Ricardo Morales Pérez

morales.edison@hotmail.com

Escuela Politécnica Nacional

Quito, Ecuador

Resumen

Las tecnologías de información y comunicación (TIC) tienen actualmente un papel importante en la gestión empresarial a nivel mundial, ya que se ha convertido en un instrumento fundamental para que las empresas sean cada vez más eficaces y eficientes. El objetivo de esta investigación consistió en determinar el estado actual de uso de las TIC en las medianas empresas (MEs) del área comercial de Quito en Ecuador, y cuáles son los niveles de eficiencia técnica con los que operan estas organizaciones empresariales. Las MEs objeto del estudio están domiciliadas en Quito, pertenecen al clasificador G según la clasificación internacional industrial uniforme y vienen operando al menos cinco años consecutivos. La metodología aplicada tiene un diseño no experimental, transversal y con alcance descriptivo. Se realizó una encuesta a 59 MEs de una población de 489 registradas hasta el año 2016. Se midió un conjunto de indicadores para hallar el grado de uso de las TIC y se determinó la eficiencia técnica (ET) mediante la técnica de análisis envolvente de datos. Los resultados permitieron establecer que las MEs comerciales utilizan las TIC con mayor intensidad en la gestión contable y en la relación con clientes y proveedores; y que la cuarta parte de estas empresas trabajan con la máxima eficiencia técnica. Como conclusiones se determinó que las MEs estudiadas están incursionando en forma progresiva en el uso de las TIC para fortalecer su gestión empresarial y cada vez sus retos se están enfocando en operar de manera más eficiente con sus recursos tecnológicos, situación que en el futuro les podría servir para mejorar su nivel de productividad y competitividad local e internacionalmente.

Palabras clave: Análisis envolvente de datos, eficiencia técnica, medianas empresas, tecnologías de información y comunicación.

Abstract

Currently, the Information and Communication Technologies (ICT) has an important role in business management worldwide, which has become a fundamental instrument for companies to be faster and more efficient. The objective of this research was to determine the current state of use of ICT in medium-sized enterprises (ME) in the commercial area of Quito, and the levels of technical efficiency with which these business organizations operate. The MEs under study are domiciled in Quito, belong to the G classifier according to the international industrial classification and have been operating for at least five consecutive years. The applied methodology has a non-experimental, transversal design with a descriptive scope. A survey conducted on 59 MEs of a population of 489 registered up to 2016. A set of indicators measured to find the degree of use of ICT and technical efficiency (TE) was determined using the data envelopment analysis technique. The results allowed to establish that the MEs of the companies use the ICT with greater intensity in accounting management and in customers' and suppliers' relationship management, and that a quarter of these companies work with maximum technical efficiency. As conclusions, it was determined that the studied MEs are progressively making inroads in the use of ICT to improve their business management and increasingly more challenges are focusing on operating more efficiently with their technological resources, a situation that in the future could be useful to improve their level of productivity and competitiveness locally and internationally.

Keywords: Data envelopment analysis, technical efficiency, medium-sized companies, information and communication technologies.

Introducción

Desde finales del siglo XX las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) se han convertido en un factor determinante para las transformaciones sociales y económicas, lo que ha permitido impulsar la gestión del conocimiento e innovación como factores concluyentes para el desarrollo y permanencia en el tiempo de las organizaciones. A finales de los

años 80 la humanidad, impulsada por el desarrollo del Internet, asistió a un conjunto de cambios sociales, culturales y económicos, muchos de ellos determinados mayoritariamente por el desarrollo de las TIC, había llegado la sociedad de la información.

Estas tecnologías dieron inicio a la etapa de la globalización, "la globalización informacional", entendida como un modo del desarrollo social y especialmente económico, que ha sido posible

gracias a una profunda innovación tecnológica agenciada por las TIC (Castells, 1996). Una vez que las organizaciones han ido adoptando nuevas tecnologías, ha surgido la necesidad de conocer en qué medida esa utilización ha sido eficiente.

Cada año las empresas hacen ingentes inversiones para hacerse más competitivas en el mercado y consecuentemente requieren evaluar el uso de sus recursos. Tal es así que, la gestión de un negocio suele ser valorada por la eficiencia, a través de ratios que establecen relaciones entre una determinada salida y una determinada entrada. Cuando se utilizan este tipo de medidas, el principal problema que se plantea es la inexistencia de una única ratio que mida la eficiencia, ya que normalmente las organizaciones empresariales utilizan múltiples entradas (maquinaria, mano de obra, tecnología) para producir una o varias salidas (bienes o servicios). A este problema se puede añadir el hecho de que los indicadores no siempre van en la misma dirección, con lo que en algunos casos la comparación entre empresas resulta un proceso complicado.

Tomando en cuenta esa consideración, para estimar la eficiencia de las empresas se propone en este trabajo el método de análisis envolvente de datos (DEA, por sus siglas en inglés: *Data Envelopment Analysis*). Este método permite estudiar la eficiencia de una empresa en relación con el comportamiento de otras empresas similares, a partir de la construcción de la frontera eficiente mediante aproximaciones no paramétricas (Rubiera, Quindós, y Vicente, 2003). En tal virtud, el DEA permitirá evaluar la eficiencia técnica de las MEs que forman parte de esta investigación, considerando la premisa de que una empresa trabaja en forma eficiente cuando para un determinado nivel de consumo de recursos consigue maximizar el nivel de pro-

ducción, o bien, cuando para un determinado nivel de producción la compañía consigue minimizar los recursos consumidos.

Los objetivos de esta investigación son, por un lado, determinar el estado actual de uso de las TIC en las medianas empresas (MEs) del área comercial de Quito, Ecuador; y por otro, conocer cuáles son los niveles de eficiencia técnica con los que operan estas organizaciones empresariales.

Para conseguir estos objetivos, este trabajo se ha estructurado de la siguiente manera. En una primera parte se hace una revisión teórica de los indicadores de uso de TIC y el concepto de eficiencia técnica y método de cálculo. En la segunda parte se expone sobre la metodología aplicada para la obtención de los indicadores y la estimación de los índices de eficiencia mediante el método DEA. En una tercera parte se exponen los resultados de la investigación, y finalmente se realiza una discusión de los resultados, así como la exposición de las conclusiones y reflexiones finales del estudio.

Indicadores de uso de TIC y eficiencia técnica. Elementos teóricos

Los indicadores TIC

La primera edición de indicadores sobre el uso de las TIC se publicó a finales del 2005 en la Cumbre Mundial de Túnez. La principal razón de la elaboración de estos indicadores consistió en determinar factores universales que permitan obtener estadísticas internacionalmente comparables y confiables, para poder elaborar políticas en cuanto a la adopción de las tecnologías en la actual sociedad de la información (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2010).

La lista clave de indicadores fue actualizada en 2010 luego de un intenso proceso de consultas de una asociación internacional llamada *Partnership*, que está patrocinado por organismos internacionales relacionados con la medición de indicadores de TIC para el desarrollo (UNCTAD, 2014). De este esfuerzo, surgió la propuesta de una serie de indicadores clave sobre uso de las TIC en las empresas, los que se han considerado para analizar la información que está relacionada con la eficiencia técnica de las MEs del sector comercial de Quito, Ecuador.

Las fórmulas de cálculo de los indicadores se obtienen de expresiones algebraicas que corresponden a la razón entre el número específico de empresas que cumplen con la cualidad estudiada, dividida para el total de empresas del estudio. Finalmente esta razón se multiplica por 100 y se obtiene el valor del indicador en porcentaje. Los indicadores recomendados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (2010) y que se determinarán en esta investigación son los siguientes.

- Empresas que utilizan computadores.
- Empleados que utilizan habitualmente computadores.
- Tiempo de uso diario de computadores.
- Frecuencia de capacitación en TIC a empleados.
- Aplicaciones informáticas utilizadas en la gestión de la empresa.
- Uso de las TIC por departamentos de la empresa.
- Experiencia de la empresa en el uso de las TIC.

La eficiencia técnica

Quando se estudia la eficiencia es necesario diferenciarla de la eficacia precisando adecuadamente estos conceptos. La eficacia consiste en el logro de un objetivo propuesto, lo importante es hacer las cosas, sin considerar el coste o el beneficio de conseguirlas, ni si existen modos alternativos de llevarlas a cabo. Mientras que la eficiencia consiste en hacer bien las cosas; es decir, en asegurar una correcta distribución de los medios empleados en relación con los fines obtenidos.

Según Cachanosky (2012), la eficiencia técnica (ET) se encuentra relacionada con el uso de la capacidad instalada y refleja si los recursos son explotados al máximo de su capacidad productiva o no. Es decir, si hay capacidad ociosa de los factores productivos o si están siendo usados al cien por ciento. Farrell (1957) citado por Sánchez de Pedro (2013), aportó sustancialmente al estudio de la eficiencia, por un lado, desarrolló un método para el cálculo empírico de la eficiencia y, por otro, separó sus componentes en eficiencia técnica y eficiencia asignativa.

La eficiencia técnica se refiere a la eficiencia de transformación de los *inputs* en *output*, y la eficiencia asignativa (EA) a la proporción de *inputs* necesarios para generar el mínimo coste para la producción de un determinado nivel de *output*. Se puede decir de otra manera que, la ET consiste en la obtención del máximo producto dada una combinación específica de recursos o en el empleo de los recursos estrictamente necesarios para un nivel de producción.

Quando se quiere determinar cuán eficiente es una empresa, lo que se puede hacer es comparar lo que hace esa compañía con respecto a lo que hacen sus similares. Farrell (1957) cita-

do por Rubiera et al. (2003) es el precursor de estudios basados en esta idea, toda vez que, determina empíricamente mediante cálculos algebraicos, una frontera eficiente, definida por la actuación de las mejores empresas observadas, que servirá como referencia para medir la eficiencia relativa de cada firma al compararse con dicha frontera.

Dado que todas las unidades productivas situadas en la frontera son eficientes desde el punto de vista técnico, la medida de la ET dependerá de cuál es la unidad productiva eficiente elegida como referencia (Álvarez, 2001). En la figura 1 se muestran los resultados obtenidos por cuatro compañías que utilizan una entrada (*input* en inglés) para producir dos salidas (*outputs* en inglés). A y B representan las compañías ineficientes, mientras que C y D son eficientes y conforman la frontera, de modo que la ineficiencia de las dos primeras puede calcularse mediante los cocientes OA'/OA y OB'/OB respectivamente.

Sin embargo, en el caso de A, su proyección no encuentra la frontera interpolada entre C y D, sino el punto A', el cual no puede definirse como auténticamente eficiente ya que es posible incrementar la producción del *output* Y_2 en

la cantidad $A'C$. La diferencia entre estos dos puntos (el que se sitúa sobre la extensión de la frontera y el punto extremo que pertenece a la misma) es la holgura o *slack* asociado con el *output* Y_2 (Tofallis, 2001).

La estimación empírica de la frontera eficiente suele dividirse fundamentalmente en dos grandes grupos: aproximación paramétrica, no paramétrica y otra que es una combinación entre ambas: las redes neuronales artificiales (Cordero, 2006). Los métodos no paramétricos no requieren la imposición de una forma determinada a la función de producción como los métodos paramétricos, siendo suficiente con la definición de un conjunto de propiedades formales que debe satisfacer el conjunto de posibilidades de producción, como es el caso del DEA.

Según Charnes, Cooper, y Rhodes (1979), el DEA es una herramienta no paramétrica que permite precisar la frontera tecnológica basada en unidades productivas o DMU (*Decision Making Unit* en inglés) que, por sus buenos resultados son las que ejecutan las mejores prácticas productivas en relación a las otras unidades de la misma área productiva. Según los autores, esta metodología de análisis tiene dos ventajas

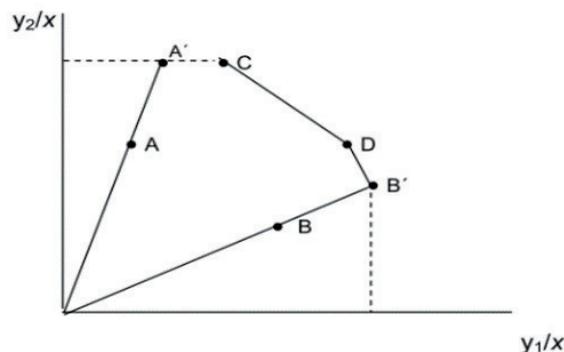


Figura 1. Medida de la eficiencia técnica y holguras en los *outputs*

Fuente: Tofallis, (2001).

fundamentales, por un lado, su mayor estandarización, y por otro, permite considerar múltiples *inputs* y *outputs*. En un análisis DEA se realizan dos procesos simultáneamente mediante el uso de algoritmos de programación lineal: la obtención de la frontera eficiente y la estimación de la ineficiencia, que resulta ser relativa, por cuanto se compara cada organización con aquellas que operan con un valor similar de *inputs* y *outputs*.

La obtención de la frontera eficiente se calcula maximizando el *output* dado el nivel de *inputs*; si se utiliza orientación *output* y minimizando el *input*; dado el nivel de *outputs* si se utiliza orientación *input*. La estimación de la ineficiencia depende de la orientación utilizada y se calcula como la distancia a la frontera de cada empresa evaluada, comparándose con otra tecnológicamente similar (Rubiera et al., 2003).

Este trabajo utiliza el método DEA para el cálculo de la eficiencia técnica, que en su versión BCC propuesto por Banker, Charnes y Cooper (1984) está orientado al input y establece comparaciones entre empresas midiendo exclusivamente ineficiencias debidas a la gestión productiva. Se establecen comparaciones respecto a unidades que operan en una escala similar siendo capaz de adaptarse a los comportamientos individuales de cada empresa. Se utiliza el modelo BCC y no el modelo CCR propuesto por Charnes et al. (1979), ya que mediante el segundo, una empresa puede ser comparada con otras sustancialmente más grandes o más pequeñas mientras que con el modelo BCC una empresa es comparada con otras lo más similares posibles a su tamaño (Rubiera et al., 2003).

Este modelo se describe a través de las ecuaciones 1, 2 y 3 en su versión orientada al input, lo que significa que se busca maximizar los *outputs* que forman parte de una serie de cálculos de un algoritmo de programación lineal.

$$\text{Maximizar:} \quad h_0 = \sum_{j=1}^s W_j Y_{j0} + C_0 \quad \text{Ec.1}$$

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{i0} = 1 \quad \text{Ec. 2}$$

$$\sum_{j=1}^s W_j Y_{jm} - \sum_{i=1}^m V_i X_{im} + C_0 \leq 0$$

$$\text{Sujeto a} \quad m = 1, 2, 3, \dots, n. \quad \text{Ec. 3}$$

$$W_j \geq 0; \quad j = 1, 2, \dots, s.$$

$$V_i \geq 0; \quad i = 1, 2, \dots, r.$$

$$C_0 \text{ libre}$$

Donde:

DMU.

Y_{j0} : salida j de la DMU 0;

X_{i0} : entrada i de la DMU 0;

W_j : peso para la salida j ;

V_i : peso para la entrada i ;

n : número de DMU;

s : número de salidas;

r : número de entradas.

C_0 : factor de escala.

La resolución del algoritmo de programación lineal permite obtener los correspondientes pesos W_j y V_i , de tal manera que proporcionen el mayor índice de eficiencia posible para cada productor evaluado. Estos pesos se estiman en base a los datos disponibles, como forma de obtener una medida de la eficiencia relativa de cada unidad. Con este fin, el DEA organiza un contingente de optimización en el desempeño de cada DMU, para convertir las entradas en salidas con relación al desempeño de todas las

Una eficiencia de valor unitario implica que la producción observada y la potencial coincidan; es decir, el productor es eficiente. Si el índice es menor que uno, la DMU evaluada será ineficiente, ya que existen otras unidades en la muestra (las que forman el grupo de referencia en la comparación) que muestran un mejor comportamiento.

Metodología

Alcance de la investigación

Este estudio se realiza a las MEs del sector comercial de la ciudad de Quito, pertenecientes al clasificador G de la clasificación internacional industrial uniforme (CIIU), que corresponden al grupo de MEs dedicadas al comercio de productos al por mayor y menor, y que se encuentran registradas por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SUPERCIAS, 2017b). A mayo de 2017 se encontraban inscritas 489 MEs

activas en este clasificador en Quito, información que sirvió para definir la población del estudio. Al escoger un conjunto de empresas del clasificador G, se cumple una de las exigencias del método DEA, que requiere que las unidades a evaluar sean homogéneas, con el fin de facilitar la identificación de las organizaciones que hacen una mejor utilización de sus recursos (Goñi, 1998).

Diseño de la investigación

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, no experimental y transversal. Utiliza como técnica de recolección de datos una encuesta que se aplicó a las MEs objeto del estudio y que tienen un mínimo de cinco años de operación. Se calculó un conjunto de indicadores para hallar el grado de uso de las TIC y se determinó la eficiencia técnica de estas empresas.

Población y muestra

La población objetivo del estudio son las MEs del sector comercial de la ciudad de Quito, siendo el tamaño de la muestra una porción de la población objetivo, sobre la cual se adquieren los datos necesarios para el desarrollo de la investigación (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014). Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó un muestreo proporcional para una población finita, esto debido a que existió la misma probabilidad que las medianas empresas que son las unidades muestrales, cumplan o no con las características a ser investigadas. El tamaño de la muestra se determinó con la ecuación 4 (Ott y Longnecker, 2016).

$$n = \frac{Z^2 N p q}{E^2 (N - 1) + Z^2 p q}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra, N = tamaño de la población, E = error muestral, Z = nivel de confianza, p = probabilidad de éxito y q = probabilidad de fracaso

Los parámetros para el cálculo de la muestra son los siguientes: $N = 489$, $E = 10,1\%$, $Z = (1,65)$, $p = (0,5)$ y $q = (0,5)$. En este caso $p = q$ permiten encontrar el máximo tamaño muestral para el error fijado (Pérez, 2010). Estos valores se aplican en la ecuación 4 para hallar el tamaño de la muestra, tal como se detalla a continuación.

$$n = \frac{(1,65)^2 * (489) * (0,5) * (0,5)}{(0,101)^2 * (489 - 1) + (1,65)^2 * (0,5) * (0,5)}$$

$$n = 59$$

En consecuencia, para una población de 489 MEs, con un nivel de confianza de 90% y error de 10,1% es necesario encuestar a 59 compañías. El muestreo utilizado fue probabilístico y con probabilidades iguales; la selección de compañías para la aplicación del cuestionario se lo realizó en forma aleatoria simple sin reposición, con la finalidad de medir el grado de representatividad de la muestra lo mejor posible (Pérez, 2010).

Instrumentos y técnicas de recolección de datos

En una primera parte, la herramienta escogida para la recolección de datos fue una encuesta que estuvo dirigida para los directores o gerentes de tecnología. Para proceder a elaborar el cuestionario que apunte a conseguir el objetivo referente a la determinación del grado de uso de las TIC por las MEs, se tomó como referencia el conjunto de indicadores propuestos por las Unión Internacional de Telecomunicaciones (2010), que fueron descritos en el acápite 2.1.

Con el fin de que el cuestionario cuente con los criterios de validez y confiabilidad necesarios para su aplicación, se realizó la validación del contenido mediante el juicio de expertos a través del método de agregados individuales (Coral, 2009; Gil-Gómez y Pascual-Ezama, 2012). En este proceso participaron docentes expertos de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador.

En una segunda parte, la evaluación de la eficiencia técnica se realizó mediante el método DEA desde una orientación a los recursos consumidos; es decir, se consideraron eficientes aquellas MEs que para un nivel dado de producción consuman el mínimo nivel recursos. Dado que las empresas suelen producir múltiples *outputs* a partir de múltiples *inputs*, la eficiencia será en cualquier caso una magnitud multidimensional. Los criterios que se utilizaron para determinar los *inputs* y *outputs* que requiere el método DEA fueron:

- Procurar escoger la menor cantidad posible de manera que el análisis discrimine en forma adecuada cada unidad evaluada respecto al resto.

- Escoger aquellos *inputs* que reflejen mejor los *outputs*.
- Escoger aquellos *outputs* relevantes para la actividad de la empresa.

Bajo estos lineamientos, las variables consideradas como *inputs* fueron: activos corrientes, activos fijos, sueldos y salarios (trabajadores), costo de ventas y gastos operacionales; como *outputs* se definieron a la utilidad del ejercicio e ingresos. En la tabla 1 se han incluido algunas estadísticas descriptivas de estas variables, cuyos cálculos se los realizó a partir de las bases de datos proporcionadas por el Servicio de Rentas Internas y la SUPERCIAS. Estos datos constan en el formulario 101 correspondiente a la "Declaración del Impuesto a La Renta y Presentación de Balances Formulario Único Sociedades y Establecimientos Permanentes" que se encuentra en la sección de documentos del sector societario (SUPERCIAS, 2017a).

	Salidas			Entradas			
	Ingresos	Utilidad del ejercicio	Activos corrientes	Activos fijos	Sueldos y salarios	Costo de ventas	Gastos
	(miles US\$)	(miles US\$)	(miles US\$)	(miles US\$)	(miles US\$)	(miles US\$)	(miles US\$)
Media	2.542,07	103,22	1.340,05	309,60	201,11	1.691,99	732,81
Desviación estándar	1.490,23	175,09	1.234,78	476,77	178,30	1.108,26	494,99
Valor máximo	7.642,82	814,25	6.790,82	2.756,83	986,90	5.299,21	2.246,09
Valor mínimo	324,48	-616,03	5,24	1,00	25,39	25,63	39,91

Tabla 1. Características descriptivas de las variables de salida y entrada

Fuente: Elaboración propia

Procedimiento

La encuesta para la determinación de los indicadores cumplió con los estándares éticos de investigación: consentimiento informado, participación voluntaria, confidencialidad y no exposición a los participantes de las empresas estudiadas a riesgos físicos o psicológicos. La encuesta fue realizada en visitas a cada una de las 59 MEs.

Es importante tomar en cuenta que, si bien para el análisis DEA no es necesaria una función de producción, esta metodología asume implícitamente que las variables de entrada están relacionadas con las variables de salida.

Existen algunos métodos de selección de las variables de entrada y salida como son el método de correlación entre variables de entrada y salida; método multicriterio que considera criterios como "mejor ajuste a la frontera" y la "máxima discriminación" entre las DMUs; método basado en combinaciones posibles entre entradas y salidas formando distintos escenarios para hallar el mejor promedio de la eficiencia, entre otros (González-Araya y Valdés, 2009). Sin embargo, todos ellos tienen el propósito de seleccionar un número restringido de variables, de manera de mantener la relación causal en los modelos y que éstos indiquen adecuadamente el desempeño de las DMUs evaluadas.

En este estudio, para determinar qué variables se considerarán en la determinación de los ratios de ET para cada empresa, se realizó un análisis de correlación entre los *inputs* y *outputs* considerados inicialmente. De este proceso se escogieron finalmente a las variables que tuvieron alta correlación y luego serían parte en la aplicación del algoritmo de programación en Visual Basic, complemento de MsExcel.

Como explica Andersen y Petersen (1993), una de las amenazas o debilidades del método DEA, es que pueden arrojar valores errados de eficiencia cuando el número total de variables (*inputs+outputs*) es superior relativamente al número de observaciones. Para esta investigación se ha considerado esta observación, pero no se corre peligro, toda vez que las entradas y salidas con las que parte el modelo suman siete, en tanto que las observaciones corresponden a 59 DMUs, que es el tamaño de la muestra.

Análisis de datos

El análisis cuantitativo de los datos recolectados de la encuesta se lo realizó aplicando estadística descriptiva, a través de un *software* como MsExcel, en el que también se realizaron los cálculos del algoritmo que evalúa la eficiencia técnica.

Una vez determinada la ET de las MEs a partir de su información financiera, se calculó la eficiencia promedio de este sector económico y se les clasificó de acuerdo a su grado de eficiencia. Siendo los parámetros de clasificación: eficiencia total (eficiencia = 100%), alta (entre 81% y 99%), media (entre 61% y 80%) y baja (entre 0% y 60%).

Resultados

Uno de los objetivos de este trabajo fue hallar el grado de uso de las TIC en las MEs, por lo que para la exposición de resultados se ha dividido a los indicadores en cuatro categorías, ya que esto facilita analizar en conjunto los resultados globales. Estas son: disponibilidad de computadores y frecuencia de uso, capacitación de empleados en el uso de TIC y uso de las TIC por departamentos de las empresas. Estos resultados se detallan a continuación.

Todas las medianas empresas utilizan computadoras y el 83% de empleados en promedio las utilizan habitualmente en sus jornadas de trabajo. De ese porcentaje, el 76,27%, utilizan los computadores en un promedio de seis a ocho horas diarias y el 11% utilizan más de ocho horas. Con respecto a la frecuencia con la que se capacita al personal sobre TIC como se muestra en la figura 2, se determinó que el 48 % de empleados recibe capacitación, de los cuales la mayoría lo hace dos veces al año.

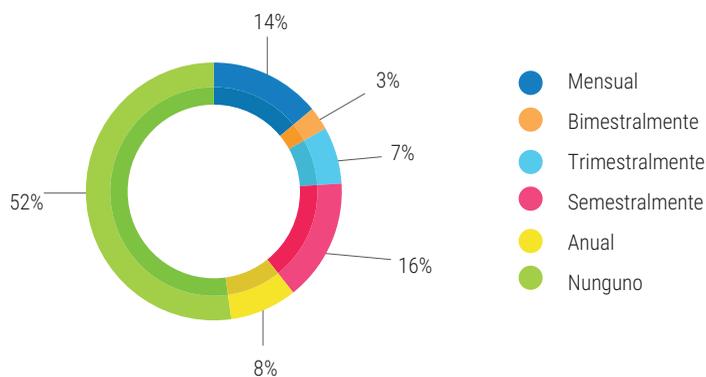


Figura 2. Frecuencia en que se capacita al personal en TIC

Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a las aplicaciones informáticas o *software* específico que las MEs han adoptado, se determinó que la mayoría utiliza las de tipo contable, con un porcentaje notorio

del 89%, seguidos por las aplicaciones de ofimática y gestión de ventas y facturación, tal como se observa en la figura 3.

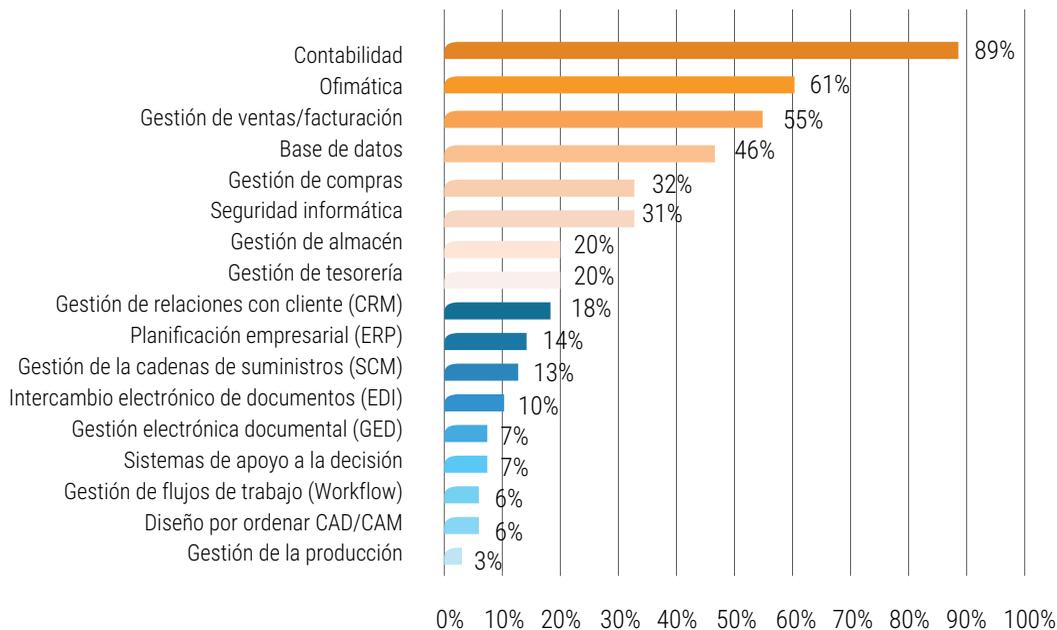


Figura 3. Aplicaciones informáticas adoptadas por las MEs de Quito
Fuente: Elaboración propia

Respecto al uso de las TIC por departamento, se encontró que en el 89% de MEs, el departamento que más utiliza aplicaciones informáticas

especificas en sus actividades productivas es el de contabilidad, seguido por el de compras y ventas. Tal como se muestra en la figura 4.

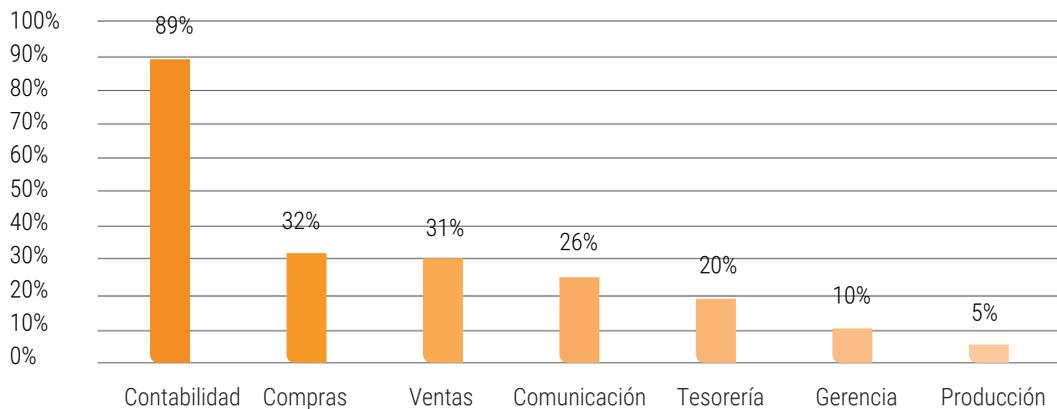


Figura 4. Uso de las TIC por departamento en las MEs de Quito
Fuente: Elaboración propia

Sobre la experiencia de uso de TIC por parte de las empresas, se aprecia en la figura 5, que la percepción sobre el manejo de TIC es positiva o de mucha utilidad, destacando que a través de ellas se podrían tener buenas oportunidades de negocios (66%) y mejorar la relación entre clientes y proveedores (61%).

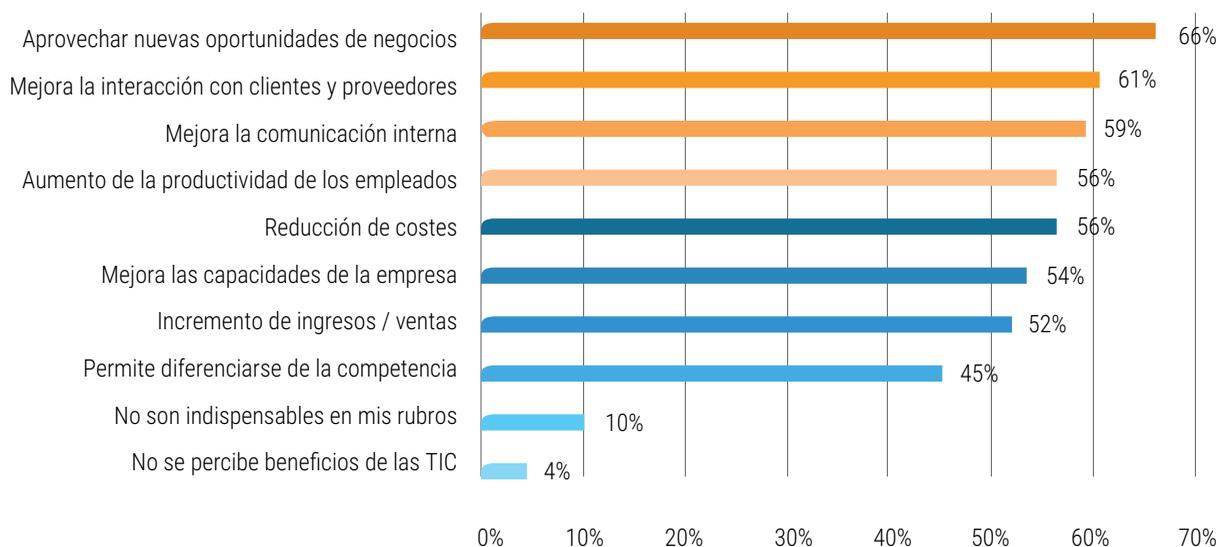


Figura 5. Experiencia sobre el impacto del uso de las TIC

Fuente: Elaboración propia

Los resultados concernientes a cumplir con el objetivo de determinar la eficiencia técnica, en su parte inicial, tienen que ver con la correlación que existe entre las variables de entrada y salida. Los resultados de la determinación del coeficiente de correlación de Pearson se muestran en la tabla 2.

Entradas	Salidas	
	Ingresos	Utilidad
Activos corrientes	0.580	0.160
Activos fijos	0.301	-0.131
Sueldos y salarios	0.501	-0.035
Costo de ventas	0.960	0.358
Gastos	0.743	0.100

Tabla 2. Coeficientes de correlación de Pearson entre entradas y salidas

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar existe una fuerte correlación entre las entradas con los ingresos, en tanto que disminuye si se correlaciona esas mismas entradas con la utilidad. Dados los resultados de la correlación, se definió entonces como única variable de salida a los ingresos. Con los resultados de la correlación se procedió a estimar la eficiencia técnica de cada una de las MEs aplicado el método DEA, que se encuentra expresado por las ecuaciones 1,2 y 3, y sus correspondientes restricciones.

Siendo los datos de entrada: $n = 59$ MEs, $s=1$ (*output*) y $r=5$ (*inputs*). Como resultado de la ejecución del algoritmo de programación en MsExcel se obtuvo que la eficiencia técnica de las MEs está entre el 25% y 100%, siendo 76% el promedio de eficiencia estimada con una desviación estándar del 20%. El resultado de la clasificación por categoría de eficiencia se muestra en forma porcentual en la figura 6.

Se puede observar de la figura 6, que la cuarta parte de MEs de este sector económico es totalmente eficiente y el 76% opera con índices de eficiencia superiores al 61% de acuerdo a la escala de referencia determinada en la metodología. Además, el 53% de compañías está trabajando con índices de eficiencia superiores al promedio del sector.

También se estudió la vinculación entre la eficiencia y los ingresos, tal como se muestra en la figura 7. Puede apreciarse que existe muy poca correspondencia entre ellos; el coeficiente de determinación ($R^2 = 0,0051$).

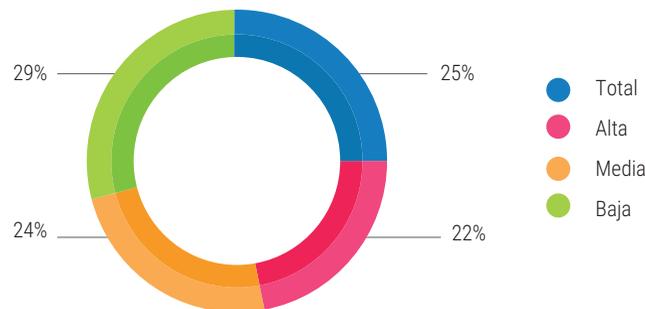


Figura 6. Grado de eficiencia técnica de las MEs de Quito
Fuente: Elaboración propia

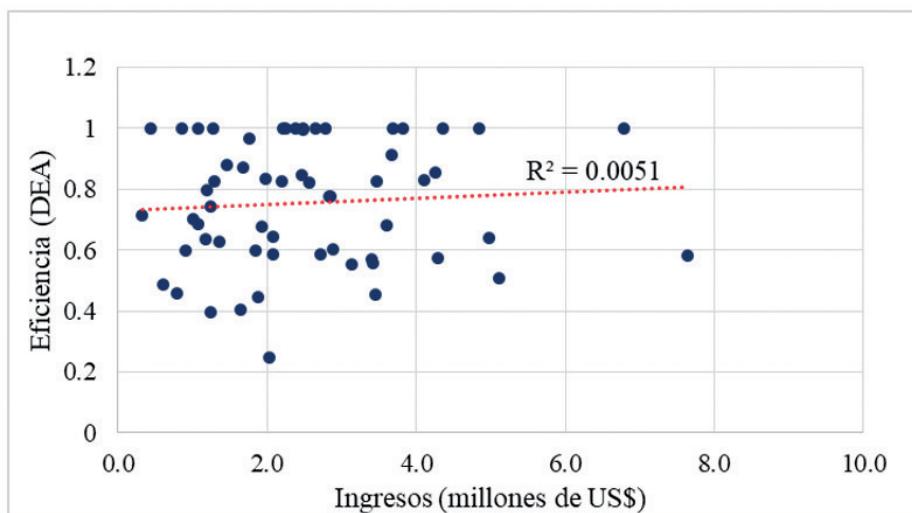


Figura 7. Relación entre la eficiencia técnica y el beneficio de las MEs de Quito
Fuente: Elaboración propia

Existe una razón fundamental para haber obtenido el resultado anterior: el análisis DEA y los ingresos generados miden diferentes aspectos. Los ingresos miden la capacidad de vender productos de las MEs comerciales a partir de los recursos disponibles. En cambio, la eficiencia DEA mide la capacidad para generar productos a partir de los recursos disponibles. Si bien la evidencia que utilizan ambos métodos es la misma (los productos), la diferencia radica en el hecho que utilizan base distinta: una, las metas definidas a comienzo de cada ejercicio anual; la otra, los recursos disponibles en cada año.

Discusión y conclusiones

Al separar en dos partes el análisis de los resultados, se puede decir que el 100% de empresas han incorporado las TIC en su gestión, sin embargo todavía su uso no está totalmente

aplicado por los trabajadores. Una razón podría ser la escasa importancia que dan estas compañías a la capacitación de sus empleados en el manejo y aprovechamiento de estas tecnologías, lo que evidencia que, en muy pocos departamentos de las MEs las hayan incorporado en sus actividades empresariales.

Otro elemento a considerar en base a los resultados de la estimación de ET de las MEs, es la necesidad de operar de manera más eficiente, ya que más de la mitad de compañías están operando con media y baja eficiencia, lo que significa desperdicios de los recursos de su capacidad instalada en su gestión empresarial.

Si bien existen estudios del aporte de las TIC en la gestión empresarial en países de la región (Díaz, 2012; Ibujés y Benavides, 2017; Ibujés y Chasi, 2017), en este trabajo se ha estimado que tan eficiente es el uso de los recursos de las MEs. Una forma más específica de analizar

el uso eficiente de las TIC, sería determinar la ET a partir de los valores invertidos en ese rubro. No obstante, en las empresas este valor se lo contabiliza globalmente con el resto de activos y gastos, dificultando evaluar por separado la ET de las TIC por el método DEA.

En esta investigación se determinó el grado de uso de las TIC en las MEs del área comercial de Quito, encontrando que estas compañías han adoptado plenamente a estas nuevas tecnologías en su gestión cotidiana. Empero, todavía es insuficiente la intensidad de uso que se les da a las mismas.

La aplicación del método no paramétrico DEA, permitió determinar que la eficiencia técnica del sector empresarial comercial en Quito es del 76%, debido fundamentalmente a que, el 25% de las empresas son totalmente eficientes

y representan la frontera de la eficiencia, frente a un 29% de empresas ineficientes. Estos resultados permiten demostrar el alto grado de uso de la capacidad instalada de estas empresas, información que resultaría interesante compararla con otros sectores económicos. Además, si bien una empresa puede ser técnicamente eficiente todavía podría ser capaz de mejorar su productividad al explorar economías de escala (Jaime y Luque, 2016).

Los resultados de la investigación podrían orientar sobre las acciones a ejecutar en cada una de las empresas estudiadas, con el fin de ir encaminando procesos que permitan potenciar los recursos y capacidades de cada empresa e impulsar actividades productivas más eficientes en esta área de la economía.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, A. (2001). «Concepto y medición de la eficiencia productiva». En *La medición de la eficiencia y la productividad*. Madrid: Ediciones Pirámide Grupo Anaya S.A. (pp. 17-34).
- Andersen, P., y Petersen, N. C. (1993). "A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis". *Management Science*, 39(10), pp. 1261-1264. Recuperado de <http://doi.org/10.1287/mnsc.39.10.1261>
- Banker, R. D., Charnes, A., y Cooper, W. W. (1984). "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis". *Management Science*, 30(9), pp. 1078-1092.
- Cachanosky, I. (2012). "Eficiencia técnica, eficiencia económica y eficiencia dinámica". *Procesos de Mercado: Revista Europea de Economía Política*, IX(2), pp. 51-80.
- Castells, M. (1996). "La era de la información". *Economía sociedad y cultura*, 1, pp. 1-29.
- Charnes, A., Cooper, W. W., y Rhodes, E. (1979). "Measuring the efficiency of decision-making units". *European Journal of Operational Research*, 3(4), 339. Recuperado de [http://doi.org/10.1016/0377-2217\(79\)90229-7](http://doi.org/10.1016/0377-2217(79)90229-7)
- Cordero, J. M. (2006). *Evaluación de la eficiencia con factores exógenos mediante el análisis envolvente de datos. una aplicación a la educación secundaria en España*. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=1488>
- Corral, Y. (2009). "Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos". *Ciencias de la Educación*, 19(33), pp. 228-247.

- Díaz, C. A. (2012). *Impacto de la apropiación de las TIC en la productividad de la empresa manufacturera de cartagena (Colombia): modelación y creación de mecanismos de adaptación*. Universitat Oberta de Catalunya. Recuperado de <http://www.tesisenred.net/handle/10803/126404>
- Farrell, M. (1957). "The measurement of productive efficiency". *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, pp. 253-290.
- Gil-Gómez, B., y Pascual-Ezama, D. (2012). "La metodología Delphi como técnica de estudio de la validez de contenido". *Anales de Psicología*, 28(3), pp. 1011-1020. Recuperado de <http://doi.org/10.6018/analesps.28.3.156211>
- Goñi, S. (1998). "El Análisis Envolvente de Datos como sistema de evaluación de la eficiencia de las organizaciones del sector público: Aplicación en equipos de atención primaria". *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, XX-VII(97), pp. 979-1004.
- González-Araya, M., y Valdés, N. (2009). "Método de selección de variables para mejorar la discriminación en el análisis de eficiencia aplicando modelos DEA". *Ingeniería Industrial*, 2(8), pp. 45-56.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta. ed.). México: McGraw Hill.
- Ibujés, J., y Benavides, M. (2017). "Contribution of technology to the productivity of small and medium-sized enterprises in the textile industry in Ecuador". *Cuadernos de Economía*, 41(115), pp. 140-150. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.cesjef.2017.05.002>
- Ibujés, J., y Chasi, L. (2017). "ICT impact on the productivity of metal mechanical SMES in Quito the Capital of Ecuador". En *INTED2017 (Ed.), 11th International Technology, Education and Development Conference*. Valencia: INTED2017 Proceedings. pp. 5196-5203. Recuperado de <https://library.iated.org/view/IBUJESVILLACIS2017ICT>
- Jaime, J. A., y Luque, P. (2016). *Formulaciones en el Análisis Envolvente de Datos (DEA). Resolución de casos prácticos*. Recuperado de [https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/43744/Alberto Jaime, Jaime TFG.pdf?sequence=1](https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/43744/Alberto%20Jaime,%20Jaime%20TFG.pdf?sequence=1)
- Ott, L., y Longnecker, M. (2016). *An Introduction to Statistical Methods & Data Analysis* (Seventh). Boston: Cengage Learning.
- Pérez, C. (2010). *Técnicas de muestreo estadístico*. Madrid: I. Publicaciones.
- Rubiera, F., Quindós, M. del P., y Vicente, M. R. (2003). "Análisis envolvente de datos: una aplicación al sector de los servicios avanzados a las empresas del Principado de Asturias". *Rect*, (1), 21. Recuperado de http://bvsspa.summon.serialssolutions.com/2.0.0/link/0/eLvHCXmw3V1f9NAEF-ulqKl6Kl4_oF9O-V9Cj-ZPk0bwiRd7qHAQvDsRX8psdnMEcok07YGCH8bP4Ee4L-bMb-jbp1Tf1SejDtpIks9NfZnYnM79IzPc0JuMtmwDgeeAFKgxCLxBRWAh3N-vELF4gBKigmeotj730WZ2mc7ozsBoPDb_DH5_U-uW3W5XENaJqtD-U00j1
- Sánchez de Pedro, E. A. (2013). *Nivel de competitividad y eficiencia de la producción ganadera*. Recuperado de <https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/10498/770.pdf?sequence=1>
- SUPERCIAS. (2017a). *Sistema Portal de Información Superintendencia de Compañías*. Recuperado de https://appscvs.supercias.gob.ec/portaldedocumentos/consulta_cia_menu.zul
- SUPERCIAS. (2017b). *SUPERCIAS. Ranking empresarial 2016*. Recuperado de <http://appscvs.supercias.gob.ec/rankingCias/>
- Tofallis, C. (2001). "Combining two approaches to efficiency assessment". *Journal of the Operational Research Society*, 52(11), pp. 1225-1231. Recuperado de <http://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601231>
- UNCTAD. (2014). *Measuring ICT and Gender: An Assessment*. Recuperado de http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/webdtlstict2014d1_en.pdf
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2010). *Indicadores claves sobre TIC*. Recuperado de https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-ICT_CORE-2010-PDF-S.pdf