

Eficiencia de los sistemas productivos de las pequeñas y medianas empresas en el departamento de Bolívar- Colombia

Efficiency of the Productive Systems of Small and Medium Enterprises in the Department of Bolívar - Colombia

José Morelos-Gómez¹

Universidad de Cartagena – Cartagena, Colombia

jmorelosg@unicartagena.edu.co

Roberto Gómez-Fernández²

Universidad Tecnológica de Bolívar – Cartagena, Colombia

rgomez@utb.edu.co

Jaime Acevedo-Chedid³

Universidad Tecnológica de Bolívar – Cartagena, Colombia

jacevedo@utb.edu.co

Cómo citar/ How to cite: Morelos, J., Gómez, R. & Acevedo, J. (2022). Eficiencia de los sistemas productivos de las pequeñas y medianas empresas en el departamento de Bolívar- Colombia. *Revista Saber, Ciencia y Libertad*, 17(2), 369 – 398. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2022v17n2.9298>

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo evaluar la eficiencia en los sistemas productivos de bienes y servicios de las pequeñas y medianas empresas (Pymes) en el Departamento de Bolívar-Colombia. Para este propósito se utilizó la técnica de Análisis Envolvente de Datos (DEA), en la cual se determinó las eficiencias técnicas de las 120 Pymes formalmente registradas en la Cámara de Comercio de Cartagena para los

Fecha de recepción: 5 de mayo de 2022

Fecha de evaluación: 9 de junio de 2022

Fecha de aceptación: 30 de junio de 2022

Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Published by Universidad Libre

Artículo resultado de proyecto de investigación titulado: Evaluación de la eficiencia de los sistemas productivos de las pequeñas y medianas empresas en el departamento de Bolívar-Colombia, adelantado en la Universidad de Cartagena, Cartagena, en la Vicerrectoría de Investigaciones. Fecha de Inicio de la investigación: 23/02/2020, fecha de terminación 25/03/2021.

1 Director, Maestría en Gestión de Organizaciones, Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia

2 Docente de planta, Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.

3 Docente de planta, Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.

años 2017 a 2020. Se contrasta con otros estudios cuya técnica no paramétrica fue aplicada en sectores productivos similares que, el grupo de pequeñas y medianas empresas evaluadas mostraron resultados análogos en sus procesos operacionales. Se concluye que las Pymes evaluadas presentaron un desempeño productivo exiguo en sus actividades operacionales debido a factores relacionados con el bajo aplacamiento financiero y deficiente gestión de la innovación.

Palabras clave

Eficiencia; Pymes; Análisis envolvente de Datos; productividad.

Abstract

This research aims to evaluate the efficiency in the productive systems of goods and services of small and medium-sized enterprises (SMEs) in the Department of Bolívar-Colombia. For this purpose, the Data Enveloping Analysis (DEA) technique was used, in which the technical efficiencies of the 120 SMEs formally registered with the Cartagena Chamber of Commerce for the years 2017 to 2020 were determined. It is contrasted with other studies whose non-parametric technique was applied in similar productive sectors that, the group of small and medium-sized enterprises evaluated showed similar results in their operational processes. It is concluded that the SMEs evaluated presented a meager productive performance in their operational activities due to factors related to low financial appeasement and poor innovation management.

Keywords

Efficiency; Smes; Data Envelopment Analysis; productivity.

Introducción

El estudio de la productividad ha sido aplicado favorablemente en diferentes sectores económicos, empresas manufactureras y de servicios. La contribución y aporte de numerosos textos y documentos científicos que, relacionan la importancia de la productividad y de sus beneficios para las organizaciones, se evidencia en la variada literatura de autores que no pierden la oportunidad de citar el axioma de Paul Krygman, el cual expresa: *“la productividad no lo es todo, pero a la larga es*

casi todo” (Garone et al., 2020; Tamberi, 2020). Este enfoque se debe principalmente a que se cree que la productividad, particularmente, la agregada explica las diferencias entre países a partir del ingreso per cápita, el crecimiento económico y, en última instancia, los niveles de vida (OCDE, 2015)

En razón de lo anterior, el estudio de la productividad desde la perspectiva estratégica de la producción se ha convertido en un factor determinante del éxito o fracaso de las organizaciones, la cual, a través de su medición y evaluación, permite determinar el desarrollo de las mismas y, por supuesto, el grado de eficiencia con que se realizan las operaciones que conjugan el cumplimiento de los estándares de producción. Es por ello, que el estudio de investigación de las pequeñas y medianas empresas (Pymes) en Colombia, resalta su significativo aporte al mejoramiento de la dinámica económica y el empleo con el 50,3%, así como la producción bruta de los sectores, industrial, servicios, comercial, etc. Según el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT, 2016), el país tiene formalmente registradas en las Cámaras de Comercio alrededor de 2'518.120 Pymes, de las cuales 39,9% corresponden a sociedades y el restante 60,1% son personas naturales. En este sentido, la política pública colombiana se ha orientado a aprovechar el potencial y maximizar la contribución de este sector empresarial en Colombia.

Este artículo cobra importancia al aplicar la metodología DEA (Data Envelopment Analysis) para evaluar la eficiencia de los sistemas productivos de las Pymes en el departamento de Bolívar, con lo cual se dio respuesta a los siguientes interrogantes ¿De qué manera se puede analizar el comportamiento de las variables asociadas a la productividad de las Pymes Bolívar? ¿Cuáles deben ser las variables de entradas y salidas con mayor pertinencia para analizar la eficiencia de las Pymes? ¿Cómo estimar las proyecciones de los sistemas productivos para alcanzar la eficiencia esperada en las Pymes evaluadas? Para dar respuesta a los siguientes interrogantes, el presente estudio busca evaluar la eficiencia de los sistemas de producción de las Pymes, con el propósito de aportar a los sectores productivos de estudio una nueva concepción racional aplicada al sector; y nuevas herramienta de control que faciliten la evaluación de las operaciones, mejorar la productividad y la eficiencia, y consecuentemente, elevar su posicionamiento en el mercado.

En esta investigación, se consideró el tipo de investigación exploratorio, descriptivo y evaluativo, el cual permitió analizar los sistemas de producción de bienes y servicios existente en las Pymes, describir y jerarquizar las variables de entrada y de salida de los sistemas de productividad, con el fin evaluar la eficiencia para

los años 2017 a 2020, y estimar las proyecciones en las salidas para alcanzar la máxima eficiencia.

Para el análisis de la eficiencia de los sistemas de productividad de las Pymes en el Departamento de Bolívar, se estudiaron los diferentes referentes teóricos de los sistemas de producción de las Pymes, productividad y eficiencia. Asimismo, se identificaron las variables de entrada y de salida del sistema productivo, con el propósito de calcular las eficiencias mediante la técnica de programación lineal del análisis envolvente de datos DEA, orientado al modelo de rendimientos constantes CCR-O de salidas, el cual permitió conocer los niveles de eficiencia de la Pymes de bienes y servicios del departamento de Bolívar-Colombia.

Marco teórico

Este aparte presenta los referentes teóricos relacionados con las acepciones del concepto de productividad, eficiencia, seguido de la importancia y definición de los diferentes sistemas de producción, el concepto y clasificación de las Pymes y, finalmente, se presenta la técnica no paramétrica de análisis envolvente de datos (DEA) aplicada en esta investigación.

Naturaleza y acepción de productividad

De los conceptos más relevantes en el análisis de la producción y las operaciones en la actualidad, es el que se refiere a la productividad, dado que la evaluación de ésta es determinante para la medición del desempeño competitivo de las organizaciones (Feenstra, 2018; Pipitone & Colloca, 2018). Es por ello, que la productividad permite fijar una relación entre insumos a costo de producción: humanos, capital, conocimientos, energía, etc. utilizados y productos o servicios resultantes de la combinación de dichos insumos (Li et al., 2016; Yan, 2019). Otra manera de medición de la productividad, es aquella que permite determinar el valor económico de las organizaciones, la capacidad de innovación y adaptabilidad al mercado sin perjuicio de su valor agregado valor (Morelos & Nuñez, 2017; Chen et al., 2019).

Así mismo, la medición de la productividad se hace necesaria para alcanzar los estándares de calidad y eficiencia de los procesos productivos; éste es llevado a cabo mediante la aplicación de indicadores que relacionan diversas variables. Los indicadores de productividad sirven de herramientas para medir el desempeño de las empresas y son bases para el desarrollo estratégico y el mejoramiento conti-

nuo de la misma (Morelos et al., 2013; Morelos, 2016). Por su parte, Mohammadian & Rezaee (2018), establecen la importancia de la construcción y aplicación de los indicadores de productividad para el monitoreo, control y planeación de la producción.

Son múltiples los factores que influyen en la medición de la productividad, entre ellos, el capital, maquinaria, materias primas, recurso humano, etc. En este sentido, la productividad puede expresarse como medidas parciales, medidas de múltiples factores o medidas totales (Goel et al., 2017; Kamble & Wankhade, 2017). Autores como Fontalvo et al. (2018), consideran que los factores de productividad con mayor incidencia en el desempeño productivo, están relacionados con la tecnología, formación, mano de obra, maquinaria y equipos.

Teniendo en cuenta las medidas de productividad, ésta se puede evaluar respecto a un factor de producción determinado, lo cual posibilita una amplia gama de medidas o indicadores en diferentes áreas, siendo los más utilizados los relacionados con la productividad del trabajo, la productividad de los recursos-materiales y la productividad del capital. Y este último indicador de productividad ofrece una medida de la rentabilidad de los fondos comprometidos en un negocio (Herman, 2020).

La productividad del talento humano, es considerada un elemento clave para el logro de los objetivos de las empresas (Karanikas et al., 2018; Yan et al., 2019) dado que es influenciada por algunos factores psicológicos en los trabajadores tales como: la motivación, la satisfacción laboral, el aprendizaje, la formación, la comunicación, los hábitos de trabajos, el clima laboral, el liderazgo, la toma de decisiones y las recompensas (Onkelinx, et al., 2016; Noe et al., 2017).

Eficiencia

El concepto eficiencia se ha confundido con la productividad, dando lugar a evaluaciones erradas cuando no se tiene claridad de los elementos y el contexto valorativo de estos dos conceptos. Autores como Zhang et al. (2019), Wu et al. (2019) y Caldas et al. (2019) expresan que el concepto de eficiencia está relacionado con la evaluación comparativa del desempeño de actividades o procesos productivos. La medida de la eficiencia haciendo uso de técnicas cuantitativas paramétricas y no paramétricas (DEA) orientada a la valoración del desempeño de las organizaciones, ha demostrado ser una herramienta muy útil para la toma de decisiones y mejoramiento de los procesos productivos (Hu et al., 2019; Fuentes et al., 2020).

Respecto a la acepción productividad y de su cálculo para una DMU independiente (Decision-Making Unit por sus siglas en inglés), ésta no sería lo suficientemente explicativo, dado que los resultados de productividad por sí solo, no podrían ser calificados como buenos o malos, a no ser que se haga referencia a otras DMUs, considerando la minimización de los recursos (inputs) y su correspondiente maximización de los productos terminados (outputs)(Shuai & Fan, 2020; Yu & He, 2020); por ello se hace necesario expresarla en términos de eficiencia relativa, cuyo modelo matemático se muestra a continuación:

$$Eficiencia_j = \frac{\frac{\sum_{k=1}^s u_{kj} y_{kj}}{\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}}}{\frac{\sum_{k=1}^s u_{ko} y_{ko}}{\sum_{i=1}^m v_{io} x_{io}}}$$

En donde, la eficiencia de la DMU tomada como referente corresponde al denominador.

Sistemas de producción

Los sistemas de producción constituyen un elemento fundamental en las organizaciones para alcanzar los propósitos estratégicos de la gerencia de producción (Shao, 2020; Tiammee & Likasiri, 2020). Para lograr el mejor desempeño de estos sistemas, las empresas manufactureras o de servicios se ven enfrentadas a inmensos retos, entre ellos, a la amplia complejidad de los procesos productivos y las nuevas exigencias de los mercados, con lo cual deben responder con sistemas de producción modernos y enfoques sofisticados de control, para mantener altos niveles de flexibilidad y adaptabilidad. En este sentido, las solicitudes de producción personalizada, con la utilización de recursos de producción heterogéneos, aumentan la diversidad de los sistemas de fabricación, lo que hace que su reconfiguración sea aún más compleja y lenta para atender ágilmente las dinámicas competitivas de los mercados (Lee et al., 2015; Krüger et al., 2017; Nikolakis et al., 2020).

Es así como, los sistemas de producción tradicionalmente suelen estar diseñados para un proceso de producción específico (Yadav & Jayswal, 2018). Por lo tanto, la intervención de pequeños cambios para atender específicas necesidades, requiere de ajustes manuales severos de los parámetros de control y, en algunas

situaciones, pueden necesitar la reconfiguración de todo el equipo (Joppen et al., 2019; Polotski, 2019). En este sentido, la aplicación de un enfoque productivo integrador, permite la mejor programación y distribución de las operaciones en el proceso (Tsutsumi et al., 2020). Adicionalmente, la utilización de algoritmos de programación más simples, distribuidos en todo un sistema e integrados en sus partes, podría lograr mejores resultados en un sistema de producción modular y reconfigurable que admita cambios en el diseño del producto (Andersen et al., 2017; Jodlbauer & Strasser, 2019).

Autores como Simon et al. (2019), Palominos (2019) y Javid et al. (2020), sugieren la adopción y diseños de sistemas productivos flexibles que faciliten la integración de la planificación de alto nivel con el control distribuido de bajo nivel. Asimismo, para aumentar la modularidad y flexibilidad de los sistemas de producción, se requieren nuevas estrategias de control (Chen et al., 2017; Hariharan et al., 2020). En este contexto, los enfoques de control descentralizado en sistemas heterogéneos como el de la industria manufacturera, parecen prometedores, para permitir un control flexible y una automatización inteligente de las líneas de ensamblaje de productos (Gonnermann & Reinhart, 2019).

Acepción de PYME

Las pequeñas y medianas empresas representan el engranaje sustancial de muchas economías regionales emergentes. Como grupo en el contexto global, las Pymes representan el 95% de las empresas y absorben el 60% del empleo según datos recientes de la Corporación Financiera Internacional (IFC por sus siglas en inglés) (Putra & Santoso, 2020). Los efectos económicos suelen ser más notables en países en desarrollo como Colombia, donde estas Pymes proporcionan hasta el 80% de los empleos disponibles e integran el 90% del sector productivo nacional (DANE, 2019). En razón de lo anterior, autores como (Brunswick & Vanhaverbeke, 2015; Cerchione et al., 2016; Costa et al., 2016; Hossain & Kauranen, 2016) expresan que las economías subdesarrolladas podrían apalancar sus apuestas productivas apoyando los procesos de gestión de la innovación y el fortalecimiento de los sistemas productivos (Valdez et al., 2018). Asimismo, en lo que respecta al proceso de toma de decisiones por parte de líderes de las Pymes, se proponen las siguientes acciones que puedan facilitar los resultados operacionales e impulsar el crecimiento, sostenibilidad y competitividad de este importante sector productivo, entre las decisiones se tienen: (i) decisiones de inversión en maquinaria y equipo tecnológicos; (ii) identificación de característi-

cas diferenciales de diseño, calidad y desempeño; (iii) identificación del mercado objetivo potencial de oportunidad; (iv) decisiones de gestión de la innovación en productos; (v) decisiones de colaboración estratégica; (vi) selección de socios para la colaboración y (vii) decisiones de compromiso institucional con los stakeholders (Awan et al., 2019; Yu et al., 2020).

Modelo Análisis Envolvente de Datos – DEA

El Análisis Envolvente de Datos es una técnica de programación lineal no paramétrica, que se utiliza para comparar la eficiencia de un conjunto de unidades DMU, que producen outputs similares a partir de una serie de inputs comunes (Amin, et al., 2017; Zhang & Cui, 2020). Asimismo, es considerado un método de fronteras, en razón a que evalúa el máximo nivel del output (productos) con el menor nivel de input (insumos, recursos o factores) necesarios para la producción de un cierto nivel de output (Nedaei et al., 2020).

El modelo DEA transforma múltiples entradas al medir las salidas en una sencilla estimación de eficiencia a partir de los datos observados de DMUs, {DMU j ; $j=1, \dots, n$ }, asociados con m inputs, $\{x_{ij}; i=1, \dots, m\}$, y s outputs, $\{y_{rj}; r=1, \dots, s\}$ (Ouyang & Yang, 2020). Para evaluar la eficiencia de los sistemas productivos de la Pymes en Bolívar se consideró utilizar el modelo CCR- orientado output, como se describe a continuación:

Modelo DEA CCR - output orientado.

Max h

s.a:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + S_i^+ = x_{ij0} \quad \forall i$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - S_r^- = h y_{rj0} \quad \forall r$$

$$S_i^+, S_r^- \geq 0 \quad \forall i, \forall r$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall j$$

Donde:

x_{ij} = Es la cantidad de i input en DMU j ,

y_{rj} = Es la cantidad de r output de DMU j ,

j_0 = DMU para ser evaluado

Metodología

La técnica DEA aplicada en este artículo de investigación permitió desde una enfoque cuantitativo y racional evaluar los sistemas productivos de las Pymes. Asimismo, este método no paramétrico consideró los procesos de una DMU como un todo inseparable, es decir, la estructura interna de la DMU está siempre en un estado óptimo, y no existen conflictos internos. Obviamente, el estado ideal anterior no es razonable en las actividades económicas reales. Las DMU a menudo tienen estructuras internas complejas y los conflictos internos son inevitables. Por lo tanto, debemos considerar el impacto de la estructura interna de la DMU al analizar la eficiencia de cada DMU evaluada en los sistemas productivos de las Pymes de Bolívar. A continuación, se presentan la población y las variables de entradas y salida seleccionadas

Población.

La población estuvo definida por las 120 unidades de análisis representadas por las Pymes del Departamento de Bolívar seleccionadas sistemáticamente y registradas formalmente en la Cámara de Comercio de Cartagena para el periodo 2017 a 2020. Como fuente de información fue considerada los registros de los rubros financieros de las empresas seleccionadas en la Superintendencia de Sociedades a través del Sistema de Información y Reporte Empresarial (SIREM)

Variables

Las variables de entradas (inputs) y salidas (outputs) seleccionadas en este artículo, para la aplicación del modelo de frontera de análisis envolvente de datos (DEA) parte de un análisis racional que representan los factores (insumos) utilizados por los sistemas productivos de bienes y servicios de las 120 empresas Pymes tomadas en el departamento de Bolívar.

Asimismo, se presentan cada uno de los inputs y outputs utilizados en la evaluación de la eficiencia de las Pymes

Inputs:

Activos fijos (AF):

Número de colaboradores (NC):

Costos de insumos (CI):

Costo de inventarios de bienes terminados (CIBT):

Outputs.

Ventas totales (VT):

Utilidad operacional (UO):

Utilidad neta (UN):

Asimismo, en este artículo de investigación se aplicó el modelo CCR-O, dada la pertinencia de las actividades misionales de las empresas y, de la técnica DEA, al considerar los rendimientos a escala constante (Morelos, 2016), lo que implicaría que si una actividad (x,y) es factible entonces, para todo escalar positivo t , la actividad (xt,yt) , es también factible, lo que significa a su vez que cualquier DMU, independiente de su tamaño, puede lograr la eficiencia. En este proceso de comparación de las DMU entre sí, al compararse con su homólogo más eficiente, permite entonces encontrar la eficiencia técnica global. Para la aplicación del modelo DEA CCR-O, el número (n) de DMUs, debe ser considerablemente mayor que la suma del número de inputs (s) más el número de output (m), cumpliendo con la condición $m + s \leq n/3$, es decir, el tamaño de las DMUs debe ser mayor o igual a tres veces la sumatoria de los inputs y output seleccionados, lo que se cumple con la población de 120 empresas tomadas para la investigación. Para el procesamiento de los datos inputs y outputs, se utilizó el software Data Envelopment Analysis –DEA-Solver-Pro, Versión 13.0.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados de aplicación de la técnica DEA con enfoque CCR-O, para la estimación de la eficiencia de las Pymes de bienes y servicios en el departamento de Bolívar-Colombia.

Con relación a las Tablas 1, 2, 3 y 4, se observan las correlaciones lineales entre las variables de entradas y salidas consideradas en la aplicación del modelo CCR-O para las Pymes de estudio. En general, las correlaciones observadas en las tablas mencionadas para los años 2017 a 2020, confirman la alta correspondencia entre

las variables de entrada y salida, es decir, cualquier variación en las cantidades de los insumos o variables de entrada, afectará proporcionalmente las salidas de los productos, siendo esta positiva o negativa. Lo anterior, también justifica la conveniencia de las variables de entradas y salidas seleccionadas con el modelo DEA aplicado.

Tabla 1. Correlación entre variables de entrada y salida de Pymes año 2017.

	Activos Fijos	Número Colaboradores	Costos Insumos	Costo Inv. Bienes Term.	Ventas Totales	Utilidad Operacional	Utilidad Neta
Activos Fijos	1						
Número Colaboradores	0,311110547	1					
Costos Insumos	0,92922924	0,3602775	1				
Costo Inv. Bienes Term.	0,95097658	0,3637433	0,9802203	1			
Ventas Totales	0,99121001	0,2974597	0,9458333	0,9641937	1		
Utilidad Operacional	-0,9450862	-0,243533	-0,844786	-0,874206	-0,9355977	1	
Utilidad Neta	-0,9110176	-0,234326	-0,81591	-0,849107	-0,9024884	0,9851074	1

Fuente: Autores.

Tabla 2. Correlación entre variables de entrada y salida de Pymes año 2018.

	Activos Fijos	Número Colaboradores	Costos Insumos	Costo Inv. Bienes Term.	Ventas Totales	Utilidad Operacional	Utilidad Neta
Activos Fijos	1						
Número Colaboradores	0,298524768	1					
Costos Insumos	0,912828661	0,3442755	1				
Costo Inv. Bienes Term.	0,901760561	0,3676581	0,9646142	1			
Ventas Totales	0,991038272	0,299734	0,9463192	0,9344494	1		
Utilidad Operacional	-0,93429475	-0,217566	-0,781753	-0,765846	-0,902258	1	
Utilidad Neta	-0,95479983	-0,245303	-0,866703	-0,845209	-0,9442787	0,9632782	1

Fuente: Autores.

Tabla 3 . Correlación entre variables de entrada y salida de Pymes año 2019.

	Activos Fijos	Número Colaboradores	Costos Insumos	Costo Inv. Bienes Term.	Ventas Totales	Utilidad Operacional	Utilidad Neta
Activos Fijos	1						
Número Colaboradores	0,292776686	1					

	Activos Fijos	Número Colaboradores	Costos Insumos	Costo Inv. Bienes Term.	Ventas Totales	Utilidad Operacional	Utilidad Neta
Costos Insumos	0,740921839	0,3895615	1				
Costo Inv. Bienes Term.	0,659468125	0,4068476	0,8748835	1			
Ventas Totales	0,977116262	0,3512823	0,837609	0,7847248	1		
Utilidad Operacional	-0,9610891	-0,202101	-0,627398	-0,544068	-0,9149377	1	
Utilidad Neta	-0,97169932	-0,243997	-0,692166	-0,615795	-0,9429535	0,9929209	1

Fuente: Autores.

Tabla 4. Correlación entre variables de entrada y salida de Pymes año 2020.

	Activos Fijos	Número Colaboradores	Costos Insumos	Costo Inv. Bienes Term.	Ventas Totales	Utilidad Operacional	Utilidad Neta
Activos Fijos	1						
Número Colaboradores	-0,055361	1					
Costos Insumos	0,2176826	-0,052059	1				
Costo Inv. Bienes Term.	0,253901	-0,118039	0,6196198	1			
Ventas Totales	0,4882834	-0,092601	0,290616	0,5561231	1		
Utilidad Operacional	0,5846485	-0,123119	0,1196672	0,2396916	0,6389726	1	
Utilidad Neta	0,6809337	-0,054393	-0,201967	-0,03787	0,3919572	0,7370512	1

Fuente: Autores.

En adición a los resultados de correlación analizados, la Tabla 5 registra las magnitudes de eficiencia y posición alcanzada, por cada una de las 120 Pymes evaluadas para los años 2017 a 2020. Cabe mencionar que en la aplicación de modelo CCR-O, una Pyme será eficiente, si el valor resultante de la eficiencia es igual a uno ($h=1$) y no se tienen holguras, o éstas son iguales a cero ($S_I^+, S_r^- = 0$). En relación con la premisa anterior, de este grupo se puede observar que sólo 6 Pymes equivalentes al 5%, Café del Mar LTDA, Comercializadora Internacional Recyclable S.A.S., Negocios y Concesiones S.A., Roberto Acero y Cía. S.A.S., Servimax Servicios Generales S.A.S., y Vehículos de la Costa S.A.S., se ubicaron sostenidamente en la frontera eficiente a través de todo el horizonte de estudio (4 años)

Del grupo de las 8 Pymes (6,7%) que mostraron ser ineficientes (con resultados tendientes a cero) ubicadas en el rango de posiciones 100 y 120, y distantes de la frontera de eficiencia, se tienen: Compañía Comercial el Dorado LTDA., Industria Metalmecánica San Judas LTDA., Kanguroid LTDA., Mexichem Derivados Andinos

S.A.S., NC Agroindustrial Sucursal Colombia, Panificadora del Caribe S.A.S., Rema-plast y Cía. LTDA. y Viale Internacional S.A.

Las Pymes restantes equivalentes a 106 (88,3%) del conjunto de las 120 empresas que no fueron calificadas, como eficientes y no eficientes, en relación con las magnitudes obtenidas en la Tabla 6, presentaron eficiencias promedias de 0,36, 0,43, 0,57 y 0,24 para los años 2017 hasta 2020, respectivamente. Lo que permite observar el bajo desempeño promedio de eficiencias que obtuvieron las Pymes para el periodo de tiempo de estudio. De este análisis, se destacan dos años, el tercer año 2019, el cual presenta el máximo valor promedio de la eficiencia registrada con 0,57 con la mayor cercanía a la frontera de eficiencia ($h = 1$). Y el cuarto año 2020, con el menor valor de eficiencia promedio 0,24 siendo éste el que se ubica más distante de la frontera de eficiencia. En general, este último conjunto de Pymes mostró un bajo desempeño sostenido a lo largo de los 4 años de evaluación.

Tabla 5. Resultados de magnitudes de eficiencia (CCR-O) y posición alcanzada de las Pymes para años 2017 a 2020.

PYMES	Año 2017		Año 2018		Año 2019		Año 2020	
	Escala Eficiencia	Posición						
ACASI COLOMBIA ZF SAS	0,00009	113	0,00008	115	0,00019	116	0,07735	71
APARTA HOTEL DON BLAS S A	0,74264	27	0,34027	58	0,26217	72	0,00422	80
AXALTA POWDER COATING SYSTEMS ANDINA S.A.	0,2163	63	0,37881	52	0,24372	74	0,00422	80
AZEMBLA S.A.S	0,13558	82	0,15582	79	0,26372	71	0,00422	80
BARAJAS CONSTRUCTORA S.A.	0,0835	91	0,5319	43	0,29712	63	0,05185	74
BELCOR LIMITADA	0,16655	73	0,06891	91	1	3	0,00422	80
BIOFILM S.A.	0,31443	46	0,36227	55	0,27458	67	0,00422	80
BOCCARD PIPING COLOMBIA SAS	0,42545	38	1	1	0,15881	91	0,10754	63
C. I. CURTIEMBRES MATTEUCCI S.A.S	0,36969	39	0,52401	44	0,49347	41	0,33879	35
C.I. GARBE TRADING S.A.	0,02383	100	0,00914	105	0,00034	114	0,00422	80
C.I. MEXICHEM COMPUESTOS COLOMBIA S.A.S	0,22955	62	0,19211	75	0,29396	65	0,00422	80
CABOT COLOMBIANA S.A.	0,24912	58	0,35616	56	0,27273	68	0,00422	80
CAFE DEL MAR LTDA	1	1	1	1	1	3	1	1
CALZAMOS S.A.S	0,28135	55	0,34594	57	0,4557	44	0,41374	28

**Eficiencia de los sistemas productivos de las pequeñas y medianas empresas
en el departamento de Bolívar- Colombia**

PYMES	Año 2017		Año 2018		Año 2019		Año 2020	
	Escala Eficiencia	Posición						
CARPINTERIA ELGUEDO S A S	0,0841	90	0,11725	84	0,3095	61	0,17553	55
CELLUX COLOMBIANA S.A.	0,00004	119	0,00004	117	0,00008	119	0,00001	119
CIA HOTELERA CARTAGENA PLAZA LTDA	0,90457	23	0,65798	37	0,56073	40	0,53163	22
COMERCIAL DE ENERGETICOS S.A. SUC COLOMBIA	0,26642	56	0,27474	66	0,24295	75	0,00422	80
COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL RECYCABLES S.A.S	1	1	1	1	1	3	1	1
COMPAÑIA COMERCIAL EL DORADO LTDA	0,00013	111	0,00011	114	0,00021	115	0,00002	117
COMPOUNDING AND MASTERBATCHING INDUSTRY LIMITADA COMAI LTDA	1	1	1	1	1	3	0,00422	80
COMVELMAR S.A	0,96723	21	0,70861	34	0,36406	54	0,34597	34
CONSTRUCTORA BARCELONA DE INDIAS S A	0,15186	76	0,2382	69	0,16771	87	0,05553	73
COSTASFALTOS S.A.	0,04109	96	0,06412	92	0,02253	108	0,01648	77
DEL MAR S.A.	0,30109	51	0,43756	49	0,34004	58	0,25544	45
EDITORIA DEL MAR S A	0,80946	24	1	1	1	3	0,39053	32
ESTIBAS Y MADERAS F B LTDA	0,14799	77	0,14156	80	0,10027	94	0,00422	80
ETEC S.A.	0,35571	41	0,61235	38	1	3	0,00422	80
EXTRUSA DE COLOMBIA S.A.	0,04734	94	0,08062	89	0,07356	101	0,00422	80
FRIGORIFICO DEL CARIBE S.A.	0,0001	112	0,04038	96	1	3	0,00422	80
GLORMED COLOMBIA S.A.	0,06798	92	0,0611	93	0,0424	102	0,00422	80
GOLOSINAS TRULULU S.A	0,16312	74	0,13647	82	0,14866	92	0,00422	80
GRANUPLAS S.A.	0,18563	68	0,2358	70	0,19027	82	0,12784	59
GRUPO HOTELERO MAR Y SOL S.A	0,55878	32	0,60116	39	0,57592	39	0,2729	41
HOTEL BARLOVENTO S.A.	0,09492	87	0,00015	113	0,04052	103	0,04158	75
HOTELES Y TURISMO S A S	0,14203	80	0,12407	83	0,08212	99	0,19947	51
INDUSTRIA DE REFRIGERACION COMERCIAL INDUFRIAL S.A.	0,21027	64	0,28003	65	0,25369	73	0,19011	53
INDUSTRIAS ASTIVIK S.A.	0,67458	29	0,87808	31	1	3	0,7881	14

PYMES	Año 2017		Año 2018		Año 2019		Año 2020	
	Escala Eficiencia	Posición						
INDUSTRIAS METALMECANICAS SAN JUDAS LTDA	0,00009	113	0,01564	103	0,00305	111	0,03225	76
INGRECO SAS	0,14734	79	1	1	0,15987	90	0,08864	67
INTERNATIONAL GREEN PRODUCTS CORP	0,04001	97	0,07058	90	1	3	0,00422	80
INVERSIONES CASCABEL S A	0,17524	71	0,1842	76	0,17094	86	0,00422	80
INVERSIONES COSPIQUE S.A.S	0,77055	25	1	1	0,59101	38	0,47651	26
INVERSIONES DAFFACH & CIA LTDA	0,0424	95	0,33502	59	0,33569	59	0,39288	29
INVERSIONES TURISTICAS DEL CARIBE LTDA Y CIA S.C.A.	0,49744	35	0,37138	54	0,33041	60	0,31271	37
KANGUPOR SAS	0,52106	34	0,5712	42	0,43848	45	0,00422	80
KANGUROID LTDA.	0,00002	120	0,00002	120	0,00005	120	0,00001	119
LA CASITA ROJA LTDA.	0,23408	61	0,20842	72	0,37304	52	0,29505	39
LABORATORIOS GERCO S.A.	0,23747	59	1	1	0,92101	32	0,48633	25
LABORATORIOS ROMAN S.A.	0,18491	69	0,32206	60	0,16644	88	0,10683	64
LADRILLERA LA CLAY S.A.	0,14781	78	0,10883	85	0,09398	97	0,08413	69
LAGUNA ENCANTADA S. A.S	0,00672	105	0,00987	104	0,18086	85	0,22965	47
MARINE SPORT E.U	0,10855	85	0,16765	77	0,37975	51	1	1
MEJIA VILLEGAS CONSTRUCTORES S.A	0,59435	31	1	1	1	3	0,31303	36
MEXICHEM DERIVADOS ANDINOS S.A.S.	0,00005	117	0,00008	115	0,096	96	0,00422	80
MEXICHEM RESINAS COLOMBIA S A.S	1	1	1	1	1	3	0,00422	80
MOTOMARLIN S.A.S	0,5562	33	0,4492	47	0,23209	77	0,12348	60
N C AGROINDUSTRIAL SUCURSAL COLOMBIA	0,00041	110	0,00747	106	0,0001	118	0,00422	80
NABONASAR MARTINEZ & CIA. S.A.	0,35732	40	0,44716	48	0,35153	55	0,26916	43
NEGOCIOS Y CONCESIONES S.A.	1	1	1	1	1	3	1	1
NORTICO LIMITADA	0,15507	75	0,00031	110	0,00051	112	0,00422	80
OCEANOS S.A.	1	1	0,49777	46	0,2208	78	0,00422	80
OFD COMERCIAL S.A.S.	1	1	1	1	1	3	0,00422	80
PANIFICADORA DEL CARIBE S.A.S	0,01516	102	0,02186	100	0,18632	83	0,10293	65
PEZ CARIBE LTDA	0,09016	88	0,036	97	0,02865	107	0,12052	61
PINTUCARIBE LTDA	0,017	101	0,01681	102	11,68909	1	0,09732	66
POLYBAN INTERNACIONAL S.A.	0,19083	66	0,22751	71	0,19298	81	0,00422	80
POLYBOL S.A.S	0,23708	60	0,39949	51	0,27037	69	0,28427	40

**Eficiencia de los sistemas productivos de las pequeñas y medianas empresas
en el departamento de Bolívar- Colombia**

PYMES	Año 2017		Año 2018		Año 2019		Año 2020	
	Escala Eficiencia	Posición						
PROCESADORES DE LECHE DEL CARIBE S A S	0,3106	47	0,24084	68	0,20851	80	0,14423	58
PROGRAL MEDICAL S.A.S.	0,305	48	0,20045	73	0,34236	57	0,27178	42
PROMOTORA ALEJANDRIA S.A.	0,00056	107	0,00021	112	1	3	0,00151	116
PROMOTORA DE INVERSIONES CARTAGENERAS LIMITADA	0,45576	36	0,90847	30	1	3	0,69953	17
PROMOTORA EL CAMPIN S.A	0,30424	49	0,67141	36	0,59731	37	0,35642	33
PROMOTORA INMOBILIARIA DANN CARTAGENA S.A.S	0,13066	83	0,43588	50	1	3	0,64689	19
PROMOTORA LAS RAMBLAS S.A.	1	1	0,0003	111	3,36779	2	0,06891	72
PROMOTORA PLAZUELA S.A.	0,00007	116	0,95919	26	0,00047	113	1	1
PROMOTORA TURISTICA DEL CARIBE S.A.	1	1	1	1	1	3	0,6084	20
PROQUICOL S.A.S PRODUCTOS QUIMICOS COLOMBIANOS S.A.S.	0,1056	86	0,10277	86	1	3	0,00422	80
QBM2 INGENIERIA ELECTRICA S.A.	0,06707	93	0,0884	87	0,29719	62	0,46954	27
RAFAEL DEL CASTILLO Y CIA S.A.	0,2911	53	0,57395	41	0,41051	48	0,00422	80
RAFAEL ESPINOSA G Y CIA S.A.S.	1	1	1	1	0,92644	31	0,57124	21
REAL S.A.	0,34699	43	0,31587	61	0,37125	53	0,53049	23
REDECAR LTDA	0,18771	67	0,16663	78	0,13198	93	0,11533	62
REFINERIA DE CARTAGENA S.A.	1	1	1	1	1	3	0,00422	80
REMAPLAST & CIA LIMITADA	0,00005	117	0,00004	117	0,00012	117	0,00834	79
REPRESENTACIONES DELSA Y CIA LTDA	0,00043	109	0,0419	95	0,03887	104	0,0825	70
RESTAURANTE BAR FUERTE DE SAN SEBASTIAN DEL PASTELILLO S.A.	0,12461	84	0,19574	74	0,46829	42	0,39064	31
ROBERTO ACERO V Y CIA SAS	1	1	1	1	1	3	1	1
SAMATCH S.A.	0,0284	99	0,00004	117	0,16374	89	0,00002	117
SEATECHN INTERNATIONAL INC	0,76704	26	0,82579	33	0,42254	46	0,00422	80
SEGURIDAD PROTECCION & SOLDADURA S.A.S	0,35249	42	0,29603	64	0,34608	56	0,23773	46

PYMES	Año 2017		Año 2018		Año 2019		Año 2020	
	Escala Eficiencia	Posición						
SERCONTEC E.U.	0,70176	28	1	1	0,41044	49	0,16058	57
SERVICIOS INDUSTRIALES METALMECANICOS TABARES S.A.S.	0,29636	52	0,30008	62	0,08414	98	0,19854	52
SERVICIOS INDUSTRIALES SIMONETTI COLOMBIA SAS	0,13995	81	0,37237	53	1	3	1	1
SERVICIOS PORTUARIOS S.A.	1	1	1	1	0,84207	34	1	1
SERVIMAX SERVICIOS GENERALES S.A.S	1	1	1	1	1	3	1	1
SERVIMECA INDUSTRIAL S.A.S	0,25375	57	1	1	0,07797	100	0,01249	78
SERVINCLUIDOS LTDA	1	1	1	1	1	3	0,00422	80
SOCIEDAD JOYERIA CARIBE SA	0,30278	50	0,29764	63	0,2691	70	0,1888	54
SOCIEDAD OPERADORA ZONA FRANCA INDUSTRIAL	0,42879	37	0,93328	28	1	3	0,2585	44
SOLMEX DEL CARIBE S.A.S.	0,94462	22	0,86112	32	0,64675	36	0,65727	18
SUB COSTA CARIBE S.A	0,007	104	0,03076	99	0,2389	76	0,21395	49
SUCASA MATERIALES S.A.	0,08573	89	0,08413	88	0,21817	79	0,21204	50
SUIMINISTRADORA DE MEDICAMENTOS DEL CARIBE S.A.	1	1	1	1	1	3	0,83687	13
SUMINISTROS Y SERVICIOS TECNICOS MARITIMOS ASOCIADOS LTDA	0,171	72	0,27316	67	0,28544	66	0,39111	30
SUPERMOTOS DE BOLIVAR S.A.	1	1	0,91428	29	0,70787	35	0,00422	80
TECNOAJI S A S	0,00056	107	0,00049	108	0,41733	47	1	1
TECNOSOLUCIONES LIMITADA	0,17821	70	0,13767	81	0,18469	84	0,73923	16
TODO INDUSTRIAS S.A.S	0,00537	106	0,00037	109	0,03447	105	0,30072	38
TODOMAR C.H.L.MARINA S.A.S	0,29064	54	0,6848	35	0,46059	43	0,49036	24
TUVACOL S.A.	1	1	1	1	1	3	0,00422	80
URBANIZADORA CAROLINA S A S	1	1	1	1	0,0168	109	0,77206	15
VEHICULOS DE LA COSTA S.A.S	1	1	1	1	1	3	1	1
VIALE INTERNATIONAL S.A.	0,00009	113	0,00584	107	0,0067	110	0,00297	115
XER PRODUCTS S A S	0,03244	98	0,06019	94	0,09836	95	0,08767	68
YARA COLOMBIA S.A.	0,34189	44	0,50601	45	0,40171	50	0,00422	80
ZEUS TECNOLOGIA S.A.	0,63369	30	0,93773	27	1	3	0,85625	12

PYMES	Año 2017		Año 2018		Año 2019		Año 2020	
	Escala Eficiencia	Posición						
ZONA FRANCA ARGOS S.A.S	0,33943	45	0,58169	40	0,90268	33	0,00422	80
ZONA FRANCA DE LA CANDELARIA S.A.	0,20511	65	0,03437	98	0,29534	64	0,17319	56
ZOOCRIADERO DE FAUNA COLOMBINA LIMITADA	0,01043	103	0,01989	101	0,03009	106	0,2165	48

Fuente: Autores.

Para valorar qué incrementos óptimos en las holguras de los inputs y outputs que se requieren, para que una Pyme alcance su eficiencia técnica, la Tabla 6 correspondiente al periodo 2020, muestra las proyecciones o metas de mejoramiento de recursos financieros para las Pymes objeto de este estudio. Para efectos de determinar la proyección de las holguras de las variables inputs y outputs, se consideran del grupo de las 120 Pymes seleccionadas, las empresas clasificadas como ineficientes que obtuvieron las últimas posiciones, desde la 115 hasta la 120 de año 2020. Para el caso de la Pyme Cellux Colombiana S.A., ubicada en la posición 119, requiere hacer las siguientes proyecciones financieras para invertir: en activos fijos valor de \$4.249.539; en insumos de materias primas \$152.410 y en inventarios de bienes terminados la suma de \$1.326.689; la empresa Compañía Comercial el Dorado LTDA., debe igualmente, concentrar su objetivo en incrementar los siguientes rubros financieros: activos fijos \$1.400.132, materias primas \$45.635 e inventarios de bienes terminados \$324.468.

Asimismo, las Pymes Kanguroid LTDA. y Viale International S.A., deben considerar elevar sus holguras de entradas para año 2015 de sus activos fijos en \$12,144,909 y \$2,940,177, y ventas totales en \$ 2.318.089.721 y \$100.471.717, respectivamente. Para esta última Pyme, adicional a los incrementos descritos, para alcanzar la combinación óptima de sus entradas es necesario incrementar los recursos por concepto de materias primas en \$40.940.

Tabla 6. Proyecciones de incrementos requeridos en las variables de entrada y salida de las Pymes para alcanzar la eficiencia, año 2020 (Cifras en miles de pesos).

PYMES	Eficiencia	Posición	Activos Fijos	Número Colaboradores	Costos Insumos	Costo Inv Bienes Term	Ventas Totales	Utilidad Operacional	Utilidad Neta
			Proyección	Proyección	Proyección	Proyección	Proyección	Proyección	
ACASI COLOMBIA ZF SAS	0,07735	71	1310681	23	59554,42835	432002,2873	62648235,48	11122671,2	0
APARTA HOTEL DON BLAS S A	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0

PYMES	Eficiencia	Posición	Activos Fijos	Número	Costos	Costo Inv	Ventas Totales	Utilidad	Utilidad Neta
			Proyección	Colaboradores	Insumos	Bienes Term	Operacional	Proyección	
AXALTA POWDER COATING SYSTEMS ANDINA S.A.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
AZEMBLA S.A.S	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
BARAJAS CONSTRUCTORA S.A.	0,05185	74	10813656	12,54406842	0	198,34311	107608768,7	0	6861823,433
BELCOR LIMITADA	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
BIOFILM S.A.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
BOCCARD PING COLOMBIA SAS	0,10754	63	10044208	52	5968,41868	67064	237378338,3	0	0
C. I. CURTIEMBRES MATTEUCCI S.A.S	0,33879	35	1074541	94	139877,9841	519727,0939	111470981,1	30355769,49	0
C.I. GARBE TRADING S.A.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
C.I. MEXICHEM COMPUESTOS COLOMBIA S.A.S	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
CABOT COLOMBIANA S.A.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
CAFE DEL MAR LTDA	1	1	378452	23	0	268925	6678048	1581810	1056705
CALZAMOS S.A.S	0,41374	28	868420	13	0	106637,6266	34571947,72	3242673,229	1741712,74
CARPINTERIA ELGUEDO S A S	0,17553	55	657804	19	38924,66453	233241,8754	43728865,62	8180322,096	4973910,057
CELLUX COLOMBIANA S.A.	0,00001	119	4249539	41	152410,4005	1326689,332	0	0	0
CIA HOTELERA CARTAGENA PLAZA LTDA	0,53163	22	1703563	16	60570,06336	530884,7188	48798051,05	7974752,861	4369827,447
COMERCIAL DE ENERGETICOS S.A. SUC COLOMBIA	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL RECYCABLES S.A.S	1	1	6612290	0	159851	1923781	62933436	4699842	1737548
COMPAÑIA COMERCIAL EL DORADO LTDA	0,00002	117	1400132	21	45635,07706	324468	0	0	0
COMPOUNDING AND MASTERBATCHING INDUSTRY LIMITADA COMAI LTDA	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
COMVELMAR S.A	0,34597	34	4724040	34	155399,1228	1449317,943	93994641,92	25684454	11050044,07
CONSTRUCTORA BARCELONA DE INDIAS S A	0,05553	73	12144909	12	0	198,34311	100927926,7	0	4294240,112
COSTASFALTOS S.A.	0,01648	77	514483	31	50000,60556	217982,5609	47582860,58	0	0
DEL MAR S.A.	0,25544	45	2539899	10	19575,33173	234675	52747569,06	7939927,956	3972594,402
EDITORIA DEL MAR S A	0,39053	32	13512428,13	11	57673,87067	692773	118337099,5	14472778,05	6075565,733
ESTIBAS Y MADE-RAS F B LTDA	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
ETEC S.A.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
EXTRUSA DE COLOMBIA S.A.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
FRIGORIFICO DEL CARIBE S.A.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
GLORMED COLOMBIA S.A.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0

**Eficiencia de los sistemas productivos de las pequeñas y medianas empresas
en el departamento de Bolívar- Colombia**

PYMES	Eficiencia	Posición	Activos Fijos	Número	Costos	Costo Inv	Ventas Totales	Utilidad	Utilidad Neta
			Proyección	Colaboradores	Insumos	Bienes Term		Operacional	Proyección
GOLOSINAS TRULULU S.A	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
GRANUPLAS S.A.	0,12784	59	4646458	32	151100,1882	1422339,885	137960720,3	20029884,69	9193046,938
GRUPO HOTELERO MAR Y SOL S.A	0,2729	41	24178998,42	22	46522,65041	557247	194504693	29726794,83	15364849,52
HOTEL BARLOVENTO S.A.	0,04158	75	8057349	18	4162,05535	48284	100680752,1	10543697,99	4784708,395
HOTELES Y TURISMO S A S	0,19947	51	424554	11,21058891	10503,80819	22042	18355134,53	5132620,066	3408116,362
INDUSTRIA DE REFRIGERACION COMERCIAL INDUSTRIAL S.A.	0,19011	53	31505389	17	782221,9395	9203611,828	617850263,6	36891208,06	13861764,51
INDUSTRIAS ASTIVIK S.A.	0,7881	14	12144909	12	0	198,34311	67523647,3	9102936,339	5247559,639
INDUSTRIAS METALMECANICAS SAN JUDAS LTDA	0,03225	76	669495	32	37726,40581	102328	42313120,94	11232903,96	6655336,2
INGRECO SAS	0,08864	67	844482	24	49496,08412	298569,8532	52128650,66	0	7473775,132
INTERNATIONAL GREEN PRODUCTS CORP	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
INVERSIONES CASCABEL S A	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
INVERSIONES COSPIQUE S.A.S	0,47651	26	4116782	15,28100698	0	198,34311	49383518,82	11229905,06	4757471,88
INVERSIONES DAFFACH & CIA LTDA	0,39288	29	207141	4,281551368	0	48398	11202374,63	874693,662	623251,0676
INVERSIONES TURISTICAS DEL CARIBE LTDA Y CIA S.C.A.	0,31271	37	3313206	32	43005,65158	317077	109320717,4	14648103,61	7322631,838
KANGUPOR SAS	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
KANGUROID LTDA.	0,00001	119	12144909	12	0	0	2318089721	0	0
LA CASITA ROJA LTDA.	0,29505	39	772236	21,60717521	0	215455,1217	26221637,04	4470539,108	2427310,153
LABORATORIOS GERCO S.A.	0,48633	25	230016	43	57664,43197	161658,3208	36265117,51	17277308,33	10853621,97
LABORATORIOS ROMAN S.A.	0,10683	64	7555152	35	1568,973065	15644	81104793,92	0	13026889,75
LADRILLERA LA CLAY S.A.	0,08413	69	16120827	112	82773,72583	751637	448500676,6	83348617,44	33644893,92
LAGUNA ENCAN-TADA S. A.S	0,22965	47	422367	42,43412066	48477	120085	43211797,4	13756245,51	8900472,195
MARINE SPORT E.U	1	1	15983	4	0	152272	1414795	216541	100869
MEJIA VILLEGAS CONSTRUCTORES S.A	0,31303	36	11680718	16	238087,8857	2831537	235398872,6	18936070,35	7608376,662
MEXICHEM DERIVADOS ANDINOS S.A.S.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
MEXICHEM RESINAS COLOMBIA S.A.S	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
MOTOMARLIN S.A.S	0,12348	60	4904868	4	85447,8309	1027963	86873772,64	6790004,881	3136796,841
N C AGROINDUSTRIAL SUCURSAL COLOMBIA	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
NABONASAR MARTINEZ & CIA. S.A.	0,26916	43	1006332	10	36444,6307	314813,5823	25100403,6	7219320,36	4450821,173

PYMES	Eficiencia	Posición	Activos Fijos	Número	Costos	Costo Inv	Ventas Totales	Utilidad	Utilidad Neta
			Proyección	Colaboradores	Insumos	Bienes Term	Operacional	Proyección	
NEGOCIOS Y CONCESIONES S.A.	1	1	18476	13	16199	34017	5046519	3952349	2677980
NORTICO LIMITADA	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
OCEANOS S.A.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
OFD COMERCIAL S.A.S.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
PANIFICADORA DEL CARIBE S.A.S	0,10293	65	2993396	87,28393668	84428,05977	177186	137422699	0	0
PEZ CARIBE LTDA	0,12052	61	244701	23	33785,04099	121866,7581	28204116,69	7795101,337	0
PINTUCARIBE LTDA	0,09732	66	52956	9,008413025	0	175067	7138576,129	482339,0016	243505,2429
POLYBAN INTERNACIONAL S.A.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
POLYBOL S.A.S	0,28427	40	48412209	21	1195780,42	14131283,86	706848520,2	78241277,61	18002075,68
PROCESADORES DE LECHE DEL CARIBE S A S	0,14423	58	8760841	65	100977,6853	899497	269289897,2	0	0
PROGRAL MEDICAL S.A.S.	0,27178	42	1598264	18,68549157	0	103293,0819	41826118,78	6766928,902	3956138,32
PROMOTORA ALEJANDRIA S.A.	0,00151	116	0	13	0	700758,9351	0	0	0
PROMOTORA DE INVERSIONES CARTAGENERAS LIMITADA	0,69953	17	12144909	12	0	0	47288153,29	10249748,19	6308142,697
PROMOTORA EL CAMPIN S.A	0,35642	33	2392394	15,98574534	0	198,34311	65487470,83	10065043,41	4989557,928
PROMOTORA INMOBILIARIA DANN CARTAGENA S.A.S	0,64689	19	17518789,5	17	7775,042003	91527	75080966,38	13047872,68	9486044,89
PROMOTORA LAS RAMBLAS S.A.	0,06891	72	0	13,08732141	0	617077	5115877,171	0	0
PROMOTORA PLAZUELA S.A.	1	1	0	49	0	2675525	10358332	32510	33699
PROMOTORA TURISTICA DEL CARIBE S.A.	0,6084	20	68177179,25	54	327708,6148	3937427	406398055	57995372,25	36418129,19
PROQUICOL S.A.S PRODUCTOS QUIMICOS COLOMBIANOS S.A.S.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
QBM2 INGENIERIA ELECTRICA S.A.	0,46954	27	357364	3,392349266	0	15436	11922111,62	1197472,205	558423,8472
RAFAEL DEL CASTILLO Y CIA S.A.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
RAFAEL ESPINOSA G Y CIA S.A.S.	0,57124	21	2869650	15,79069607	0	198,34311	59859207,46	6605506,309	3030647,588
REAL S.A.	0,53049	23	3522722	28	119087,7081	1086588,061	89987507,5	15011415,05	9280025,986
REDECAR LTDA	0,11533	62	686558	21,91022064	0	227088,891	23063161,96	3722527,291	2537088,829
REFINERIA DE CARTAGENA S.A.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
REMAPLAST & CIA LIMITADA	0,00834	79	12257027	29	242712,342	2790885	280256932,2	0	0
REPRESENTACIONES DELSA Y CIA LTDA	0,0825	70	847443	21,341166	0	205243,1548	32963493,41	4359934,234	1688109,873
RESTAURANTE BAR FUERTE DE SAN SEBASTIAN DEL PASTELILLO S.A.	0,39064	31	1065334	15	0	111133,4267	32262473,52	4100878,639	2670619,228

**Eficiencia de los sistemas productivos de las pequeñas y medianas empresas
en el departamento de Bolívar- Colombia**

PYMES	Eficiencia	Posición	Activos Fijos	Número	Costos	Costo Inv	Ventas Totales	Utilidad	Utilidad Neta
			Proyección	Colaboradores	Insumos	Bienes Term	Operacional	Proyección	
ROBERTO ACERO V Y CIA SAS	1	1	576212	105	0	565789	18187641	201358	187661
SAMATCH S.A.	0,00002	117	6160000	14,44596631	0	0	0	0	0
SEATECHN INTERNATIONAL INC	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
SEGURIDAD PROTECCION & SOLDADURA S.A.S	0,23773	46	3251910	15,63447063	0	198,34311	55061790,61	9849032,119	5464697,659
SERCONTEC E.U.	0,16058	57	2558063	15,91803824	0	198,34311	69820473,12	7007452,906	3332176,539
SERVICIOS INDUSTRIALES METALMECANICOS TABARES S.A.S.	0,19854	52	4792191	15,00497477	0	0	73353779,89	10398634,65	5294412,608
SERVICIOS INDUSTRIALES SIMONETTI COLOMBIA SAS	1	1	2357515	16	0	0	34848502	5907885	2674626
SERVICIOS PORTUARIOS S.A.	1	1	12144909	12	0	0	45163100	8278810	4175758
SERVIMAX SERVICIOS GENERALES S.A.S	1	1	271209	8	0	105341	13628050	719061	478488
SERVIMECA INDUSTRIAL S.A.S	0,01249	78	14015170	55	405452,3822	4198740,48	363291064,9	0	0
SERVINCLUIDOS LTDA	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
SOCIEDAD JOYERIA CARIBE SA	0,1888	54	8461235	15	222720,759	2494754,223	165320624	20740193,78	7550971,529
SOCIEDAD OPERADORA ZONA FRANCA INDUSTRIAL	0,2585	44	12144909	12	0	198,34311	74560964,63	14381195,86	8072475,446
SOLMEX DEL CARIBE S.A.S.	0,65727	18	488570	12,12354081	0	132501	23074424,34	1787720,596	1180662,618
SUB COSTA CARIBE S.A	0,21395	49	1104310	33	38973,36161	131974	54875521,25	11342897,13	7370675,874
SUCASA MATERIALES S.A.	0,21204	50	1039091	18	0	148370,9697	38120670,88	3404015,677	1829696,242
SUMINISTRADORA DE MEDICAMENTOS DEL CARIBE S.A.	0,83687	13	1087497	12	0	74282,72907	28026262,61	3393907,997	1688713,774
SUMINISTROS Y SERVICIOS TECNICOS MARITIMOS ASOCIADOS LTDA	0,39111	30	94703	11,52110739	0	179810	8339719,113	847266,108	426818,3047
SUPERMOTOS DE BOLIVAR S.A.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
TECNOAJI S A S	1	1	11308	19	0	253840	2216685	318125	57094
TECNOSOLUCIONES LIMITADA	0,73923	16	40241	20,70978429	0	367235	4547545,192	513032,2508	193492,7921
TODO INDUSTRIAS S.A.S	0,30072	38	68164	26,55536061	0	814239	11005744,37	701927,4182	340973,3045
TODOMAR C.H.L.MARINA S.A.S	0,49036	24	8438774	13,51465651	0	198,34311	74083674,65	10530931,66	4094718,969
TUVACOL S.A.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
URBANIZADORA CAROLINA S A S	0,77206	15	12144909	12	0	198,34311	47101809,98	9991639,355	5862437,58
VEHICULOS DE LA COSTA S.A.S	1	1	21212475	78	0	17495355	146748712	2718444	690158
VIALE INTERNATIONAL S.A.	0,00297	115	2940177	27	40940,44985	320565	100471717,7	15084398,48	0

PYMES	Eficiencia	Posición	Activos Fijos	Número Colaboradores	Costos Insumos	Costo Inv Bienes Term	Ventas Totales	Utilidad Operacional	Utilidad Neta
			Proyección	Proyección	Proyección	Proyección	Proyección	Proyección	Proyección
XER PRODUCTS S.A.S	0,08767	68	951342	20,97367239	0	191135,2508	35497895,59	3257157,696	0
YARA COLOMBIA S.A.	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
ZEUS TECNOLOGIA S.A.	0,85625	12	2088707	16,95078125	0	36698,38135	35834489,43	6124302,424	3109914,338
ZONA FRANCA ARGOS S.A.S	0,00422	80	0	0,087667183	0	0	0	0	0
ZONA FRANCA DE LA CANDELARIA S.A.	0,17319	56	1495275	19,04976648	0	117277,4218	48215002,31	5565705,456	2534567,812
ZOOCRIADERO DE FAUNA COLOMBINA LIMITADA	0,2165	48	428582	22,82268882	0	262118,1084	22172746,44	2064746,519	1377509,637

Conclusiones

En este trabajo de investigación la esencia de la ciencia se obtuvo como resultado de la evaluación de la eficiencia de los sistemas productivos de las Pymes, con lo cual se destacan aspectos determinantes para la planeación estratégica de las operaciones, el mejoramiento de la productividad y la toma de decisiones por parte de los gerentes de las Pymes. La evaluación de la eficiencia de los sistemas productivos bienes servicios, se ha convertido en la actualidad en una herramienta eficaz, por un lado, para incremento de la competitividad de las Pymes de los diferentes sectores económicos en la que se participa, y por otro lado, impulsa el aprovechamiento de las capacidades organizacionales, relacionadas con la innovación, el aprendizaje organizacional y el desarrollo tecnológico.

Es importante resaltar que, las Pymes en el mundo han sido objeto de variados estudios, y en Colombia no ha sido la excepción, dado el potencial para dinamizar la economía de las regiones y, su particular, aporte con la generación de empleos. En el departamento de Bolívar las Pymes se han convertido en el principal generador y motor de desarrollo económico de la Región, no obstante, sus resultados operacionales y desempeño productivo pudiera ser superior. Por ello, considerar en esta investigación, el estudio de las Pymes ha sido acertado en razón de su alto potencial para elevar la eficiencia y aprovechar las oportunidades del mercado local, nacional y global.

La medición de la eficiencia entonces, es calificada por los gerentes como una acción estratégica competitiva que abarca de manera integral el análisis de los insumos o entradas de un proceso, respecto a los productos/ salidas del mismo. La técnica de Análisis Envoltante de Datos, resulta ser una métrica de mayor con-

veniencia cuando se compara con indicadores de parciales de productividad. En este sentido, la herramienta DEA permite evaluar la relación del nivel mínimo de combinaciones de insumos/entradas necesarias para un nivel máximo de productos/salidas alcanzables.

La aplicación de la técnica DEA con orientación del modelo CCR-O de salidas en las Pymes de Bolívar, contribuyó para la determinación y análisis de las eficiencias resultantes. Del grupo de las 120 Pymes evaluadas se encontró que para el periodo de tiempo analizado de 4 años (2017 a 2020), las Pymes registraron una correlación alta entre las variables de entrada y salida, es decir, un aumento en los insumos de entrada, se correlacionará con un incremento en las salidas de bienes.

Asimismo, se observó que sólo 6 Pymes equivalentes al 5%, Café del Mar LTDA, Comercializadora Internacional Recyclable S.A.S., Negocios y Concesiones S.A., Roberto Acero y Cía. S.A.S., Servimax Servicios Generales S.A.S., y Vehículos de la Costa S.A.S., se ubicaron sostenidamente en la frontera eficiente a través de todo el horizonte de estudio. Contrario al registro anterior de empresas que alcanzaron la eficiencia técnica, en los 4 años de evaluación, 8 pymes (6,7%) obtuvieron registros de ineficientes (con eficiencias tendientes a cero) y distantes de la frontera de eficiencia, ellas son: Compañía Comercial el Dorado LTDA., Industria Metalmeccánica San Judas LTDA., Kanguroid LTDA., Mexichem Derivados Andinos S.A.S., NC Agroindustrial Sucursal Colombia, Panificadora del Caribe S.A.S., Remaplast y Cía. LTDA. y Viale Internacional S.A.

En general se encontró que el 18,3% de las Pymes en promedio registraron ser eficiente ubicándose en la frontera de optima, mientras que el 65,4 % en promedio, obtuvieron resultados ineficientes a largo de los 4 años de análisis. Se destaca, el mejor comportamiento registrado de 30 Pymes que alcanzaron ubicarse en la frontera de eficiencia para el año 2019 con el 25%, pero también, el registro más alto de 92 Pymes ineficientes para el año 2020 con el 76,6%.

Finalmente, se concluye que las Pymes evaluadas mostraron un desempeño productivo bajo en sus actividades operacionales, debido a factores relacionados con el débil apalancamiento financiero para impulsar la innovación, inversiones en tecnología, mejoramiento de los procesos productivos y el aprendizaje organizacional.

Referencias.

- Amin, G. R., Emrouznejad, A., & Gattoufi, S. (2017). Minor and major consolidations in inverse DEA: Definition and determination. *Computers & Industrial Engineering*, 103, 193-200. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.11.029>
- Andersen, A. L., Brunoe, T. D., Nielsen, K., & Rösiö, C. (2017). Towards a generic design method for reconfigurable manufacturing systems: Analysis and synthesis of current design methods and evaluation of supportive tools. *Journal of Manufacturing Systems*, 42, 179-195. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2016.11.006>
- Awan, U., Khattak, A., & Kraslawski, A. (2019). Corporate Social Responsibility (CSR) Priorities in the Small and Medium Enterprises (SMEs) of the Industrial Sector of Sialkot, Pakistan. In *Corporate Social Responsibility in the Manufacturing and Services Sectors* 1(1), 267-278. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33851-9_15
- Brunswick, S., & Vanhaverbeke, W. (2015). Open innovation in small and medium sized enterprises (SMEs): External knowledge sourcing strategies and internal organizational facilitators. *Journal of Small Business Management*, 53(4), 1241-1263. <https://doi.org/10.1111/jsbm.12120>
- Caldas, P., Ferreira, D., Dollery, B., & Marques, R. (2019). Are there scale economies in urban waste and wastewater municipal services? A non-radial input-oriented model applied to the Portuguese local government. *Journal of Cleaner Production*, 219, 531-539. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.076>
- Cerchione, R., Esposito, E., & Spadaro, M. R. (2016). A literature review on knowledge management in SMEs. *Knowledge Management Research & Practice*, 14(2), 169-177. <https://doi.org/10.1057/kmrp.2015.12>
- Costa, E., Soares, A. L., & De Sousa, J. P. (2016). Information, knowledge and collaboration management in the internationalisation of SMEs: A systematic literature review. *International Journal of Information Management*, 36(4), 557-569. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.03.007>
- Chen, J. C., Chen, T. L., & Harianto, H. (2017). Capacity planning for packaging industry. *Journal of manufacturing systems*, 42, 153-169. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2016.12.007>
- Chen, X., Fu, T. T., Juo, J. C., & Yu, M. M. (2019). A comparative analysis of profit inefficiency and productivity convergence between Taiwanese and Chinese banks. *BRQ Business Research Quarterly*. <https://doi.org/10.1016/j.brq.2019.02.001>

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2019), *Boletín de Prensa: Microestablecimientos Evolución 2018*. Consultado 29/052020 en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-interno/microestablecimientos>
- Feenstra, R. C. (2018). Restoring the product variety and pro-competitive gains from trade with heterogeneous firms and bounded productivity. *Journal of International Economics*, 110, 16-27. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2017.10.003>
- Fontalvo, T. J., De La Hoz, E. J. y Morelos, J. (2018). La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional. *Dimensión empresarial*, 16(1), 47-60. Consultado 15/02/2019 en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6233008>
- Fuentes, R., Molinos-Senante, M., Hernández-Sancho, F., & Sala-Garrido, R. (2020). Analysing the efficiency of wastewater treatment plants: The problem of the definition of desirable outputs and its solution. *Journal of Cleaner Production*, 267(10) <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121989>
- Garone, L. F., Villalba, P. A. L., Maffioli, A., & Ruzzier, C. A. (2020). Firm-level productivity in Latin America and the Caribbean. *Research in Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.rie.2020.04.004>
- Goel, V., Agrawal, R., & Sharma, V. (2017). Factors affecting labour productivity: an integrative synthesis and productivity modelling. *Global Business and Economics Review*, 19(3), 299-322. <https://doi.org/10.1504/GBER.2017.083964>
- Gonnermann, C., & Reinhart, G. (2019). Automatized setup of process monitoring in cyber-physical systems. *Procedia CIRP*, 81, 636-640. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.168>
- Hariharan, S., Liu, T., & Shen, Z. J. M. (2020). Role of resource flexibility and responsive pricing in mitigating the uncertainties in production systems. *European Journal of Operational Research* 284(2), 498-513. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.12.040>
- Herman, E. (2020). Labour Productivity and Wages in the Romanian Manufacturing Sector. *Procedia Manufacturing*, 46, 313-321. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.046>
- Hossain, M. and Kauranen, I. (2016) Open innovation in SMEs: a systematic literature review, *Journal of Strategy and Management*, 9(1), pp. 58-73. <https://doi.org/10.1108/JSMA-08-2014-0072>
- Hu, W., Guo, Y., Tian, J., & Chen, L. (2019). Eco-efficiency of centralized wastewater treatment plants in industrial parks: A slack-based data envelopment analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 176-186. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.020>

- Javid, N., Khalili-Damghani, K., Makui, A., & Abdi, F. (2020). Multi-objective flexibility-complexity trade-off problem in batch production systems using fuzzy goal programming. *Expert Systems with Applications*, 148(1). <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113266>
- Jodlbauer, H., & Strasser, S. (2019). Capacity-driven production planning. *Computers in Industry*, 113, 103-126. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103126>
- Joppen, R., von Enzberg, S., Kühn, I. A., & Dumitrescu, I. R. (2019). A practical framework for the optimization of production management processes. *Procedia Manufacturing*, 33, 406-413. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.050>
- Kamble, R., & Wankhade, L. (2017). Perspectives on productivity: identifying attributes influencing productivity in various industrial sectors. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 22(4), 536-566. <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2017.087868>
- Karanikas, N., Melis, D. J., & Kourousis, K. I. (2018). The balance between safety and productivity and its relationship with human factors and safety awareness and communication in aircraft manufacturing. *Safety and health at work*, 9(3), 257-264. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2017.09.001>
- Krüger, J., Wang, L., Verl, A., Bauernhansl, T., Carpanzano, E., Makris, S., ... & Pellegrinelli, S. (2017). Innovative control of assembly systems and lines. *CIRP annals*, 66(2), 707-730. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2017.05.010>
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, 3, 18-23. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001>
- Li, T., Yang, W., Zhang, H., & Cao, X. (2016). Evaluating the impact of transport investment on the efficiency of regional integrated transport systems in China. *Transport Policy*, 45, 66-76. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.09.005>
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2016) *¿Cuáles son los programas y proyectos que se desarrollan para fortalecer a las Mipymes colombianas? MinCIT*. Consultado 23/11/2016 en : <http://www.mincit.gov.co/servicio-al-ciudadano/preguntas-frecuentes/mipymes>
- Mohammadian, I., & Rezaee, M. J. (2018). A new decomposition and interpretation of Hicks-Moorsteen productivity index for analysis of stock exchange companies: Case study on pharmaceutical industry. *Socio-Economic Planning Sciences*, 100674. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2018.12.001>

- Morelos, J. , Fontalvo, T. J., & Vergara, J. C. (2013). Incidencia de la certificación ISO 9001 en los indicadores de productividad y utilidad financiera de empresas de la zona industrial de Mamonal en Cartagena. *Estudios Gerenciales*, 29(126), 99-109. Consultado 4/06/2017 en: <https://www.redalyc.org/pdf/212/21228397012.pdf>
- Morelos, J. (2016). Análisis de la variación de la eficiencia en la producción de biocombustibles en América Latina. *Estudios gerenciales*, 32(139), 120-126. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.01.001>
- Morelos, J., & Nuñez, M. Á. (2017). Productividad de las empresas de la zona extractiva minera-energética y su incidencia en el desempeño financiero en Colombia. *Estudios gerenciales*, 33(145), 330-340. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2017.11.002>
- Nedaei, H., Naini, S. G. J., & Makui, A. (2020). A dynamic DEA model to measure the learning rates of efficient frontier and DMUs: An application to oil and gas wells drilling. *Computers & Industrial Engineering*, 144(1) 106434. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106434>
- Nikolakis, N., Senington, R., Sipsas, K., Syberfeldt, A., & Makris, S. (2020). On a containerized approach for the dynamic planning and control of a cyber-physical production system. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 64(1). <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.101919>
- Noe, R. A., Hollenbeck, J. R., Gerhart, B., & Wright, P. M. (2017). *Human resource management: Gaining a competitive advantage*. New York, NY: McGraw-Hill Education.
- OECD. (2015). The future of productivity. *Joint Economics Department and the Directorate for Science, Technology and Innovation Policy Note*.
- Onkelinx, J., Manolova, T. S., & Edelman, L. F. (2016). The human factor: Investments in employee human capital, productivity, and SME internationalization. *Journal of International Management*, 22(4), 351-364. <https://doi.org/10.1016/j.intman.2016.05.002>
- Ouyang, W., & Yang, J. B. (2020). The network energy and environment efficiency analysis of 27 OECD countries: A multiplicative network DEA model. *Energy*, 197(1) 117161. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117161>
- Palominos, P., Quezada, L. E., & Gonzalez, M. A. (2019). Incorporating the voice of the client in establishing the flexibility requirement in a production system. *International Journal of Production Economics*, 211, 34-43. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.029>
- Pipitone, V., & Colloca, F. (2018). Recent trends in the productivity of the Italian trawl fishery: The importance of the socio-economic context and overexploitation. *Marine Policy*, 87, 135-140. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.10.017>

- Putra, P. O. H., & Santoso, H. B. (2020). Contextual factors and performance impact of e-business use in Indonesian small and medium enterprises (SMEs). *Heliyon*, 6(3), e03568. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03568>
- Polotski, V., Kenné, J. P., & Gharbi, A. (2019). Production control of hybrid manufacturing–remanufacturing systems under demand and return variations. *International Journal of Production Research*, 57(1), 100-123. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1461272>
- Simon, P., Diehl, D., Glasschroeder, J., & Reinhart, G. (2019). Approach for the identification of influencing factors and their effects on energy flexible production systems. *Procedia CIRP*, 79, 239-244. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.057>
- Shao, X. F. (2019). What is the right production strategy for horizontally differentiated product: Standardization or mass customization?. *International Journal of Production Economics*, 223(1) <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107527>
- Shuai, S., & Fan, Z. (2020). Modeling the role of environmental regulations in regional green economy efficiency of China: Empirical evidence from super efficiency DEA-Tobit model. *Journal of Environmental Management*, 261, 110227. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110227>
- Tamberi, M. (2020). Productivity differentials along the development process: A “MESO” approach. *Structural Change and Economic Dynamics*, 53, 99-107. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2020.01.006>
- Tiammee, S., & Likasiri, C. (2020). Sustainability in corn production management: A multi-objective approach. *Journal of Cleaner Production*, 257(1). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120855>
- Tsutsumi, D., Gyulai, D., Kovács, A., Tipary, B., Ueno, Y., Nonaka, Y., & Fujita, K. (2020). Joint optimization of product tolerance design, process plan, and production plan in high-precision multi-product assembly. *Journal of Manufacturing Systems*, 54, 336-347. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.01.004>
- Valdez, L. E., Solano-Rodríguez, O. J., & Martin, D. P. (2018). Modes of learning and profitability in Colombian and Mexican SMEs. *The Journal of High Technology Management Research*, 29(2), 193-203. <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2018.09.007>
- Wu, G., Hong, J., Li, D., & Wu, Z. (2019). Efficiency assessment of pollutants discharged in urban wastewater treatment: Evidence from 68 key cities in China. *Journal of cleaner production*, 233, 1437-1450. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.012>

- Yadav, A., & Jayswal, S. C. (2018). Modelling of flexible manufacturing system: a review. *International Journal of Production Research*, 56(7), 2464-2487. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1387302>
- Yan, Y., Liu, X., Wen, Y., & Ou, J. (2019). Quantitative analysis of the contributions of climatic and human factors to grassland productivity in northern China. *Ecological indicators*, 103, 542-553. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.04.020>
- Yan, J. (2019). Spatiotemporal analysis for investment efficiency of China's rural water conservancy based on DEA model and Malmquist productivity index model. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 21, 56-71. <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2018.11.004>
- Yu, D., & He, X. (2020). A bibliometric study for DEA applied to energy efficiency: Trends and future challenges. *Applied Energy*, 268. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115048>
- Yu, F., Shi, Y., & Wang, T. (2020). R&D Investment and Chinese Manufacturing SMEs Corporate Social Responsibility: The Moderating Role of Regional Innovative Milieu. *Journal of Cleaner Production*, 258(1). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120840>
- Zhang, R., Lu, C. C., Lee, J. H., Feng, Y., & Chiu, Y. H. (2019). Dynamic environmental efficiency assessment of industrial water pollution. *Sustainability*, 11(11), 1-12. <https://doi.org/10.3390/su11113053>
- Zhang, G., & Cui, J. (2020). A general inverse DEA model for non-radial DEA. *Computers & Industrial Engineering*, 142 (1), 106368. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106368>