

03-001

**CHARACTERIZATION OF THE TECHNIQUES IN OPERATIONS FOR THE  
STRENGTHENING OF THE PRODUCTION PROCESSES OF THE MSMES, RISARALDA,  
COLOMBIA.**

Morris, Lloyd (1); Salazar , Olga (2); Arias, Juan (1)

(1) Universidad Católica de Pereira, (2) Universidad Libre Seccional Pereira

This research studies the operations management techniques that can influence the strengthening of the production processes of Mipymes (Micro, small and medium enterprises) for the increase of the productivity of a group of companies in Risaralda, Colombia. The initial stage deals with a reflection on the concepts in operations management and its link with the objectives in production of the MSMEs, together with the next stage that corresponds to the description of the techniques in operations taking as reference the ABC analysis, to conclude in the stage of characterization of operations techniques: forecasts, aggregate planning, inventories of finished products, inventories of dependent demand products, learning curves and deployment of the quality function, using mathematical modeling. Conclusively, using the calculation of gaps in optimization modeling in various scenarios, the specific characterization is presented according to the research results that give potential to the productivity and competitiveness of companies in the Mipymes sector in Risaralda, Colombia.

Keywords: Operations Management; Production; MSMEs; Competitiveness

**CARACTERIZACIÓN DE LAS TÉCNICAS EN OPERACIONES PARA EL  
FORTALECIMIENTO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE LAS MIPYMES,  
RISARALDA, COLOMBIA.**

Esta investigación estudia las técnicas de la administración de operaciones que pueden incidir en el fortalecimiento de los procesos de producción de las Mipymes (Micro, pequeña y medianas empresas) para el aumento de la productividad de un conjunto de empresas en Risaralda, Colombia. La etapa inicial aborda una reflexión sobre los conceptos en administración de operaciones y su vínculo con los objetivos en producción de las Mipymes, aunada a la siguiente etapa que corresponde a la descripción de las técnicas en operaciones tomando como referencia el análisis ABC, para concluir en la etapa de caracterización de las técnicas de operaciones: pronósticos, planeación agregada, inventarios de productos terminados, inventarios de productos de demanda dependiente, curvas de aprendizaje y despliegue de la función de calidad, utilizando la modelación matemática. De manera concluyente utilizando el cálculo de brechas en modelamientos de optimización en diversos escenarios, se presenta la caracterización específica de acuerdo a los resultados de investigación que dan potencialidad a la productividad y competitividad de las empresas del sector Mipymes en Risaralda Colombia.

Palabras clave: Administración de Operaciones; Producción; Mipymes; Productividad; Competitividad.

Correspondencia: Lloyd Morris. Correo: lloyd.morris@ucp.edu.co

Agradecimientos: Universidad Católica de Pereira, Colombia.



©2022 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción

Tinh, et al. (2021), nombran la relevancia de estandarizar las operaciones en los procesos de manufactura dado los altos niveles de competitividad existentes en los mercados globalizados. Para este fin existen una diversidad de técnicas propias de la ingeniería industrial como es el caso del estudio de tiempos. Al respecto, Hatim et al. (2020), mencionan que en los casos tradicionales los factores comunes a considerar en el estudio y selección de procesos, son los costos, la calidad y el rendimiento. Ahora bien, estos factores no deben estar aislados a otros de especial importancia como es el caso de los indicadores de desempeño como la productividad o las mediciones en impacto ambiental. En este sentido es importante que desde las operaciones se tenga un enfoque integral que combine diversas técnicas y modelos para mejorar la toma de decisiones con multipropósitos.

La presente investigación posee como objetivo la caracterización de las técnicas en operaciones para el fortalecimiento de los procesos de producción que potencialicen la productividad y competitividad de 244 empresas pertenecientes al sector Mipymes en Risaralda, Colombia. Para este fin se tuvo en consideración un enfoque metodológico mixto combinando la teoría fundamentada hacia la programación matemática que permite la optimización en la caracterización de las técnicas en operaciones.

Garza-Reyes et al. (2018), admite la posibilidad de fortalecer los procesos de producción a través métodos o técnicas en operaciones. Esta alternativa es factible y crece en la medida que se utilicen o combinen las bondades de diversas técnicas o herramientas como por ejemplo el mantenimiento productivo global, Kaizen y el justo a tiempo, entre otras. Al respecto, Casas Y. (2020) indica que, a través de la utilización de los pronósticos, la planeación agregada y la programación de operaciones, se puede lograr el incremento de la productividad en la empresa privada.

Arteaga-Sarmiento et al. (2019), desarrolla un proceso para establecer el uso de herramientas Lean Manufacturing. El presente estudio en su primera etapa, de manera similar, define según la opinión de expertos seis técnicas claves en operaciones que pueden potencializar la productividad: curvas de aprendizaje, pronósticos, planes agregados, planeación de requerimientos de materiales, los sistemas de inventarios y la técnica del despliegue de la función de calidad, logrando la reflexión sobre los conceptos en administración de operaciones y su vínculo con los objetivos en producción tomando en cuenta la opinión de expertos en competitividad en operaciones.

En la siguiente etapa, a través de la propuesta de Nuzhna et al. (2019) con respecto a una estructura conceptual del análisis ABC, se alcanza la clasificación de las técnicas de acuerdo a dos criterios: la organización en función de las técnicas más representativas y la organización en función del porcentaje acumulado de las técnicas más representativas.

En la etapa de cierre se alcanza la caracterización de las técnicas en operaciones que potencialice la productividad de los procesos operativos del sector empresarial estudiado. Por tanto, la programación lineal como herramienta matemática es alimentada del proceso previo cualitativo para la toma de los datos requeridos en el modelo. Finalmente, se obtiene el análisis de la caracterización empresarial que permite la visualización de las brechas del sector para el desarrollo de acciones priorizadas considerando escenarios optimizados en corridas del modelo de programación lineal creado y que permite la toma de decisiones de una manera guiada.

## 2. Método

Paz (2003), menciona sobre la posibilidad de trabajar con un enfoque mixto al combinar dos métodos. En este sentido, la propuesta de este estudio inserta los resultados del método

cuantitativo a través de la teoría fundamentada que realiza aportes importantes a la identificación de categorías de decisión en operaciones hacia el uso de la programación matemática para la formulación, solución y análisis de un modelo que permite la caracterización de las técnicas en operaciones.

Monsalve et al. (2019), mencionan las bondades de la teoría fundamentada en la construcción y abordaje conceptuales. Para este propósito se reúnen a un conjunto de expertos en competitividad en operaciones que puedan identificar las áreas claves que puedan potencializar la productividad y competitividad en operaciones de la Mipymes, pertenecientes a comités privados de competitividad en Colombia. La base para el abordaje del sector productivo en Risaralda se fundamentó bajo un muestreo estratificado según código CIU en el que la muestra inicial y las entrevistas efectivas se dan de acuerdo a la Tabla 1.

**Tabla 1: Sectores productivos en Risaralda según código CIU**

CÓDIGO	SECTOR	Tamaño	ENTREVISTAS
		Inicial	REALIZADAS
C10	ALIMENTOS	6	2
C14	CONFECCIONES	21	13
C15	CALZADO/CUERO	2	0
C17	PAPEL/CARTÓN	1	0
C22	PLÁSTICOS	3	0
C25	MÉTALICOS	9	5
C27	ELÉCTRICOS	1	0
C28	MAQUINARÍA	1	0
C31	MUEBLES	5	5
C32	OTRAS INFRAESTRUCTURAS	4	0
TOTAL		53	25

Del logro en la reflexión sobre los conceptos en administración de operaciones y su impacto en los procesos de producción de las Mipymes en Risaralda se complementa la etapa inicial que se denominara Etapa 0, para poder alcanzar la etapa de clasificación e interpretación de las técnicas en operaciones claves utilizando la herramienta ABC que configura la Etapa 1.

Para el método cuantitativo que se configura en la Etapa 2, denominada caracterización de las técnicas en operaciones, Zhou et al. (2018), explican la metodología en el desarrollo de un modelo de programación lineal, diferenciando dos fases de construcción correspondientes a la definición del problema y la reunión de los datos relevantes, y la formulación de un modelo matemático de programación lineal. Luego de estas fases Zhou et al. (2018), explican mediante un caso estudio la obtención de la solución al modelo formulado más el análisis del mismo. Por tanto, esta investigación esta, aplicó dos metodologías que se relacionaron para el alcance del objetivo de estudio. En este sentido se considera la investigación mixta, mediante la estrategia de combinación propuesta por Sundín.

***Etapa 0: Reflexión sobre los conceptos en administración de operaciones e impacto en los procesos de producción de las Mipymes en Risaralda.***

Morris et al. (2022), establecen una propuesta para identificar las técnicas en operaciones que pueden favorecer el fortalecimiento de los procesos de producción textil en Colombia que, redimensionada a los procesos de producción de la Mipymes en Risaralda, logra el uso de la técnica de Pareto mediante las interrogantes bases:

- Indique las técnicas en operaciones que pueden favorecer el fortalecimiento de los procesos de producción para la productividad y competitividad del sector analizado.
- Jerarquice las técnicas en operaciones que pueden favorecer el fortalecimiento de los procesos de producción para la productividad y competitividad del sector analizado.

Es importante mencionar que el conjunto de empresas Mipymes estudiadas está compuesto por 282 empresas en el que el 40% está representado por el sector textil, seguido de un 18% de empresas pertenecientes al sector metal-mecánico, que con un 11% y 10 % de los sectores alimentos y muebles acumulan prácticamente el 80% del sector empresarial en Risaralda.

### ***Etapa 1: ABC en operaciones claves***

Pérez et al. (2020), muestra el uso del análisis ABC para la clasificación de resultados tomando como base la opinión de expertos. En este sentido las operaciones claves se clasificarán bajo dos premisas:

- Premisa 1, parámetro 20/30/50, tomando aproximaciones en cortes al 20%, 30% y 50% de las técnicas en el orden obtenido en el eje de la x del grafico de Pareto.
- Premisa 2, parámetro 80/15/5, tomando corte del acumulado porcentual al 80%, seguido al 15% y con cierre al 5% del eje de la y acumulado según grafico de Pareto.

### ***Etapa 2: Caracterización de las técnicas en operaciones.***

Morris et al. (2019), muestran una metodología para realizar un análisis para la toma de decisiones en el contexto de la producción. Teniendo esta referencia, más las etapas previas, la etapa dos se desarrolla tomando en consideración las siguientes interconexiones de fases:

- Fase 1: Definición del problema y la reunión de los datos relevantes. Para esta se toma como insumo la reflexión sobre los conceptos en administración de operaciones e impacto en los procesos de producción de las Mipymes en Risaralda (Etapa 0).
- Fase 2: Formulación de un modelo matemático de programación lineal para caracterizar las técnicas en operaciones en función de identificar las brechas para la productividad y competitividad en operaciones del conjunto de las 25 empresas abordadas del proceso de muestreo y que representan al conjunto de las 244 empresas Mipymes del sector productivo de Risaralda.
- Fase 3: Caracterización de las técnicas en operaciones para el fortalecimiento de los procesos de producción en pro de la productividad y competitividad de las Mipymes en Risaralda. Esta fase corresponde a la generación de escenarios factibles que marquen las rutas en acciones para el incremento de la productividad y competitividad del sector.

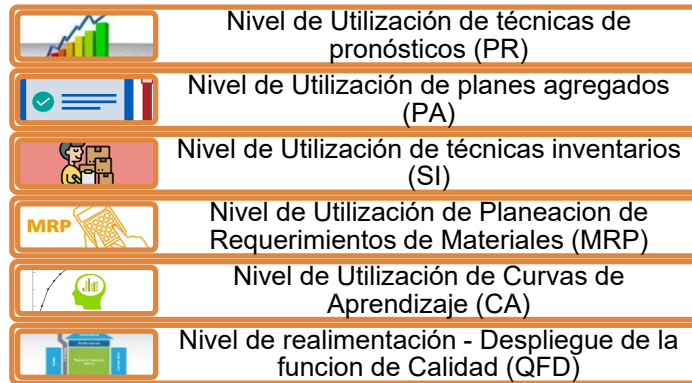
## **3. Resultados**

***Etapa 0: Reflexión sobre los conceptos en administración de operaciones e impacto en los procesos de producción de las Mipymes en Risaralda.***

Los resultados de esta etapa base funcional, se puede visualizar a través del desarrollo de la técnica de Pareto alimentada con en su eje horizontal con la identificación de las técnicas en operaciones que pueden favorecer el fortalecimiento de los procesos de producción según el

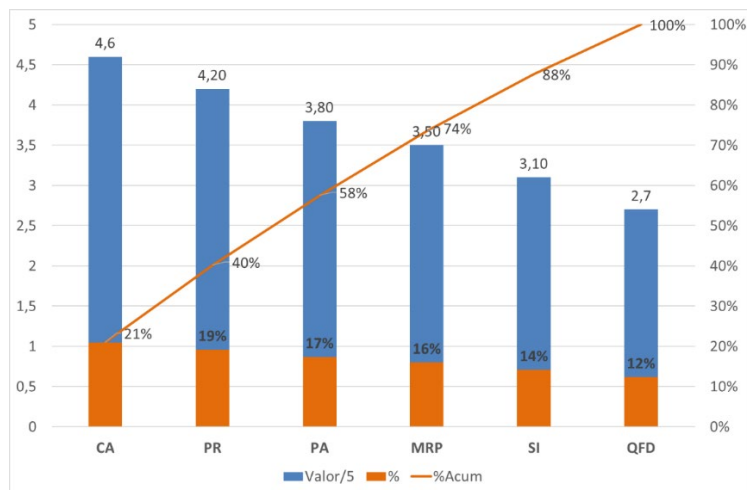
panel de expertos en operaciones para la productividad y competitividad del sector analizado. En la siguiente figura se tiene el detalle de las decisiones en operaciones claves.

**Figura 1: Decisiones en operaciones claves para la productividad y competitividad**



Teniendo en cuenta las decisiones en operaciones claves para la productividad y competitividad, se procede a la valoración comparativa de cada una de las técnicas a través de la opinión de expertos utilizando una escala de Likert en donde el menor puntaje es de 1 y el mayor puntaje es de 5 en una escala del 1 al 5. Luego de realizar la organización de los resultados obtenidos, se procede a obtener el grafico de Pareto de la figura 2 en donde se tiene las ponderaciones obtenidas para cada técnica (color azul), y su equivalencia porcentual o porcentual acumulada (color naranja). Quedando las técnicas en el siguiente orden: CA-PR-PA-MRP-SI-QFD.

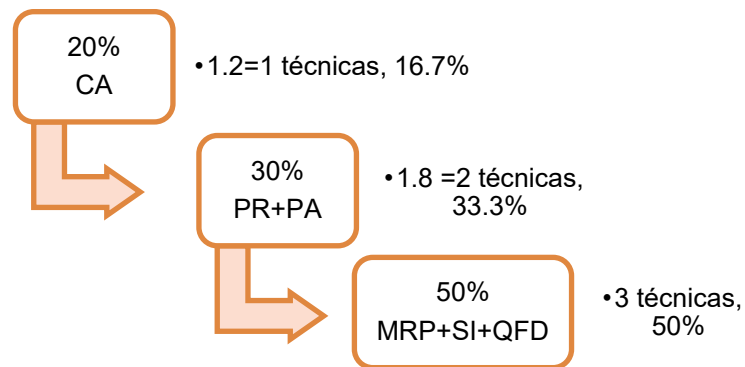
**Figura 2: Jerarquización de operaciones claves para la productividad y competitividad**



**Etapa 1: ABC en operaciones claves**

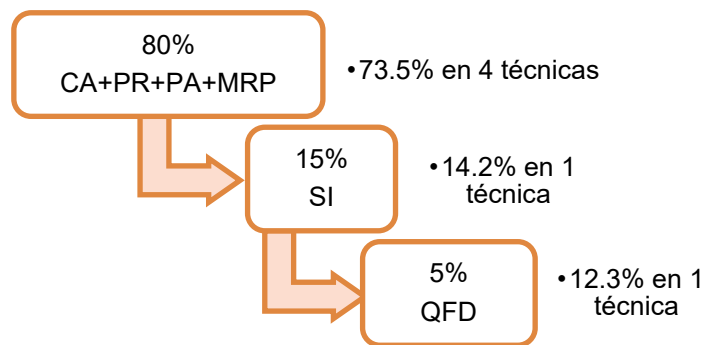
Teniendo en consideración la primera premisa se tiene una clasificación ABC, configurando los siguientes grupos prioritarios: Grupo A para las curvas de aprendizaje, técnica clave en operaciones que obtuvo la mejor valoración y que aproximadamente representa el 20% de las operaciones claves; Grupo B está configurado por dos técnicas que configuran aproximadamente el 30% siguiente de técnicas claves, quedando representado por los pronósticos (PR) y los planes agregados (PA); Grupo C quedo agrupado por las técnicas de planeación de requerimientos de materiales (MRP), los sistemas de inventarios (SI) y la técnica del despliegue de la función de calidad (QFD). Esta representación se tiene de forma gráfica en la figura 3: ABC, Premisa 20/30/50.

**Figura 3: ABC, premisa 20/30/50**



Según la premisa 80/15/5, la otra alternativa para clasificar las técnicas en operaciones para la productividad y competitividad de los procesos productivos, se tiene la aproximación según figura 4 y tomando el análisis de Pareto en figura 2 en: 4 técnicas en categoría A (Curvas de Aprendizaje, Pronósticos, Planeación Agrega y Planeación de Requerimientos de Materiales), 1 técnica en categoría B (Sistemas de Inventario) y 1 en categoría C (Despliegue de la función de calidad).

**Figura 4: ABC, premisa 80/15/5**



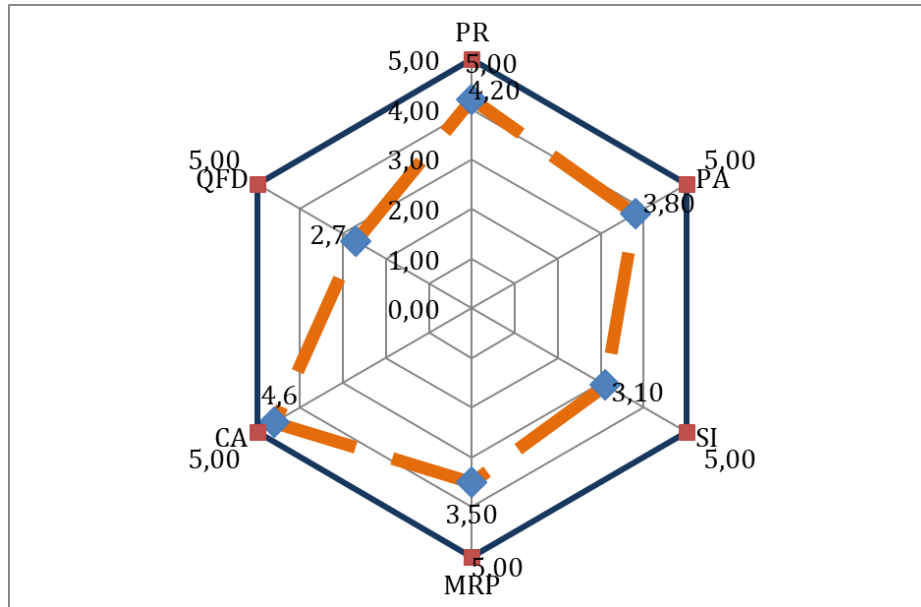
### ***Etapa 2: Caracterización de las técnicas en operaciones.***

Partiendo de la fase 1 (Definición del problema y la reunión de los datos relevantes), a través de la figura 5 se puede evidenciar parte de los hallazgos del proceso de reflexión de los conceptos en administración de operaciones y su impacto en los procesos de producción de las Mipymes en Risaralda (Etapa 0).

La figura cinco nos da una aproximación a la situación inicial de las técnicas claves en operaciones analizadas en las Mipymes. En este sentido al realizar la diferencia entre el valor deseado o meta (5 puntos) y el valor obtenido se pueden obtener las brechas en operaciones:

- ABC, Premisa 20/30/50: La técnica menos crítica (CA), posee una brecha neta de 0.4 puntos, el siguiente grupo de técnicas menos críticas (PR+PA) están poseen unas brechas netas de 0.8 y 1.2 puntos, respectivamente y para el grupo de técnicas C o más críticas (MRP, SI, QFD) poseen unas brechas netas de 1.50, 1.90 y 2.30 puntos respectivamente.
- ABC, premisa 80/15/5: Las técnicas con menos brechas (CA,PR,PA,MRP), con brechas netas de 0.4,0.8,1.2 y 1.5 puntos, seguidas de las técnica con un nivel medio de criticidad en brechas (SI) con 1.90 puntos y cerrando con la técnica de mayor nivel de criticidad (QFD) con 2.30 puntos.

**Figura 5: Diagnostico de las operaciones claves para la productividad y competitividad**



En la fase 2 correspondiente a la formulación de un modelo matemático de programación lineal para caracterizar las técnicas en operaciones en función de identificar las brechas para la productividad y competitividad, se inicia establecer las siguientes variables de decisión relacionadas con cada una de las categorías establecidas por los expertos en operaciones:

- Aporte en Curvas de aprendizaje (ACA): Aporte significativo de las decisiones en curvas de aprendizaje para el fortalecimiento de los procesos de producción de las Mipymes, Risaralda, Colombia.
- Aporte en Pronósticos (APR): Aporte significativo de las decisiones en pronósticos para el fortalecimiento de los procesos de producción de las Mipymes, Risaralda, Colombia.
- Aporte en Planeación agregada (APA): Aporte significativo de las decisiones en planeación para el fortalecimiento de los procesos de producción de las Mipymes, Risaralda, Colombia.
- Aporte en Planeación de requerimientos de materiales (AMRP): Aporte significativo de las decisiones en planeación de requerimientos de materiales para el fortalecimiento de los procesos de producción de las Mipymes, Risaralda, Colombia.
- Aporte en Sistemas de Inventarios (ASI): Aporte significativo de las decisiones en sistemas de inventarios para el fortalecimiento de los procesos de producción de las Mipymes, Risaralda, Colombia.
- Aporte en Despliegue de la función de calidad (AQFD): Aporte significativo de las decisiones en el despliegue de la función de calidad para el fortalecimiento de los procesos de producción de las Mipymes, Risaralda, Colombia.

Para incorporar un objetivo dimensionado en términos matemáticos, se desarrolla una ecuación matemática que pueda representar el impacto neto hacia la potencialidad en productividad y competitividad. En este sentido considerando una ponderación igualitaria de las técnicas claves en operaciones se tiene que la intención de maximizar los aportes significativos netos equivale a la sumatoria de las contribuciones individuales de las variables de decisión definidas para el modelo de programación lineal.

Dada la importancia de maximizar el impacto de las categorías en el aumento de la productividad del sector Mipymes en Risaralda, bajo las características de la programación lineal se establece la siguiente función objetivo que refleja el aporte neto significativo de las

decisiones en operaciones para el impacto empresarial en Colombia donde se considera el nivel de importancia según técnica:

$$\text{Max A} = \text{ACA} + \text{APR} + \text{APA} + \text{AMRP} + \text{ASI} + \text{AQFD} \quad (1)$$

Pasando al último componente de un modelo de programación lineal se tienen cuatro grupos de restricciones a incorporar al modelo. El primer grupo de restricciones está compuesto por un total de seis (6) restricciones asociadas a los aportes mínimos significativos ya identificados en cada una de las técnicas en operaciones, a continuación, mediante la ecuación (2) se agrupan las restricciones del primer grupo:

$$\text{ACA} \geq 4.6, \text{APR} \geq 4.2, \text{APA} \geq 3.8, \text{AMRP} \geq 3.5, \text{ASI} \geq 3.10, \text{AQFD} \geq 2.7 \quad (2)$$

El segundo grupo de restricciones, corresponde a los aportes máximos esperados de acuerdo a la meta deseada (máximo puntaje en escala de Likert), recordando que está en su máxima expresión fue valorada en 5 puntos. Esta condición genera un total de seis restricciones mostradas a continuación mediante la ecuación (3) se agrupan las restricciones del segundo grupo:

$$\text{ACA} \leq 5.0, \text{APR} \leq 5.0, \text{APA} \leq 5.0, \text{AMRP} \leq 5.0, \text{ASI} \leq 5.0, \text{AQFD} \leq 5.0 \quad (3)$$

Saaty y Vargas (2012) recomiendan realizar un análisis comparativo entre el nivel de importancia o relevancia entre las técnicas en operaciones. Para este fin se consideró la puntuación obtenida para las técnicas en operaciones de la figura dos en el que se realiza la jerarquización de operaciones claves para la productividad y competitividad. Posteriormente se desarrolla el método o técnica de jerarquía analítica, propuesto por Saaty y Vargas (2012), lo que permite obtener la matriz de pesos netos comparativos. En la tabla 2 se muestra los resultados de ponderación relativa y de ponderación final del proceso de desarrollo del método de jerarquía analítica.

**Tabla 2: Matriz de importancia relativa entre las operaciones claves para la productividad y competitividad**

	PR	PA	SI	MRP	CA	QFD
PR	1	1 1/9	1 1/3	1 1/5	1	1 5/9
PA	19/21	1	1 2/9	1 3/35	5/6	1 2/5
SI	3/4	4/5	1	8/9	2/3	1 1/7
MRP	5/6	35/38	1 1/8	1	3/4	1 2/7
CA	1 2/21	1 1/5	1 1/2	1 1/3	1	1 5/7
QFD	2/3	5/7	7/8	7/9	3/5	1

	PR	PA	SI	MRP	CA	QFD	Media
PR	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
PA	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
SI	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
MRP	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
CA	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
QFD	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12



Ya con la matriz de importancia relativa entre las operaciones claves para la productividad y competitividad, se puede desarrollar el último grupo de restricciones del modelo que representan las condiciones iniciales de factibilidad operativa ponderada entre las categorías en operaciones, por ello el lado derecho de este grupo de restricciones se encuentra sujeto a la factibilidad de alcance inicial del sector empresarial. Esta condición genera un total de seis restricciones mostradas a continuación, que mediante la ecuación (4) se agrupan las restricciones del tercer grupo:

$$\begin{aligned}0,19*(ACA + APR + APA + AMRP + ASI + AQFD) &\leq 4,20 \\0,17*(ACA + APR + APA + AMRP + ASI + AQFD) &\leq 3,80 \\0,14*(ACA + APR + APA + AMRP + ASI + AQFD) &\leq 3,10 \\0,16*(ACA + APR + APA + AMRP + ASI + AQFD) &\leq 3,50 \\0,21*(ACA + APR + APA + AMRP + ASI + AQFD) &\leq 4,60 \\0,12*(ACA + APR + APA + AMRP + ASI + AQFD) &\leq 2,70\end{aligned}\quad (4)$$

Finalmente, el último grupo de restricciones está compuesto por las restricciones lógicas del modelo. Para este caso se considera necesario que las variables de decisión compuestas por los aportes significativos de las decisiones en curvas de aprendizaje, pronósticos, planes agregados, planeación de requerimientos de materiales, sistemas de inventarios y el despliegue de la función de calidad para el fortalecimiento de los procesos de producción de las Mipymes, Risaralda, Colombia, deben ser valores no negativos. Esta condición se resume en un total de seis restricciones mostradas a continuación, que mediante la ecuación (5) se agrupan las restricciones del cuarto grupo:

$$ACA \geq 0, APR \geq 0, APA \geq 0, AMRP \geq 0, ASI \geq 0, AQFD \geq 0\quad (5)$$

En relación a la fase de caracterización de las técnicas en operaciones se desarrollan un total de siete corridas para obtener diversos escenarios asociados a niveles de productividad y competitividad deseados. En la tabla 3 se pueden visualizar las corridas realizadas. La primera corresponde a la circunstancia inicial de productividad del sector empresarial con niveles de productividad y competitividad inicial ( $\alpha = 0.73$ ), y posterior a este se tienen proyecciones a niveles  $\alpha$  de mayor envergadura, por ejemplo, para un  $\alpha = 0.90$  el valor en aportes significativos a proyectar en la valoración de las técnicas en operaciones es de 4,48 a excepción de CA con un aporte significativo a lograr de 4,6. Ya para un nivel idealizado de  $\alpha = 1$  equivale a la perfección en la valoración de los aportes de las técnicas en operaciones en la meta superior de 5 puntos.

**Tabla 3: Indicadores del grado de internacionalización de las jornadas de evaluación para el periodo 2000- 2005**

Alpha	PR	PA	SI	MRP	CA	QFD	PR
73	4.20	3.80	3.10	3.50	4.60	2.70	21.9
75	4.20	3.80	3.20	3.50	4.60	3.20	22.5
80	4.20	3.80	3.80	3.80	4.60	3.80	24
85	4.20	4.18	4.18	4.18	4.60	4.18	25.5
90	4.48	4.48	4.48	4.48	4.60	4.48	27
95	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	28.5
100	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	30

Finalmente, utilizando la tabla 4, que actúa como guía para direccionar las brechas a recorrer en forma comparativa al escenario inicial o actual, el impacto hacia el sector empresarial está en el sentido que estas pueden generar planes de mejoramiento futuros teniendo rutas definidas para el planteamiento de estrategias y la construcción de tácticas con respaldos financieros. Por ejemplo, para un avance a un  $\alpha = 0,80$  la brecha más importante es de 1,10 aportes significativos en QFD, luego una brecha importante en SI (0.70) y una brecha menor de 0,30 puntos en MRP, es decir el plan empresarial debe incorporar estrategias que favorezcan el desarrollo de políticas primordialmente en QFD luego en SI, antes que en MRP. Por ejemplo, en inventarios para minimizar la estructura de costos, se podría plantear un análisis de sistemas de inventarios como el de revisión continuo, periódico o de máximos y mínimos al optimizar decisiones en cuanto a cantidad y a los momentos de reordenamiento.

**Tabla 4 Análisis de Brechas**

Alpha	PR	PA	SI	MRP	CA	QFD
73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
75	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.50
80	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	1.10
85	0.00	0.37	1.08	0.67	0.00	1.48
90	0.28	0.68	1.38	0.98	0.00	1.78
95	0.55	0.95	1.65	1.25	0.15	2.05
100	0.80	1.20	1.90	1.50	0.40	2.30

#### 4. Conclusiones

El uso del enfoque mixto, al combinar la teoría fundamentada hacia el modelamiento matemático permitió un planteamiento integral para la caracterización de las técnicas operativas, dando la opción de definir rutas guiadas hacia mejores niveles de productividad y competitividad.

Las brechas para el avance de la productividad en lo regular van desde esfuerzos menores en las técnicas de CA, PR, PA y MRP, hacia las técnicas de SI y QFD. En acercamiento al sector empresarial se concluye que la clasificación con mayor factibilidad de acuerdo a la disponibilidad financiera es bajo la premisa 20/30/50 es decir por escasez de recursos se propone abordar CA en brechas menores luego pronósticos y planeación agregada cerrando con MRP, SI y QFD.

Un escenario factible para el avance de la productividad y competitividad del sector es a través de un plan de mejora dirigido a alcanzar un  $\alpha$  de 0.80, lo que genera un escenario de requerimiento de avance en aportes significativos de 0.37 puntos en PA, 1.08 puntos en SI, 0.67 puntos en MRP y 1,48 puntos en QFD.

## 5. Referencias

- Arteaga-Sarmiento, W. J., Villamil-Sandoval, D. C., & Jesús-González, A. (2019). Caracterización de los procesos productivos de las pymes textiles de Cundinamarca. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 11(2), 60-77.
- Casas Yerén, I. A. (2020). Mejora del sistema de planeamiento y control de la producción de salsas de soya y derivados, para incrementar la productividad en la empresa privada, Lima 2020.
- Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Chaikittisilp, S., & Tan, K. H. (2018). The effect of lean methods and tools on the environmental performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Economics*, 200, 170-180.
- Hatim, Q. Y., Saldana, C., Shao, G., Kim, D. B., Morris, K. C., Witherell, P., ... & Kumara, S. (2020). A decision support methodology for integrated machining process and operation plans for sustainability and productivity assessment. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 107(7), 3207-3230.
- Monsalve, E. B., Carreño, M. F., Gutiérrez, E. B., Molina, L. M., Garcia, J. F., & Rangel, H. B. (2019). Theorization on case studies in business intelligence management on intellectual capital. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1160, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.
- Morris, L., Salazar, O. y Barrientos, E. (2019). "Análisis de sensibilidad para la toma de decisiones en el contexto de la producción."
- Morris, L. y Salazar, O. (2022). Caracterización de las técnicas en operaciones para el fortalecimiento de los procesos de producción del Clúster Juntos, Eje Cafetero, Colombia. AEIPRO 2022.
- Nuzhna, O., Tluchkevych, N., Semenysheva, N., Nahirska, K., & Sadovska, I. (2019). Making managerial decisions in the agrarian management through the use of ABC-Analysis tool. *Independent Journal of Management & Production*.
- Paz, M. (2003). Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones. *Editorial McGraw Hill. México DF*.
- Pérez Vergara, I. G., Arias Sánchez, J. A., Poveda-Bautista, R., & Diego-Mas, J. A. (2020). Improving distributed decision making in inventory management: A combined abc-ahp approach supported by teamwork. *Complexity*, 2020
- Saaty T., Vargas L. (2012). *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process* Springer.
- Tinh, N. V., Husain, S. T., & Van Thanh, N. (2021). Application of Industrial Engineering Technique for Better Productivity in Garment Industry. *ARRUS Journal of Engineering and Technology*, 1(1), 1-8.
- Zhou, Y., Yang, B., Han, J., & Huang, Y. (2018). Robust linear programming and its application to water and environmental decision-making under uncertainty. *Sustainability*, 11(1), 33.

**Comunicación alineada con los  
Objetivos de Desarrollo Sostenible**



Caracterización de las técnicas en operaciones para el fortalecimiento de los procesos de producción en las alianzas de de las Mipymes en Risaralda, para el crecimiento económico empresarial colombiano.