



**Optimización de las Cadenas de Suministro de Pymes de Consumo Masivo del Sector  
Alimenticio de Bogotá, Colombia, a través de la Inteligencia de Negocios y el Análisis  
Predictivo para la Toma de Decisiones.**

Andrea Lizeth Poveda Rodríguez

Jhoan Felipe Betancur Mora

Luis Miguel Lugo González

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

Maestría en Inteligencia de Negocios

Maestría en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento

Bogotá, Colombia

02/08/2025

**Optimización de las Cadenas de Suministro de Pymes de Consumo Masivo del Sector  
Alimenticio de Bogotá, Colombia, a través de la Inteligencia de Negocios y el Análisis Predictivo  
para la Toma de Decisiones**

**Andrea Lizeth Poveda Rodríguez\***

**Jhoan Felipe Betancur Mora\***

**Luis Miguel Lugo González\*\***

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

**\*Maestría en Inteligencia de Negocios y \*\*Maestría en Gerencia de la Cadena de  
Abastecimiento**

Director (a):

Diana Paola Figueroa Hernández

Modalidad:

**Monografía**

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

Maestría en Inteligencia de Negocios

Maestría en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento

Bogotá, Colombia

02/08/2025

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá, 02/08/2025

### **Resumen**

Este trabajo de grado tiene como objetivo evaluar cómo la inteligencia de negocios (BI) y el análisis predictivo pueden mejorar los procesos y las operaciones internas de la cadena de suministro en pymes de consumo masivo del sector alimenticio en Colombia. En el contexto de una creciente necesidad de optimización en la gestión de la cadena de abastecimiento, se analiza el impacto de estas tecnologías en la toma de decisiones.

La investigación se basa en antecedentes que resaltan la importancia de la toma de decisiones basada en datos en la gestión de la cadena de suministro.

A través de una metodología cuantitativa, se analizaron los datos recolectados mediante encuestas a profesionales del sector, identificando los principales indicadores clave de desempeño (KPIs) que pueden ser monitoreados a través de herramientas de BI para mejorar la planificación y gestión de la cadena de suministro. Además, se propone un modelo para la estimación de la demanda basado en BI que integra análisis predictivo con el fin de apoyar la toma de decisiones para la cadena de suministro.

El estudio reveló correlaciones positivas entre algunas variables como la adopción de BI, antigüedad de la empresa y tamaño organizacional. Además, se observaron mejoras significativas en gestión de inventarios, reducción de costos y precisión de pronósticos, especialmente en empresas con capacitación en BI. Sin embargo, se identifica la necesidad de fortalecer la capacitación en el uso de estas herramientas y de promover una integración más profunda de BI en los procesos de la cadena de suministro para maximizar sus beneficios.

**Palabras clave:** Inteligencia de negocios, análisis predictivo, cadena de abastecimiento, pymes, sector alimenticio, optimización, Colombia.

### **Abstract**

This thesis aims to evaluate how business intelligence (BI) and predictive analytics can improve the efficiency and effectiveness of the supply chain in mass-consumption SMEs in the food sector in Colombia. In the context of a growing need for optimization in supply chain management, the impact of these technologies on decision-making is analyzed.

The research is based on background information that highlights the importance of data-driven decision-making in supply chain management.

Using a quantitative methodology, data collected through surveys of industry professionals will be analyzed to identify the key performance indicators (KPIs) that can be monitored using BI tools to improve supply chain planning and management. Additionally, a BI-based model that integrates predictive analytics is proposed to enhance decision-making in the supply chain.

The study revealed positive correlations among variables such as BI adoption, company tenure, and organizational size. It also showed significant improvements in inventory management, cost reduction, and forecasting accuracy, particularly in firms with BI training. However, it highlighted the need to strengthen training in these tools and to promote deeper BI integration within supply chain processes to maximize their benefits.

**Keywords:** Business intelligence, predictive analytics, supply chain, SMEs, food sector, optimization, Colombia

## Tabla de contenido

<b>1. Introducción .....</b>	<b>13</b>
<i>Antecedentes. ....</i>	<i>13</i>
<i>Tema de investigación. ....</i>	<i>17</i>
<i>Planteamiento del problema. ....</i>	<i>17</i>
<b>2. Objetivos .....</b>	<b>21</b>
<i>Objetivo general .....</i>	<i>21</i>
<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>21</i>
<b>3. Justificación .....</b>	<b>22</b>
<b>4. Marco Teórico .....</b>	<b>26</b>
<i>Marco conceptual .....</i>	<i>26</i>
<i>Estado del arte.....</i>	<i>45</i>
<b>5. Hipótesis.....</b>	<b>54</b>
<b>6. Variables.....</b>	<b>55</b>
<b>7. Metodología .....</b>	<b>61</b>
<i>Fases de la Investigación .....</i>	<i>61</i>
<b>8. Trabajo de Campo.....</b>	<b>70</b>
<i>Análisis de resultados .....</i>	<i>71</i>

<b>9. Caso práctico de BI aplicada al pronóstico de la demanda con enfoque CRISP-DM en la industria láctea.....</b>	<b>93</b>
<i>Comprensión del Negocio.</i> .....	94
<i>Comprensión de los datos.</i> .....	96
<i>Preparación de los datos.</i> .....	98
<i>Modelado.</i> .....	99
<i>Evaluación.</i> .....	104
<i>Implantación.</i> .....	107
<b>10. Propuesta de solución a la problemática .....</b>	<b>118</b>
<b>11. Discusión .....</b>	<b>127</b>
<b>12. Conclusiones.....</b>	<b>129</b>
<b>13. Trabajo futuro .....</b>	<b>133</b>
<b>14. Referencias .....</b>	<b>136</b>
<b>15. Anexo A. Encuesta .....</b>	<b>145</b>
<b>16. Anexo B. referencias teóricas de las variables. ....</b>	<b>149</b>
<b>17. Anexo C. Validación del instrumento con metodología V de Aiken .....</b>	<b>153</b>
<b>18. Anexo D. Análisis de resultados de las encuestas aplicadas (instrumento) .....</b>	<b>160</b>

### Lista de Ilustraciones

<b>Ilustración 1.</b> Esquema básico del Marco de la Transformación Digital para entidades públicas. MinTIC, 2020 .....	48
<b>Ilustración 2.</b> Perfil de la empresa .....	72
<b>Ilustración 3.</b> Implementación de BI en pymes .....	76
<b>Ilustración 4.</b> Impacto de BI en pymes .....	80
<b>Ilustración 5.</b> Correlación entre Antigüedad e Implementación de BI .....	83
<b>Ilustración 6.</b> Correlación Tamaño de la Organización e Implementación de BI.....	84
<b>Ilustración 7.</b> Variables correlación entre tamaño de la empresa e implementación de BI. ....	85
<b>Ilustración 8.</b> Correlación entre Capacitación de BI y Precisión de Pronósticos de Demanda.....	86
<b>Ilustración 9.</b> Variables correlación entre capacitación de BI y precisión de los pronósticos de demanda .....	86
<b>Ilustración 10.</b> Correlación entre Capacitación de BI y Optimización de Inventarios. ....	87
<b>Ilustración 11.</b> Variables correlación entre capacitación de BI y optimización de inventarios.....	87
<b>Ilustración 12.</b> Correlación entre capacitación de BI y agilización de los procesos logísticos.....	88
<b>Ilustración 13.</b> Variables correlación entre capacitación de BI y agilización de los procesos logísticos.....	89
<b>Ilustración 14 .</b> Correlación entre capacitación de BI y satisfacción del cliente final.....	91
<b>Ilustración 15.</b> Variables correlación entre capacitación de BI y satisfacción del cliente final. ....	91
<b>Ilustración 16</b> Implementación por Fases.....	122
<b>Ilustración 17.</b> Tamaño de la empresa .....	160
<b>Ilustración 18.</b> Productos que fábrica la empresa .....	161
<b>Ilustración 19.</b> Años de operación de la empresa .....	162

OPTIMIZACION DE LAS CADENAS DE SUMINISTRO DE PYMES DE CONSUMO MASIVO DEL SECTOR ALIMENTICIO EN BOGOTÁ, COLOMBIA, A TRAVÉS DE LA INTELIGENCIA DE NEGOCIOS Y EL ANÁLISIS PREDICTIVO PARA LA TOMA DE DECISIONES	13
<b>Ilustración 20.</b> Facturación de la empresa.....	163
<b>Ilustración 21.</b> Cargo en la empresa .....	164
<b>Ilustración 22.</b> Nivel de formación.....	165
<b>Ilustración 23.</b> A que área pertenece dentro de la empresa.....	166
<b>Ilustración 24.</b> Ubicación de la Empresa.....	167
<b>Ilustración 25.</b> Participación de costos .....	168
<b>Ilustración 26.</b> Factores que afectan costo.....	169
<b>Ilustración 27.</b> Pedidos entregados a tiempo .....	170
<b>Ilustración 28.</b> Pedidos completos.....	171
<b>Ilustración 29.</b> Entregas a destiempo .....	172
<b>Ilustración 30.</b> Pedidos incompletos.....	173
<b>Ilustración 31.</b> Porcentaje de materia prima que se desperdicia .....	174
<b>Ilustración 32.</b> Causas de Desperdicio .....	175
<b>Ilustración 33.</b> Producto No conforme .....	176
<b>Ilustración 34.</b> Causas Producto No conforme .....	177
<b>Ilustración 35.</b> Estrategias para mejorar la cadena de suministro .....	178
<b>Ilustración 36.</b> Barreras para mejorar la eficiencia operativa .....	179
<b>Ilustración 37.</b> Frecuencia de evaluación de pronósticos.....	180
<b>Ilustración 38.</b> Herramientas para pronósticos .....	181
<b>Ilustración 39.</b> Indicadores para evaluar pronósticos .....	182
<b>Ilustración 40.</b> Estrategias para mejorar pronósticos.....	183
<b>Ilustración 41.</b> Principales barreras para mejorar la precisión de pronósticos .....	184
<b>Ilustración 42.</b> Frecuencia control de inventario.....	185

OPTIMIZACION DE LAS CADENAS DE SUMINISTRO DE PYMES DE CONSUMO MASIVO DEL SECTOR ALIMENTICIO EN BOGOTÁ, COLOMBIA, A TRAVÉS DE LA INTELIGENCIA DE NEGOCIOS Y EL ANÁLISIS PREDICTIVO PARA LA TOMA DE DECISIONES	14
<b>Ilustración 43.</b> Factores que influyen en la gestión de inventario .....	186
<b>Ilustración 44.</b> Tiempo de permanencia del inventario.....	187
<b>Ilustración 45.</b> Stock de seguridad.....	188
<b>Ilustración 46.</b> Porcentaje de stock de seguridad.....	189
<b>Ilustración 47.</b> Frecuencia de uso de stock.....	190
<b>Ilustración 48.</b> Calificación de gestión de inventario.....	191
<b>Ilustración 49.</b> Implementación de herramientas de BI para la gestión de la cadena de suministro .....	192
<b>Ilustración 50.</b> Herramientas de BI utilizadas.....	193
<b>Ilustración 51.</b> Áreas de implementación de BI (En la cadena de suministro) .....	194
<b>Ilustración 52.</b> Frecuencia de uso de herramientas de BI .....	195
<b>Ilustración 53.</b> Toma de decisiones estratégicas en la cadena de suministro.....	196
<b>Ilustración 54.</b> Importancia de funcionalidades de BI .....	197
<b>Ilustración 55.</b> KPI utilizados.....	198
<b>Ilustración 56.</b> Desafíos para implementar BI.....	199
<b>Ilustración 57.</b> Áreas de mayor aporte de BI .....	200
<b>Ilustración 58.</b> Mejoras en las visibilidad y control sobre la cadena de suministro .....	201
<b>Ilustración 59.</b> Nivel de capacitación en el uso de herramientas BI .....	202

### Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Variables para la medición de la investigación objeto de estudio.....	55
<b>Tabla 2.</b> Fase 1. Entendimiento del negocio .....	94
<b>Tabla 3.</b> Fase 2 Entendimiento de los Datos.....	97
<b>Tabla 4.</b> Fase 3 Preparación de los datos.....	98
<b>Tabla 5.</b> Fase 4 Modelamiento.....	99
<b>Tabla 6.</b> <i>Fase 5 de evaluación</i> .....	104
<b>Tabla 7.</b> Procedimiento para la estimación de la demanda con la aplicación de técnicas BI.....	107
<b>Tabla 8.</b> Técnicas para la estimación de pronósticos de la demanda y sus respectivas herramientas.....	110
<b>Tabla 9.</b> Referencias teóricas de las variables propuestas.....	149
<b>Tabla 10.</b> validación del instrumento con metodología V de Aiken .....	153

### Lista de Ecuaciones

<b>Ecuación 1.</b> Fórmula general para calcular MAPE .....	29
<b>Ecuación 2.</b> Fórmula general para calcular MAD .....	30
<b>Ecuación 3.</b> fórmula general para calcular MSE .....	30
<b>Ecuación 4.</b> Fórmula general para calcular BIAS.....	31
<b>Ecuación 5.</b> Fórmula para calcular pronóstico futuro.....	31
<b>Ecuación 6.</b> Fórmula para calcular la suavización del nivel .....	32
<b>Ecuación 7.</b> Fórmula para calcular la suavización de la tendencia .....	32
<b>Ecuación 8.</b> Fórmula para calcular la suavización de la estacionalidad.....	32
<b>Ecuación 9.</b> Fórmula general de Bosque aleatorio .....	33
<b>Ecuación 10.</b> Fórmula general de Red neuronal -MLP.....	34
<b>Ecuación 11.</b> Fórmula general ARIMA .....	35
<b>Ecuación 12.</b> Cálculo tamaño de la muestra.....	65
<b>Ecuación 13.</b> Ajuste de población finita.....	65

## 1. Introducción

### **Antecedentes.**

En un entorno empresarial cada vez más competitivo y globalizado, las pequeñas y medianas empresas (pymes) del sector alimenticio en Colombia enfrentan grandes desafíos para mejorar su eficiencia operativa y mantener su sostenibilidad. La gestión de la cadena de suministro ha sido fundamental para la competitividad, especialmente en un sector donde la caducidad de los productos, la optimización de inventarios y la precisión en los pronósticos de demanda son determinantes para el éxito empresarial. Además, Elisa Guerras Pastor en su trabajo *La cadena de suministro. Influencia de la Industria 4.0* resalta que “una cadena de suministro puede adaptarse rápidamente a los cambios en la demanda, mejorando la eficiencia y reduciendo los costos” (Guerras, 2024).

En este contexto, la implementación de herramientas de Inteligencia de Negocios (BI) es una propuesta de solución estratégica para mejorar la toma de decisiones, optimizar procesos operativos internos y así generar el aumento la rentabilidad de las empresas (Sharda, Turban, & Delen, 2018).

Existe un concepto muy común en el mundo empresarial que son los escenarios VUCA (Volatility, Uncertainty, Complexity, and Ambiguity), estos describen la dinámica empresarial actual y se caracteriza por mercados impredecibles que exigen una adaptación rápida (Bennett & Lemoine, 2014).

“En un mundo VUCA, las empresas están obligadas a una innovación y adaptación permanente para seguir siendo competitivas y tener éxito (Villagra, Del Do, & Pandolfi, 2023, pág. 208)”. Las grandes empresas han podido adoptar estrategias de transformación digital, pudiendo incorporar tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), Big Data y computación en la nube para mejorar

sus procesos (Joyanes, 2017). No obstante, las pymes aún enfrentan barreras significativas para la adopción de estas tecnologías, las cuales incluyen principalmente limitaciones presupuestales, escasez de talento especializado y la falta de conocimiento sobre su aplicabilidad en la cadena de suministro (Gartner , 2011).

La Inteligencia de Negocios se presenta como una importante oportunidad para aliviar los efectos en la cadena de suministro de los entornos VUCA, ya que permite a las empresas hacer frente a la volatilidad al analizar las tendencias del mercado gracias a la información basada en datos en tiempo real, también ayuda a reducir la incertidumbre a partir de los pronósticos, a simplificar la complejidad a través de modelos de optimización y a abordar la ambigüedad al usar herramientas avanzadas. Además, la implementación de BI puede permitirles a las pymes mejorar sus capacidades de resiliencia empresarial, permitiéndoles así, anticipar de mejor forma los cambios en el mercado y así ajustar sus operaciones de manera más oportuna y efectiva (Villagra, Del Do, & Pandolfi, 2023).

Las pymes se enfrentan a numerosas problemáticas para poder gestionar datos y tomar las decisiones más informadas. Pues la poca cultura analítica y la escasa información disponible resultan en la incapacidad de hacer un uso eficaz de los datos. Además, la resistencia cultural al cambio y la falta de líderes capacitados dificultan la adopción de nuevas herramientas o tecnologías más innovadoras. “Es definitorio desarrollar una cultura empresarial que adopte el pensamiento analítico y promueva la integración entre los analistas cuantitativos y los tomadores de decisiones empresariales para aprovechar plenamente el potencial de los datos como activo estratégico” (Martucci & Miguel, 2024, pág. 36) .

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) las pymes enfrentan barreras estructurales, como la falta de coordinación entre áreas y la limitada infraestructura tecnológica, dificultando

así la transición hacia modelos digitales. Así mismo, destaca que muchas de las pymes en América Latina no invierten en tecnologías de gestión de datos debido a la falta de conocimiento y recursos financieros, lo que detona la necesidad de abordar estrategias accesibles y escalables para que las pymes colombianas puedan integrar BI en sus cadenas de suministro (Calatayud & Katz, 2019). A través de la puesta en marcha de nuevas tecnologías, estas empresas pueden optimizar sus procesos, realizar reducción de costos y aumentar la rentabilidad del negocio basadas en análisis de datos precisos y oportunos. En este sentido, varios estudios han demostrado que las empresas que adoptan tecnologías avanzadas logran o incrementar su eficiencia operativa y mejorar la integración de los procesos internos dentro de su cadena de suministro (Rueda, Bustos, & Mahecha, 2024).

La problemática central de esta investigación radica en la dificultad que tienen las pymes del sector alimenticio para poder gestionar eficientemente su respectiva cadena de suministro ante los bastantes entornos cambiantes. Según datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), en Colombia existen 13.929 pymes dedicadas a la industria de alimentos (DANE, 2022). Además, se puede mencionar la importancia que tienen las pymes en la economía del país ya que representa el 65% del empleo y el 35% del PIB (Santa Maria, y otros, 2021). Sin embargo, muchas de estas empresas carecen de herramientas tecnológicas y sistemas avanzados modernos para gestionar datos y su información, lo que impacta negativamente en su capacidad de planificación y respuesta ante las variaciones en el mercado.

Norleydis Delgado, Oscar Alejo y Juan López afirman en su publicación *Las herramientas de Inteligencia de Negocios potencian la capacidad de toma de decisiones en las PYMES*, que “la implementación de BI permite a las organizaciones optimizar sus procesos de toma de decisiones, mejorar la eficiencia operativa y aumentar su adaptabilidad a los cambios del mercado” (Delgado,

Alejo, & López, 2025, pág. 4). BI permite mejorar la visibilidad y control sobre la cadena de suministro, reducir costos operativos y aumentar la satisfacción del cliente al garantizar tiempos de entrega más precisos (Davenport T. , 2018). Por otro lado, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) señala que el 72% de las pymes en América Latina no utilizan tecnologías avanzadas en su cadena de suministro, lo que reduce su competitividad y eficiencia operativa (BID, 2023).

El documento se divide en seis capítulos clave. En el capítulo inicial, se presenta el planteamiento del problema, resaltando la importancia del análisis y los precedentes teóricos. El capítulo dos presenta los objetivos de la investigación. El tercer capítulo presenta el marco teórico, en el que se examinan conceptos fundamentales inteligencia de negocios, gestión de la cadena de suministro y tecnologías emergentes. En el cuarto capítulo se expone el diseño metodológico, que especifica la orientación de la investigación y los recursos para la recopilación de datos. En el quinto capítulo se muestran y examinan los resultados alcanzados de los instrumentos y herramientas aplicadas en la investigación y finalmente, en el sexto capítulo, se presentan las conclusiones y sugerencias futuras derivadas de este estudio para la aplicación de BI en pymes empresas del sector de la alimentación.

Esta investigación busca contribuir, tanto a nivel académico como empresarial, al proporcionar evidencia empírica sobre los beneficios que puede aportar BI en la optimización de la cadena de suministro. Asimismo, se espera que los resultados ayuden a las pymes a realizar una transición hacia la puesta en marcha de estrategias basadas en datos, permitiéndoles mejorar procesos internos dentro de la cadena de suministros.

**Tema de investigación.**

El presente trabajo de grado se enmarca en el campo de la gestión de cadenas de suministro y la inteligencia de negocios (BI), con un enfoque pymes del sector alimenticio en Colombia. Esta investigación corresponde a las líneas de investigación del programa de Maestría en Inteligencia de Negocios y Maestría en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento. La investigación busca explorar cómo la implementación de herramientas de BI permite mejorar los procesos al interior de las cadenas de suministro que llevan a cabo pymes de consumo masivo del sector alimenticio, logrando así contribuir a la competitividad y sostenibilidad de estas empresas.

**Planteamiento del problema.**

La transformación económica a la que se han tenido que adaptar las compañías ágil y eficientemente para el sostenimiento de la unidad de negocio ha sido producto de la competitividad global empresarial generada por la apertura económica, y los eventos de impacto mundial como la recesión económica del año 2008 y la pandemia del COVID-19 en el 2020, la guerra de Rusia y Ucrania en 2021, entre muchos otros más, así como también la continua variación de los gustos del consumidores que recortan el ciclo de vida de los productos. Estas situaciones han popularizado y materializado los conceptos de los escenarios VUCA (*Volatility, Uncertainty, Complexity, and Ambiguity*) que las compañías han adoptado para describir entornos empresariales y del mercado altamente dinámicos e impredecibles con el fin de crear estrategias para facilitar su adaptación y asegurar el éxito empresarial (Bennett & Lemoine, 2014).

Las grandes empresas han entendido la situación del entorno al que se encuentran expuestas actualmente y, en conjunto con el desarrollo creciente de tecnologías digitales que emergen dentro de una ola de desarrollo tecnológico que trae consigo la Industria 4.0, han comenzado a

integrar la transformación digital en sus estrategias corporativas. Tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT), *Big Data* y la computación en la nube (*Cloud Computing*) están siendo adaptadas con el objetivo de obtener ventajas competitivas, permitiéndoles optimizar la cadena de suministro y otros procesos operativos, mejorando la eficiencia y reduciendo los costes de la operación (Joyanes, 2017). Sin embargo, esta realidad contrasta con la situación de muchas pequeñas y medianas empresas (pymes), que enfrentan desafíos como la falta de recursos y acceso a estas tecnologías. Esta brecha digital las coloca en desventaja, dificultando su capacidad para competir y aumentando el riesgo de insostenibilidad a largo plazo.

En la actualidad, las pymes del sector alimenticio enfrentan una serie de retos en un entorno globalizado que demanda alta eficiencia y efectividad operativa. La creciente competencia y las expectativas de los consumidores exigen no solo productos de alta calidad, sino también una rápida adaptación a las fluctuaciones del mercado y una gestión eficiente de los recursos (Arias, Briceño, & Nuñez, 2007).

En Colombia, con base en el Directorio Estadístico de Empresas (DEE), en su último boletín en el año 2021 publicado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), de las 320.017 empresas pertenecientes al sector de industrias manufactureras, 13.929 o el 4,35 % son pymes que generan empleos entre 10 y 200 personas de acuerdo con su respectiva categorización, en donde las microempresas corresponden al 95.4% de participación (DANE, 2022). Sin embargo, el objeto de estudio de esta investigación se centra en las pymes, dado que este segmento representa un componente fundamental en la economía colombiana; en este sentido, en 2021 el Centro de Estudios Económicos de la Asociación Nacional de Instituciones Financieras (ANIF), indicó que las pymes contribuyen con el 65% del empleo y 35% del PIB en Colombia (Santa Maria, y otros, 2021).

En el sector alimenticio de Colombia, las pymes juegan un papel crucial al ser participantes esenciales para la fabricación, distribución y venta de productos. Su importancia no solo se basa en su aporte al PIB del país, sino que también en la alta empleabilidad que genera para la nación. A pesar de esa importancia, las pymes suelen enfrentar desafíos, como la falta de acceso a tecnologías avanzadas, limitaciones presupuestales y dificultades para competir con empresas más grandes. No obstante, estas empresas pueden encontrar oportunidades para invertir en tecnologías de Inteligencia de Negocios (Business Intelligence o BI) siempre que tengan claridad sobre el uso y la contribución que estas herramientas pueden generar dentro de sus procesos. -En julio de 2024, Xueliang Han, Tsung Xian Lin y Xiao Wang publicaron el artículo de investigación titulado *“Mitigate cross-market competition caused by the risk of uncertainty and improve firm performance through business intelligence (BI)”*, en el que realizan un estudio en 15 parques industriales de la provincia de Henan (China), involucrando 429 empresas participantes, donde se encuentran como principales hallazgos la correlación existente entre la capacidad de uso de BI y el impacto en la eficiencia interna de las pymes analizadas. Así como también mencionan la importancia de BI para adaptarse a entornos competitivos y cómo puede ayudar a direccionar la transformación digital, incluso este estudio brinda una guía práctica para ejercer esfuerzos en pro de la inclusión de la transformación digital a los procesos internos de las compañías (Han, Xian L., & Wand, 2024).

La pregunta central que orienta la investigación es: ¿Cómo puede la BI y el análisis predictivo optimizar la cadena de suministro en pymes de consumo masivo del sector alimenticio en Colombia?

Este documento se estructura en seis capítulos principales. El primer capítulo, es el planteamiento del problema, en donde se describen los antecedentes de la investigación, la

descripción del problema y la pregunta de investigación en sí. El segundo capítulo incluye los objetivos de la investigación, tanto generales como específicos. El tercer capítulo, es el marco teórico, que incluye el marco conceptual y el estado del arte sobre la gestión de cadenas de suministro y la inteligencia de negocios. El cuarto capítulo detalla el diseño metodológico, incluyendo el enfoque, las fases de la investigación y los instrumentos de medición. En el quinto capítulo, se presentan los resultados y su análisis del instrumento aplicado, así como también la validación de un modelo de análisis predictivo aplicado para la estimación de pronósticos de la demanda, seguido de las conclusiones y recomendaciones en el sexto capítulo. Finalmente, se incluyen las referencias y los anexos que complementan la investigación.

## **2. Objetivos**

### **Objetivo general**

- Analizar la inteligencia de negocios y el análisis predictivo como herramientas para optimizar la gestión de las cadenas de suministro en pymes de consumo masivo del sector alimenticio en Bogotá.

### **Objetivos específicos**

- Identificar los principales indicadores clave de desempeño (KPIs) que pueden ser monitoreados y analizados a través de herramientas de BI para mejorar la toma de decisiones en la gestión de la cadena de suministro alimenticia de pymes de consumo masivo del sector alimenticio en Bogotá.
- Evaluar el potencial impacto de las soluciones de BI en la mejora de la precisión de los pronósticos de demanda con el fin de analizar su viabilidad y beneficios en el contexto de la organización.
- Analizar un caso de estudio referencial basado en la aplicación de herramientas de inteligencia de negocios para mejorar la estimación de pronósticos de la demanda dentro de la cadena de suministro en pymes de consumo masivo del sector alimentario.

### 3. Justificación

En las cadenas de suministro del sector alimentario, las empresas enfrentan desafíos complejos en diversas áreas clave: la gestión de operaciones, la calidad, el comportamiento del consumidor y el manejo de la información. En la gestión de operaciones, los principales retos se encuentran en la planificación y control de la producción, la gestión de inventarios, y la optimización de los procesos logísticos y de distribución (Heizer, Render, & Munson, 2021). En Colombia, este desafío es crítico para las pymes, que representan el 99,4% del tejido empresarial del país y donde 5 de cada 10 empresas del sector carecen de procedimientos claros para gestionar compras, inventarios y logística, lo que genera costos operativos elevados (Colombia Productiva, 2024)

la industria alimenticia, en cuanto a los procesos de aseguramiento de la calidad actualmente tienen grandes retos como lo son el cumplimiento de estrictas regulaciones de seguridad alimentaria que son cada vez más exigentes, así como también la satisfacción de las cambiantes expectativas de los clientes y la garantía de la trazabilidad de los productos (Dabbene, Gay, & Tortia, 2013). El área de comportamiento del consumidor se enfrenta a la alta variabilidad en los gustos y preferencias, lo que exige una rápida adaptación por parte de las empresas (Solomon, 2020). Finalmente, en el manejo de la información, los desafíos se centran en la integración de datos, la ciberseguridad, la capacidad de procesamiento de grandes volúmenes de información, y la necesidad de análisis oportunos para una toma de decisiones (Hussain, 2024).

El sector alimenticio en Colombia es de gran relevancia económica y social. Según datos del DANE, la industria de alimentos y bebidas aporta aproximadamente un 3% al Producto Interno Bruto (PIB) nacional y genera cerca de 650.000 empleos. Además, se estima que Colombia exporta productos alimenticios a cerca de 140 países, a través de aproximadamente 45.000

empresas, de las cuales el 98% son micro, medianas y pequeñas. Estos datos evidencian la importancia de este sector en la economía nacional y la necesidad de optimizar sus procesos para mantener y mejorar su competitividad (Diario La Republica, 2023).

Para las pymes dedicadas al consumo masivo, en particular las del sector alimentario, una gestión eficiente de las operaciones es crucial. Según Colombia Productiva, una iniciativa del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia, creada para mejorar la productividad, calidad y encadenamiento de las empresas en distintos sectores de la economía cuyo objetivo principal es ayudar a las empresas a ser más eficientes, innovadoras y competitivas en el mercado nacional e internacional; menciona que aquellas empresas que optimizan su logística logran reducir costos en un 14% y ahorrar hasta \$108 millones anuales, demostrando el impacto directo de la eficiencia operativa (Colombia Productiva, 2024).

Dados los retos anteriormente comentados, la naturaleza perecedera de los productos alimenticios, entre otros, la efectividad de la cadena de suministro resulta esencial para garantizar la inocuidad y seguridad alimentaria de los productos. Esta efectividad no solo optimiza los recursos, sino que también mejora la competitividad y reduce el desperdicio, aspectos clave para mantener la sostenibilidad del negocio (Kot, 2018).

La presente investigación tiene como objetivo evaluar cómo las herramientas de BI pueden mejorar los procesos internos dentro de la cadena de suministro en pymes de consumo masivo del sector alimenticio para lograr una ventaja competitiva significativa. De igual forma, mostrar a través de un caso de estudio la mejora de los procesos de planificación de la producción a través del uso de herramientas BI. En consecuencia, se pretende obtener por ejemplo la optimización de la gestión de los inventarios, la mejora de gestión de la distribución, la reducción del riesgo de pérdida de valor por obsolescencia de materiales, materias primas y productos, entre otros

procesos que se pueden beneficiar colateralmente por tener un modelo de pronóstico de la demanda más asertivo.

La BI puede describirse como un conjunto de tecnologías, procesos y herramientas que pueden ayudar a las empresas y a sus dirigentes a tomar decisiones basadas en un análisis de los datos oportuno y efectivo. Por medio de estas herramientas, las empresas pueden convertir un gran volumen de datos brutos en información valiosa, lo que contribuye a los procesos anticiparse a las tendencias del mercado y adaptarse rápidamente a las necesidades que este conlleva (Kot, 2018).

Las soluciones de BI pueden brindar a las empresas una visión integral de sus operaciones en tiempo real, facilitando la toma de decisiones. Así mismo, tiene la capacidad de analizar datos históricos, identificar patrones de demanda y predecir los comportamientos del mercado. Además, en un entorno tan competitivo como es el del sector alimenticio, las empresas que implementen estas soluciones tecnológicas avanzadas estarán mejor posicionadas para adaptarse a fluctuaciones en precios de insumos, nuevas regulaciones de seguridad alimentaria y cambios en las expectativas de los consumidores.

Un estudio de Microsoft sobre la adopción de Inteligencia Artificial (IA) en las pymes de América Latina y Canadá revela que, en 2023, el 29% de las pymes colombianas han invertido en IA, y un 71% planea continuar o iniciar inversiones en esta tecnología en el próximo periodo. Las principales motivaciones para esta inversión son mejorar la satisfacción del cliente (54%) y aumentar la eficiencia operativa (51%). Además, el 29% del presupuesto tecnológico de estas empresas se destina a IA, reflejando una prioridad significativa en sus estrategias de crecimiento. El estudio también destaca que el 68% de las pymes en la región han experimentado mejoras en eficiencia gracias a la IA, y el 52% han mejorado su servicio al cliente, con Colombia liderando este

último aspecto con un 62%. La investigación encuestó a 100 directivos y responsables de toma de decisiones en empresas colombianas, abarcando tanto organizaciones digitales como compañías tradicionales, con empresas que cuentan entre 1 y 300 empleados (Microsoft News, 2028).

Aunque el estudio mencionado anteriormente se centra en la IA, es importante destacar que muchas soluciones de BI integran componentes de IA para analizar datos y generar *insights* valiosos. Por lo tanto, la creciente adopción de IA sugiere una tendencia positiva hacia la implementación de herramientas de BI en las pymes del país.

Por último, es importante mencionar que esta investigación propuesta en este documento busca contribuir al conocimiento académico al profundizar en la aplicación de la Inteligencia de Negocios (BI) y el análisis predictivo en la gestión de la cadena de suministro de pymes del sector alimenticio, proporcionando un marco teórico sobre su impacto en la mejora de los procesos. A nivel empresarial mediante la validación del modelo de análisis predictivo propuesto como caso de estudio, este estudio ofrece una guía práctica para la adopción de herramientas de BI, facilitando la optimización de la gestión de los inventarios, la mejora en la precisión de los pronósticos y una mayor capacidad de respuesta ante las necesidades del mercado, lo que fortalece la competitividad y sostenibilidad de estas empresas en un entorno dinámico y globalizado.

#### **4. Marco Teórico**

El presente marco teórico se compone de dos partes clave: el marco conceptual y el estado del arte. Ambos elementos son fundamentales para contextualizar la investigación, pues ofrecen una base sólida para el análisis del impacto del uso de las herramientas de inteligencia de negocios (BI), en las cadenas de suministro de las pymes de consumo masivo del sector de alimentos en Colombia.

##### **Marco conceptual**

El marco conceptual de esta investigación incluye las definiciones fundamentales vinculadas con la cadena de suministro y su administración, así como los conceptos asociados a las estrategias y tecnologías de BI. Adicionalmente, se detalla la descripción y segmentación de las compañías y del sector de consumo masivo de alimentos en Colombia. Este estudio ofrece una base para entender el entorno en el que se lleva a cabo la investigación, reconociendo las relaciones entre las herramientas de BI y el progreso en la administración de la cadena de suministro dentro del sector de alimentos en la nación.

En el marco conceptual de esta investigación se abarcan las definiciones claves relacionadas con la gestión de la cadena de abastecimiento, así como también conceptos vinculados de BI y algunas herramientas que son tendencia actualmente. Además, se profundiza en la caracterización y segmentación de las empresas y del sector de consumo masivo de alimentos en Colombia. Con esta información se proporcionan fundamentos para comprender el contexto en el que se desarrolla esta investigación, identificando las interacciones entre las herramientas de BI y la gestión de la cadena de abastecimiento dentro del sector alimenticio en el país.

### ***Cadena de abastecimiento***

Se refiere al conjunto de actividades y procesos necesarios para planificar, implementar y controlar las operaciones de manera eficiente. Este concepto abarca desde la adquisición de materiales y materias primas, su transformación en productos, el almacenamiento, la distribución y la entrega al cliente final. Además, incluye la gestión del flujo de materiales, información y recursos financieros a lo largo de cada etapa, garantizando que todos los procesos se desarrollen de forma coordinada y optimizada (Heizer et al., 2009).

Los componentes principales de la cadena de suministro son: abastecimiento, producción, distribución y entrega y logística inversa.

### ***Abastecimiento***

Se refiere a la gestión integral de una amplia gama de procesos que responden a las necesidades de las empresas. Esto incluye la adquisición oportuna de bienes, materiales y servicios, la selección, monitoreo y evaluación del desempeño de los proveedores, la negociación de precios, la gestión de compras y la administración eficiente de las transacciones, según *American Production and Inventory Control Society* (APICS, 2016).

### ***Producción***

Hace referencia a la transformación de materiales e insumos en productos que los clientes requieren. Para llevar a cabo esta actividad el componente incluye la planificación de la producción, la gestión de la capacidad productiva, el uso apropiado de los recursos de fabricación y el mantenimiento de equipos e instalaciones (Coyle, Langley, Novack, & Gitson, 2018).

### ***Distribución y entrega***

Se refiere al conjunto de actividades necesarias para trasladar los productos terminados desde el fabricante o centros de almacenamiento hasta su entrega final al cliente. Estas actividades incluyen el transporte, almacenamiento, manejo de materiales, gestión de inventarios, procesos

de alistamiento y la entrega directa al cliente. El objetivo principal es garantizar que los productos lleguen al destino correcto, en las cantidades solicitadas, con las especificaciones adecuadas, todo al menor costo posible y de manera eficiente (APICS, 2016).

### ***Logística inversa***

Se refiere a la gestión de las actividades logísticas que tienen como propósito recuperar valor o disponer de manera adecuada de los productos y materiales que durante el flujo de le producto ya no se utilizan. Estas actividades se relacionan con la gestión de devoluciones, reciclaje, reutilización y disposición de productos o materiales, contribuyendo a mejorar la sostenibilidad y reducir costos operativos (APICS, 2016)

### ***Planeación de la demanda***

La planificación de la demanda es el proceso de estimar las cantidades de los productos o servicios requeridos en el futuro, bien sea en el corto, mediano o largo plazo, esto con el objetivo de asegurar que el negocio pueda cubrir la demanda de sus productos sin incurrir en gastos excesivos por exceso o falta de inventario. Incluye tanto la anticipación de la demanda como la coordinación de los recursos requeridos para satisfacerla (Jacobs & Chase, 2019)

### ***Pronóstico de la demanda***

Los pronósticos de la demanda son una herramienta fundamental en la toma de decisiones tanto operativas como estratégicas dentro de las organizaciones ya que permite estimar eventos futuros con el fin de planificar adecuadamente los recursos del negocio a través de una estimación precisa de la demanda. Con esta información las empresas pueden anticiparse a las necesidades del mercado, lo cual les permite organizar de manera más efectiva la producción, gestionar niveles de inventario, asignar la fuerza laboral adecuada y planificar la capacidad instalada según los requerimientos ventas presentes y futuras. Además, los pronósticos contribuyen directamente a la mejora de la satisfacción del cliente, ya que posibilita cumplir con

los tiempos de entrega, mantener la disponibilidad de productos y evitar desabastecimientos o sobreproducción (Jacobs & Chase, 2019).

### ***Errores de pronóstico***

“El error de pronóstico se refiere a la diferencia entre el valor del pronóstico y lo que ocurrió en realidad” (Jacobs & Chase, 2019, pág. 464), estos tipos de errores permiten poder evaluar la precisión del modelo cuantitativo utilizado y es clave para ajustar y mejorar los métodos de estimación de la demanda en caso de requerirse.

### ***Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE)***

El error de pronóstico MAPE hace referencia a la “desviación absoluta dividida entre el promedio de demanda. Es el promedio de error expresado como porcentaje de demanda” (Jacobs & Chase, 2019, pág. 466) es una métrica de precisión del pronóstico que indica el porcentaje promedio de error absoluto entre los valores reales y los valores pronosticados.

### **Ecuación 1.**

*Fórmula general para calcular MAPE*

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{F_t - A_t}{A_t} \right| \quad (1)$$

$F_t$ : Valor pronosticado en el periodo t

$A_t$ : Valor real observado en el periodo t

n: número total de observaciones

### ***Desviación Absoluta Media (MAD)***

El error de pronóstico MAD se refiere al “promedio de los valores absolutos de los errores de pronóstico. Mide el tamaño promedio del error sin tener en cuenta la dirección de este y proporciona una idea clara de la precisión general del modelo” (Jacobs & Chase, 2019, pág. 465),

Su función principal es cuantificar el tamaño del error de pronóstico en unidades reales, sin importar si la desviación fue por exceso o por defecto.

**Ecuación 2.**

*Fórmula general para calcular MAD*

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |F_t - A_t| \quad (2)$$

$F_t$ : Valor pronosticado en el periodo t

$A_t$ : Valor real observado en el periodo t

n: número total de observaciones

**Error Cuadrático Medio (MSE)**

El error cuadrático medio “es el promedio de los errores al cuadrado. Penaliza los errores grandes más que los pequeños debido a la elevación al cuadrado, por lo que es especialmente útil cuando los errores grandes son indeseables” (Jacobs & Chase, 2019, pág. 466), El MSE es clave en la evaluación de modelos de pronóstico que requieren alta precisión y control de errores extremos.

**Ecuación 3.**

*fórmula general para calcular MSE*

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (F_t - A_t)^2 \quad (3)$$

$F_t$ : Valor pronosticado en el periodo t

$A_t$ : Valor real observado en el periodo t

n: número total de observaciones

### ***BIAS O sesgo***

En términos de pronósticos de la demanda, este error hace referencia a la diferencia o la distancia existente entre el o los valores pronosticados con los valores reales, con este error se puede conocer si existe una tendencia a sobreestimar o subestimar la demanda (Heizer, Render, & Munson, 2021, pág. 138). Su fórmula general es la siguiente.

#### **Ecuación 4.**

*Fórmula general para calcular BIAS*

$$Bias = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (F_t - A_t) \quad (4)$$

$F_t$ : Valor pronosticado en el periodo t

$A_t$ : Valor real observado en el periodo t

n: número total de observaciones

### ***Técnica Hot-Winters para pronóstico de la demanda***

Es un modelo de series de tiempo utilizado para la estimación de los pronósticos de la demanda basado en técnicas de suavización exponencial. Es decir, se considera una extensión de dicho modelo. Este modelo incorpora tres componentes a contemplar para la estimación de la demanda que son la estacionalidad, la longitud de periodo y la respectiva tendencia (Heizer, Render, & Munson, 2021, pág. 121). A continuación, se relacionan las fórmulas requeridas para su aplicación.

#### **Ecuación 5.**

*Fórmula para calcular pronóstico futuro*

Fórmula Pronóstico Futuro

$$\hat{Y}_{t+m} = L_t + mT_t + S_{t+m-s} \quad (5)$$

**Ecuación 6.**

*Fórmula para calcular la suavización del nivel*

Fórmula del nivel

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (6)$$

**Ecuación 7.**

*Fórmula para calcular la suavización de la tendencia*

Fórmula para la tendencia

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)(T_{t-1}) \quad (7)$$

**Ecuación 8.**

*Fórmula para calcular la suavización de la estacionalidad*

Fórmula para la estacionalidad

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (8)$$

$Y_t$ : Valor pronosticado en el periodo t

$L_t$ : Valor del nivel. Es decir, frecuencia de la estacionalidad.

$T_t$ : Valor del suavizamiento de la tendencia.

$S_t$ : Valor del suavizamiento de la estacionalidad

$\alpha$ : coeficiente de suavización del nivel (valor entre 0 y 1)

$\beta$ : coeficiente de suavización de la tendencia (valor entre 0 y 1)

$\gamma$ : coeficiente de suavización de la estacionalidad (valor entre 0 y 1)

n: número total de observaciones

***Técnica Árbol aleatorio para pronóstico de la demanda.***

El bosque aleatorio es un algoritmo de aprendizaje autónomo, el cual construye un conjunto parametrizado de árboles de decisión para llegar a una predicción o resultado particular (Whitfield & Donges, 2024). Para el caso de estimación de pronósticos de la demanda es una técnica empleada para estimar la demanda futura a partir de datos históricos, se utiliza tanto para clasificación como para regresión, siendo esta última adecuada para pronóstico de demanda. Su funcionamiento se basa en la combinación de múltiples árboles de decisión que analizan diferentes variables relacionadas con el comportamiento de la demanda (tendencias, datos atípicos, estacionalidades, etc.).

**Ecuación 9.**

***Fórmula general de Bosque aleatorio***

Fórmula general de Bosque aleatorio

$$\hat{D}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T h_t(X_i) \quad (9)$$

$\hat{D}_i$ : demanda pronosticada para el periodo o ítem i

T: número total de árboles construidos en el modelo

$h_t(X_i)$ : predicción de la demanda hecha por el árbol t usando las variables

$X_i$

$X_i$ : vector de variables independientes o factores que explican la demanda,

por ejemplo:

$X_i = [\text{semana}, \text{percio}, \text{categoria de producto}, \text{evento especial}, \text{clima}, \text{ventas históricas}]$

***Técnica de Redes Neuronales – MLP para pronóstico de la demanda***

Las redes neuronales son programas o modelos (algoritmos) de machine learning para la toma de decisiones, las cuales buscan imitar los procesos neuronales del cerebro humano, las

cuales trabajan en conjunto para poder identificar patrones, señales, fenómenos entre otras, y así poder llegar a resultados y conclusiones de dichos análisis. Las redes neuronales utilizan datos históricos para entrenarse y ajustar progresivamente sus predicciones. A medida que procesan más información, su capacidad de aprendizaje mejora, lo que las convierte en herramientas muy útiles dentro de la inteligencia artificial. Gracias a su estructura, permiten clasificar patrones y agrupar información de forma rápida y eficiente, lo que resulta especialmente valioso en contextos donde se manejan grandes volúmenes de datos (IBM, 2025).

En el caso de la red neuronal MLP (Perceptrón Multicapa) es un modelo de aprendizaje autónomo que Funciona a través de varias capas de nodos que procesan la información ingresada aplicando funciones matemáticas, hasta generar una salida, como lo sería una estimación de la demanda. En aplicaciones de pronóstico, este modelo es capaz de identificar patrones complejos entre diversas variables influyentes, como la fecha, el precio, promociones o factores climáticos, entre otros que se le describan y la demanda registrada. Por su capacidad para manejar relaciones no lineales y múltiples entradas simultáneamente, resulta especialmente eficaz cuando la demanda presenta comportamientos variables y difíciles de predecir (Ramirez Gil & Ramirez Gil, 2023, pág. 118). Si formula general es la siguiente.

**Ecuación 10.**

*Fórmula general de Red neuronal -MLP*

Fórmula general de Red neuronal - MLP

$$\widehat{D}_i = f^{(L)}(W^{(L)} \cdot f^{(L-1)}(\dots f^{(1)}(W^{(1)} \cdot X_i + b^{(1)}) + \dots) + b^{(L)}) \quad (10)$$

$\widehat{D}_i$ : demanda pronosticada para la observación i

$X_i$ : vector de entrada (factores explicativos de la demanda)

$W^{(L)}$ : matriz de pesos de la capa l

$b^{(L)}$ : vector de sesgo (bias) en la capa l

$f^{(L)}$ : función de activación de la capa l

L: número total de capas de la red

### **Técnica ARIMA para pronóstico de la demanda**

La técnica ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) o también conocida como metodología Box-Jenkins es una técnica estadística utilizada para predecir valores futuros de una serie temporal a partir de sus valores pasados. Este modelo combina tres componentes:

- **AR (Autorregresivo)**: la predicción depende de sus propios valores pasados.
- **I (Integrado)**: se aplican diferencias a los datos para hacerlos estacionarios.
- **MA (Media Móvil)**: la predicción incorpora errores pasados del modelo.

En el contexto de pronóstico de demanda, ARIMA permite identificar patrones en la serie histórica (como tendencias o fluctuaciones) y proyectarlos hacia el futuro, siendo especialmente útil cuando no hay estacionalidad o esta ha sido ajustada (Hanke & Wichem, 2010, pág. 400).

### **Ecuación 11.**

*Fórmula general ARIMA*

Fórmula general ARIMA

$$\nabla^d Y_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i \nabla^d Y_{t-1} + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t \quad (11)$$

O su fórmula equivalente

$$(1 - B)^d Y_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i Y_{t-1} + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t$$

$\nabla^d Y_t = (1 - B)^d Y_t$ : es la serie diferenciada d veces

$B$ : operador de rezago, tal que  $BY_t = Y_{t-1}$

$d$ : número de veces que se diferencia la serie para hacerla estacionaria

$Y_t$ : valor de la serie temporal en el tiempo  $t$

$c$ : constante (término independiente)

$\phi_i$ : coeficientes de la parte AR (autorregresiva)

$\theta_j$ : coeficientes de la parte MA (media móvil)

$\varepsilon_t$ : término de error aleatorio en  $t$

$p$ : orden AR (número de rezagos de la serie)

$q$ : orden MA (número de rezagos de errores)

### ***Empresas***

Se entiende por empresa toda actividad económica organizada destinada a la producción, transformación, circulación, administración o custodia de bienes, así como a la prestación de servicios. Esta actividad se desarrolla a través de uno o más establecimientos de comercio, permitiendo la generación de valor y el desarrollo sostenible dentro del sector de consumo masivo en Colombia (Congreso de Colombia, 27 de marzo de 1971).

### ***Empresas de consumo masivo***

Se refiere a las compañías que producen, distribuyen y comercializan bienes o servicios de consumo de alta demanda por un gran número de personas. Estos productos suelen ser de bajo costo, alta rotación y cubren necesidades básicas de los consumidores. Dentro de esta categoría se encuentran productos como alimentos, bebidas, productos de higiene, cuidado personal, etc. (Sánchez & Rodríguez, 2021).

***Empresa alimentaria.***

Empresas públicas o privadas que, con o sin ánimo de lucro, lleve a cabo cualquier actividad relacionada con cualquiera de las etapas de la producción, la transformación y la distribución de alimentos (Real Academia Española., 2023).

***Pyme***

Se refiere a un tipo de empresa clasificada según su tamaño, determinado principalmente por el número de empleados. En Colombia, las pymes comprenden todas aquellas organizaciones empresariales que cuentan entre 11 y 200 empleados, abarcando tanto pequeñas como medianas empresas (Ministerio de Comercio, 2020):

- **Microempresas:** Se consideran aquellas que tienen entre 1 y 10 empleados, así como una facturación anual que no exceda los 1.500 salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV). Para 2024, el SMMLV se establece en \$1.300.000, lo que significa que el límite de facturación para estas empresas sería de \$1.950.000.000 anuales.
- **Pequeñas empresas:** Estas empresas cuentan con entre 11 y 50 empleados, y su facturación anual es mayor a 1.500 SMMLV y hasta 30.000 SMMLV. Por lo tanto, su rango de facturación oscila entre \$1.950.000.001 y \$39.000.000.000.
- **Medianas empresas:** Incluyen aquellas que tienen entre 51 y 200 empleados y generan ingresos anuales superiores a 30.000 SMMLV, pero que no superan los 100.000 SMMLV. Así, su facturación anual debe estar entre \$39.000.000.001 y \$130.000.000.000.

***Indicador clave de desempeño (KPI)***

Los KPIs son un conjunto de indicadores que se centran en las áreas más críticas del rendimiento organizacional, con el objetivo de garantizar el éxito tanto en el presente como en el

futuro de la empresa. Estos indicadores permiten evaluar de manera efectiva los factores clave que influyen en el logro de los objetivos estratégicos de la organización (Parmenter, 2015).

KPIs ayudan a medir el rendimiento de diversas áreas, proporcionando una forma cuantitativa de rastrear el progreso hacia metas definidas, son herramientas, en muchos casos de visualización que permiten a las organizaciones identificar aspectos de mejora y definir estrategias focalizadas.

#### ***Industria 4.0***

La Industria 4.0 (I4.0) representa la cuarta revolución industrial, la cual se distingue por la incorporación de tecnologías de vanguardia como IoT, la inteligencia artificial (IA), la robótica y la analítica de datos en los procesos de producción. El objetivo de este enfoque es desarrollar fábricas "inteligentes" donde los sistemas físicos y digitales trabajen de manera conjunta, mejorando así la eficiencia, flexibilidad y personalización en la producción. Gracias a las herramientas de la Industria 4.0, se facilita la toma de decisiones, se automatizan procesos y se incrementa la conectividad entre dispositivos, lo que permite una producción y entrega de productos en tiempo real, ajustándose rápidamente a las demandas del mercado (Joyanes, 2017, pág. 9).

La I4.0 logra incluir diferentes significados y tendencias de tecnologías disruptivas aplicadas a la industria las cuales se definen algunas a continuación.

#### ***Transformación digital***

Se refiere al proceso mediante el cual las organizaciones adoptan y utilizan tecnologías digitales para cambiar fundamentalmente su funcionamiento y ofrecer un mayor valor a sus clientes. Este proceso no solo implica la implementación de nuevas herramientas tecnológicas, sino también una reevaluación de los modelos de negocio, la cultura organizacional y los procesos

internos. A través de la transformación digital, las empresas buscan mejorar su eficiencia operativa, optimizar la experiencia del cliente y adaptarse a un entorno de mercado en constante evolución. En esencia, se trata de integrar lo digital en todas las áreas de la empresa para lograr una mayor agilidad y competitividad (Joyanes, 2017, pág. 74).

### ***Inteligencia de negocios (BI, Business Intelligence)***

BI se refiere a los diferentes procesos de recolección, integración, análisis y presentación de datos e información realizados para asistir a la gestión de las organizaciones y facilitar la toma de decisiones. Esta emplea herramientas sistemáticas y tecnológicas que posibilitan convertir grandes volúmenes de datos en información valiosa, simplificando la detección de oportunidades, la mejora de las operaciones y la optimización del desempeño empresarial (Paradza & Daramola, 2021)

### ***Integración de datos***

La integración de datos es el proceso mediante el cual se combinan datos provenientes de distintas fuentes de información recopilándolo en un sistema único y coherente. Esta integración permite que la información sea accesible y utilizable de forma unificada, facilitando el análisis de grandes volúmenes de información y evitando la fragmentación de los datos en distintos sistemas que no se comunican entre sí (Madin , Bowers, Schildhauer , & Linton, 2008).

Este proceso usualmente implica la obtención, transformación y uso de datos, asegurando que estos sean compatibles y puedan ser empleados de forma eficaz. Existen varios métodos para la unificación de los datos, tales como la unificación física, en la que los datos se fusionan en un repositorio compartido (como un depósito de datos), o la unificación virtual, que facilita el acceso a los datos sin necesidad de trasladarlos físicamente (Madin , Bowers, Schildhauer , & Linton, 2008).

### ***Ciberseguridad***

La ciberseguridad consiste a la protección y el aseguramiento de los sistemas de información, datos, redes y dispositivos ante accesos no autorizados, ataques o daños, que implica un conjunto de prácticas y herramientas que buscan asegurar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información. Es fundamental en la era digital, donde las amenazas cibernéticas como el *malware*, *phishing* y *ransomware* son comunes (Ferrando, 2018).

### ***Capacidad de almacenamiento***

La capacidad de almacenamiento se refiere al volumen de información que un sistema o dispositivo puede contener, expresado en unidades como bytes, kilobytes (KB), megabytes (MB), gigabytes (GB) o terabytes (TB). Determina la cantidad de datos digitales que se pueden guardar en discos duros, unidades de estado sólido o soluciones de almacenamiento en la nube. (Joyanes, 2017, pág. 151).

### ***Big data***

Big Data hace referencia al manejo y análisis de grandes cantidades de información que resultan complejas de tratar eficientemente con herramientas tradicionales. Este concepto se distingue por tres aspectos clave, conocidos como las “tres V”: el volumen, que alude a la inmensa cantidad de datos provenientes de fuentes como redes sociales o dispositivos con sensores; la velocidad, que implica la rapidez con la que estos datos son generados y procesados, muchas veces en tiempo real; y la variedad, que abarca diferentes formatos de datos, ya sean estructurados o no estructurados. Con el crecimiento continuo de la información (Joyanes, 2017, pág. 129).

### ***Modelo SCOR***

El modelo SCOR es un marco metodológico diseñado para evaluar, gestionar y mejorar la eficiencia de las cadenas de suministro. Originalmente desarrollado por el *Supply Chain Council* y

actualmente gestionado por APICS/ASCM, este modelo permite estructurar y optimizar los procesos logísticos en las empresas. Se basa en cinco pilares fundamentales: Planificación, Abastecimiento, Producción, Entrega y Devolución, estableciendo estándares, métricas y mejores prácticas para garantizar una operación más eficiente y colaborativa entre los diferentes actores de la cadena de valor.

La versión más reciente del modelo SCOR es la 13.0, en la cual se destaca por mencionar la integración de tecnologías digitales avanzadas como la IA, la automatización y análisis de datos en tiempo real, lo que permite que las cadenas de abastecimiento puedan anticiparse mejor a las problemáticas, oportunidades y amenazas a las que se ven enfrentadas. Esta actualización también incorpora principios de sostenibilidad y economía circular, fomentando el uso eficiente de los recursos con el fin de que las cadenas de abastecimiento puedan reducir el impacto ambiental generado por sus actividades logísticas y operativas. SCOR continúa siendo un modelo de referencia fundamental para la gestión de la cadena de suministro, ya que brinda a las organizaciones una guía para obtener un mayor control sobre sus procesos, reducir costos y gastos operacionales para así mantenerse competitivas en el mercado (APICS, 2022).

#### ***Business Intelligence (BI) Framework***

Trata de un modelo de referencia organizado que reúne herramientas, tecnologías y métodos diseñados para que las organizaciones puedan recolectar, unificar, examinar y presentar de manera efectiva datos e información relacionada del ejercicio de su actividad económica. Su propósito principal es convertir esos datos en información útil para el respaldo de las decisiones y así contribuir en el mejoramiento continuo del desempeño de los procesos internos de las empresas. Este enfoque abarca todo el flujo de datos y de información, desde su obtención hasta su análisis e interpretación visual, lo que permite comprender a fondo la dinámica de los procesos

interno del negocio como el contexto externo en el que estas organizaciones operan.

(Economipedia, 2022). Siendo *Gartner's BI & Analytics Framework* uno de los enfoques más referenciados

### ***Gartner's BI & Analytics Framework***

Gartner define las plataformas de análisis e inteligencia de negocios (ABI) como soluciones que permiten a los usuarios, incluso aquellos con menos conocimientos técnicos, analizar, explorar, compartir y gestionar datos. Estas plataformas facilitan la identificación y visualización de *insights*, proporcionando una base para la colaboración interfuncional dentro de la organización. El enfoque de Gartner destaca la importancia de integrar aplicaciones, infraestructura, herramientas y mejores prácticas que permitan el acceso y análisis de información para mejorar y optimizar las decisiones y el rendimiento empresarial (Gartner , 2011)

### ***Analítica de negocios***

La analítica de negocios hace referencia a los procesos empresariales que involucran la gestión de datos tales como la recopilación, procesamiento, análisis y presentación de informes, que tienen como objetivo principal permitir a las organizaciones tomar decisiones estratégicas oportunas. Este proceso se realiza a través de herramientas informáticas que, mediante modelos matemáticos y estadísticos, posibilitan el análisis detallado de grandes volúmenes de datos generados en los distintos procesos del negocio. De esta manera, la respectiva visualización y comprensión profunda de la información obtenida de los análisis permiten respaldar la toma de decisiones. La analítica de negocios se clasifica en tres tipos principales: descriptiva, predictiva y prescriptiva (Evans, 2020).

### ***Analítica descriptiva***

Su objetivo es analizar datos históricos con el fin de identificar tendencias y patrones que faciliten una mejor comprensión de los eventos pasados en la organización. Esto permite a las

empresas tener una visión clara de su desempeño anterior, proporcionando información clave para la toma de decisiones y la mejora continua (Evans, 2020).

#### ***Analítica predictiva***

Este tipo de analítica combina datos históricos con modelos estocásticos y técnicas avanzadas de *machine learning* para predecir posibles resultados futuros. Esto permite a las organizaciones anticiparse a eventos, optimizar decisiones y mejorar su desempeño. Al identificar patrones y realizar proyecciones basadas en datos pasados, las empresas pueden tomar decisiones más informadas y estratégicas, lo que les brinda una ventaja competitiva al adaptarse mejor a los cambios y minimizar riesgos (Evans, 2020).

#### ***Analítica prescriptiva***

Representa el nivel más avanzado dentro de la analítica de datos. Con este tipo de modelos no solo se identifican patrones y predicciones, sino que también se sugieren acciones específicas para la toma de decisiones. Se basa en los análisis predictivos y utiliza simulaciones bajo escenarios determinados, con el objetivo de proporcionar una comprensión más profunda y una mejor capacidad de prevención frente a futuros eventos. Esto permite a las organizaciones no solo anticipar lo que sucederá, sino también definir la mejor estrategia para optimizar resultados y minimizar riesgos (Evans, 2020).

#### ***Inteligencia artificial (IA)***

La IA es una tecnología promovida en la transformación digital para la industria moderna, con esta tecnología se permite que las máquinas puedan realizar diferentes tipos de tareas que tradicionalmente requerían la intervención o la inteligencia humana, tal como el aprendizaje de información general, la toma de decisiones y la adaptación e interpretación de nuevas situaciones. Su funcionamiento se basa en el uso de algoritmos, como lo son las redes neuronales artificiales o aprendizaje automático (*machine learning*) en donde se procesan grandes

volúmenes de datos (big data), permitiendo así a los sistemas identificar patrones, optimizar procesos y mejorar su desempeño con el tiempo (Joyanes, 2017)

### ***Machine Learning (ML)***

ML se suele considerar como una rama de la inteligencia artificial, en donde se construyen algoritmos computacionales que permiten aprender a partir de conjunto de datos y así poder mostrar información resultante de modelos que realizan análisis predictivos donde se basan tan solo de los datos o fuentes de información y no en instrucciones de programación dadas. “Esta es una disciplina que toma como referente áreas del conocimiento como la estadística, ciencias de computación e ingeniería” (Joyanes, 2017, pág. 233)

### ***Herramientas de inteligencia de negocios***

Las herramientas de BI consisten en programas y aplicaciones creados para apoyar a las organizaciones en la recolección, el análisis y la representación visual de sus datos, con el fin de simplificar y fortalecer el proceso de toma de decisiones estratégicas. las herramientas permiten convertir los volúmenes de datos en información, ofreciendo así capacidades de informes a través de *dashboards* y análisis predictivos (Sharda, Turban, & Delen, 2018).

Entre las funciones más importantes de estas herramientas se encuentran la recopilación de datos, que integra información de diversas fuentes como bases de datos y hojas de cálculo; el análisis de datos, que permite explorar y profundizar en la información; la visualización de datos, que transforma datos complejos en representaciones gráficas para facilitar su comprensión; y la generación de informes y *dashboards*, que ayudan a monitorear métricas clave de rendimiento (KPIs) en tiempo real.

### ***Power BI***

Es una herramienta de BI desarrollada por Microsoft que me permite transformar datos brutos en información útil a través de informes interactivos y visualizaciones efectivas. Esta plataforma

facilita la recopilación de datos de diversas fuentes, como bases de datos y hojas de cálculo, lo que me ayuda a analizar y compartir información de manera intuitiva (Microsoft, 2024).

### ***Visualización de datos***

Son herramientas tabulares y gráficas que se encargan de organizar y presentar datos sobre una o varias variables, permitiendo que la información se muestre de manera clara y estructurada. Estas herramientas facilitan la interpretación y comprensión de grandes volúmenes de datos complejos, al hacer la información más accesible y comprensible (Jaggia et al., 2023). De esta manera, los usuarios pueden identificar patrones, tendencias que contribuyen a una toma de decisiones más rápida y fundamentada, basada en el análisis visual de la información.

### ***Modelo Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM)***

CRISP-DM es un modelo metodológico estructurado por un proceso cíclico compuesto por seis fases: comprensión del negocio, comprensión de los datos, preparación de los datos, modelado, evaluación y despliegue. Que guía el desarrollo de proyectos de minería de datos ampliamente adoptada en la industria. Según Schröer, Kruse y Gómez “este modelo sigue siendo relevante y ampliamente utilizado debido a su flexibilidad, independencia tecnológica y orientación práctica, lo que lo convierte en un estándar efectivo para gestionar proyectos analíticos en distintos sectores económicos” (Schröer, Kruse, & Gómez, 2021, pág. 527). Además, CRISP-DM proporciona un marco claro para alinear los objetivos de la unidad de negocio con los resultados generados de la analítica de los datos, favoreciendo así la toma de decisiones informada basada en el conocimiento extraído de grandes volúmenes de datos.

### **Estado del arte**

A continuación, se presenta un análisis crítico y una revisión de la literatura existente sobre dos temas relevantes. El primero se enfoca en la importancia y el impacto de la transformación

digital en las estrategias empresariales, así como en las recomendaciones para su implementación.

El segundo tema aborda la necesidad de fortalecer las cadenas de suministro y los riesgos asociados, promoviendo prácticas de BI que se están implementando como estrategias de transformación digital en donde estas prácticas buscan aumentar la competitividad de las empresas en un entorno de mercado global cambiante. Asimismo, se presentan resultados de estudios de caso donde se han adoptado herramientas de transformación digital en pymes.

En abril de 2013, la Academia Nacional de Ciencia e Ingeniería de Alemania (ACATECH), en conjunto con el Centro de Investigación Alemán para la Inteligencia Artificial (DFKI), publicó el documento titulado "*Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*", el cual se considera cómo el documento base para el desarrollo del concepto de la I4.0. Este informe generó las pautas principales para la modernización del sector industrial en Alemania, con foco a la digitalización de los sistemas y procesos de manufactura e industriales mediante la implementación de tecnologías emergentes como la IA, IoT y el Big Data. Sin embargo, el término I4.0 fue acuñado por primera vez en la feria tecnológica Hannover-Messe en 2011, donde se discutió cómo estas tecnologías disruptivas transformarían profundamente la manera en que las industrias operan, llevando a una nueva era de producción automatizada y digitalizada. Dando como resultado la transformación tecnológica de la industria.

Desde entonces, se han desarrollado múltiples informes e investigaciones que tratan el tema de la transformación digital desde la oportunidad de aumento de la productividad y crecimiento de las organizaciones o sociedades, como también los desafíos y riesgos que se tienen en su proceso de adopción.

En el 2019, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) publica el documento “Perfilando la transformación digital en América Latina: Mayor productividad para una vida mejor”, *que* revela el rol de la transformación digital en el desarrollo económico y social para américa latina y del caribe. Este, a su vez, destaca que la digitalización influye en el aumento de la productividad, así como también mejora la inclusión y el bienestar social. En este se mencionan acciones claves que impulsan la transformación digital en América Latina, subrayando la necesidad de mejorar el acceso a redes de banda ancha, fomentar el desarrollo de habilidades digitales y promover un entorno empresarial dinámico. Además, se recomienda un enfoque inclusivo para la sociedad y estado para asegurar que todos se beneficien de los avances tecnológicos y productivos.

El informe también señala la oportunidad que tienen las pymes de aprovechar las tecnologías emergentes para mejorar sus procesos. Sin embargo, enfrentan barreras considerables, como la falta de infraestructura digital robusta y de la falta de personal que cuente con competencias técnicas de BI. Entre estos obstáculos claves se destacan la carencia de capacitación digital, la infraestructura limitada y la baja adopción tecnológica. Por lo tanto, resulta crucial para los gobiernos fomentar políticas innovadoras y una asignación adecuada de recursos, en coordinación con esfuerzos del sector privado, para así lograr acelerar el proceso de transformación digital con mayor eficacia y rapidez (OCDE, 2019)

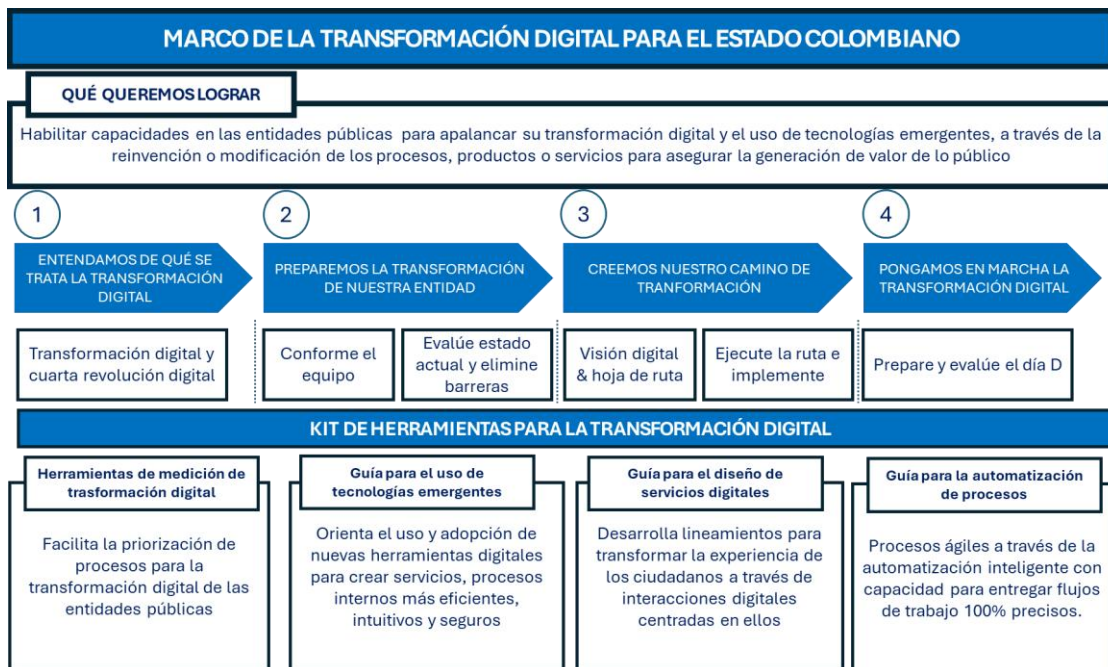
Para afrontar estos retos, el gobierno de Colombia en junio de 2020 a través del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) construye y publica el documento “Marco de la Transformación Digital para el Estado Colombiano” con el fin de establecer un conjunto de lineamientos y estrategias que faciliten la implementación de procesos de transformación digital en las entidades del gobierno, el cual también puede ser marco de

referencia para compañías del sector privado y en especial pymes que carezcan de capacitación en el área de conocimiento haciendo uso de las tecnologías emergentes para reinventar y modificar sus procesos y servicios. (MinTIC, 2020)

En la Ilustración 1, se muestra el esquema básico del marco de la transformación digital para entidades públicas desarrollado por MinTIC en donde se describe el objetivo del marco, los pasos a seguir y el kit de herramientas que se brindan para el desarrollo de la transformación digital.

**Ilustración 1.**

*Esquema básico del Marco de la Transformación Digital para entidades públicas. MinTIC, 2020*



*Fuente: Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). (2020).*

*Marco de la transformación digital para el estado colombiano. Página 6.*

Las brechas y oportunidades en la adopción de la transformación digital son evidentes. A pesar de que el gobierno de Colombia, a través de MinTIC, está llevando a cabo iniciativas para impulsar

esta transformación, como lo es el plan estratégico Sectorial 2023-2026 "Conectividad y Tecnología para Cambiar la Vida", el sector privado, especialmente las pymes, siguen enfrentando limitaciones significativas. Un factor crucial en este proceso es la actitud de los líderes de estas empresas hacia la digitalización. En el artículo de investigación "*Managers' attitudes and behavioral intentions towards using artificial intelligence for organizational decision-making: a study with Colombian SMEs*" publicado en abril de 2024, se muestra un estudio en el que se examinan las actitudes y los comportamientos de los gerentes de 83 pymes del caribe colombiano de diferentes sectores empresariales, mediante encuestas realizadas basadas en un modelo de estudio previo realizado en el Reino Unido. Este modelo tiene como objetivo identificar el nivel de aceptación y rechazo de las tecnologías de la información por parte de los líderes empresariales y así poder identificar los factores que influyen en sus actitudes e intenciones conductuales para el desarrollo de estrategias que promuevan actividades hacia la implementación de IA. Así mismo, se busca mediante este estudio identificar brechas resultantes del estudio local versus el modelo de estudio realizado en el Reino Unido (Pozzo, y otros, 2024).

A pesar de que el estudio no contaba con un entendimiento completo de los contextos debido a la limitada información, se logró validar 10 de las 17 hipótesis planteadas en una muestra de 83 pymes colombianas, revelando hallazgos significativos; es importante destacar que la metodología utilizada buscó normalizar los parámetros de tipificación empleados en Colombia y Reino Unido para caracterizar el tamaño de las empresas, dado que ambos países tienen estándares diferentes. Los resultados más relevantes indican que las actitudes y decisiones de los gerentes en las pymes colombianas influyen directamente en su sostenibilidad y competitividad. La capacidad de liderazgo, la gestión eficiente de recursos y la apertura a la innovación son elementos clave para impulsar su crecimiento.

Un aspecto relevante del estudio es la digitalización, que se traduce en una ventaja estratégica de la optimización de procesos y que influye en mejorar la toma de decisiones. Además, se destaca el uso de modelos de gestión del Reino Unido como referencia, especialmente en transformación digital y acceso a financiamiento. Sin embargo, aplicar estas estrategias en Colombia requiere adaptaciones al contexto local, donde el acceso a crédito y la infraestructura tecnológica aún presentan limitaciones. Además, otro gran desafío que enfrentan los dirigentes es la preocupación por el desarrollo del personal, que se ve afectado por la falta de conocimientos y capacitación en el uso de nuevas tecnologías (Pozzo, y otros, 2024)

En el artículo de investigación *“AI in assessing industry 4.0 adoption in Colombia: a case study approach”* publicado por Luis Cruz, Santiago Gil, German Rueda, Gabriel Sánchez y Germán Zapata busca comprender la situación actual de las empresas colombianas en relación con la adopción de tecnologías de la I4.0. A través del estudio de diversas fuentes y de bases de datos especializadas, se evaluaron aspectos clave mediante dos cuestionarios estructurados. Estos cuestionarios permitieron analizar diferentes dimensiones de la implementación de la I4.0, arrojando resultados que muestran el nivel de apropiación de estas tecnologías en las empresas de Colombia. Los datos obtenidos brindan una visión clara del grado de madurez tecnológica y los desafíos que enfrentan durante la etapa de transformación digital.

La investigación tuvo dos enfoques, el académico y el del sector industrial. En este último, se implementó una estrategia de transformación digital en 33 pymes colombianas, con el apoyo de dos firmas consultoras, como resultado se obtuvieron diagnósticos sobre el estado del uso y la adopción de tecnologías relacionadas con la I4.0 en 17 de estas empresas. Por otro lado, en el ámbito académico, se realizó un estudio en cinco pymes del sector textil del Valle de Aburrá,

donde se proporcionó una perspectiva detallada de la implementación de tecnologías de la I4.0 en esa región.

En ambos casos, se llevó a cabo un análisis exhaustivo y categorización de los casos de estudio realizados, donde se destacan los desafíos que enfrentan las empresas en su camino hacia la transformación digital. De ahí los autores definen que las herramientas de IA pueden apoyar estratégicamente en la transición hacia la I4.0, sin embargo, aún no hay estudios amplios que utilicen IA para diagnosticar la adopción de la I4.0 en las pymes colombianas, lo que resalta una brecha en la investigación regional (Cruz, Gil, Rueda, Sanchez, & Zapata, 2024).

Las investigaciones relacionadas con la adopción de estrategias de transformación digital en Colombia y en especial en pymes son limitadas, como se observan las anteriormente mencionadas. Sin embargo, se encuentran mayores contribuciones de investigaciones realizadas en países desarrollados en donde es más inclusivo la adopción de estas estrategias para el mejoramiento de los resultados de desempeño de las pymes en estos países. En el artículo *“Digital transformation and business intelligence for a SME: systems thinking action research using PrOH modelling”* los autores exponen un caso exitoso de mejora de prácticas *Lean Six Sigma* mediante la digitalización, empleando un marco conceptual de transformación digital aplicado a pymes del Reino Unido. En este estudio, se utilizó la arquitectura de un gemelo digital para implementar con éxito la I4.0 en los procesos metalmecánicos de la empresa objeto de estudio. Además, se combinaron técnicas de mapeo de procesos con el modelo propuesto PrOH (*Process-Oriented Holon*), lo que permitió conceptualizar, visualizar y analizar las operaciones internas del proceso productivo metalmecánico, lo cual permitió mejorar así la eficiencia y el control operacional.

Básicamente, un gemelo digital es una réplica virtual de un objeto, sistema físico o proceso determinado, el cual permite un análisis y seguimiento durante todo su ciclo de vida según sea programado. Esta tecnología es clave en las llamadas fabricas inteligentes (*Smart factory*) por que simula y monitorea de manera continua el comportamiento de los sistemas físicos para así integrarse con tecnologías de la I4.0 que permiten diagnosticar los procesos para así identificar oportunidades de mejora. Como se mencionó anteriormente, los gemelos digitales ofrecen la posibilidad de optimizar operaciones, predecir fallos, mejorar la eficiencia y permitir la toma de decisiones informadas, facilitando así la innovación en entornos productivos avanzados (Warke, Kumar, Bongale , & Kotecha, 2021)

En este estudio aplicado, se desarrollaron seis modelos ProOH con el objetivo de capturar y mostrar en tiempo real información extraída de sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP), gestión de calidad (QMS) y controladores lógicos programables (PLC). Estos modelos permiten generar indicadores clave de desempeño alineados con métricas de Lean y Seis Sigma, como los tiempos de cambio y la eficiencia global de los equipos (OEE). El gemelo digital, implementado a través de Power BI, se encargó de interpretar los diferentes modelos, proporcionando los datos requeridos para monitorear los KPI y optimizar la planificación de los recursos de producción de la empresa metalmecánica. El éxito del proyecto radica en la capacidad de recopilar datos en tiempo real desde múltiples fuentes interconectadas. Esta integración permitió no solo mejorar la eficiencia operativa, sino también el control de las operaciones en todos los niveles

Un ejemplo de aplicación de BI se encuentra en el artículo *“Using a business intelligence framework and data mining as computational tools in SMEs: Production forecasting of a hydroelectric power plant as a case study”*. En este estudio, se compara la implementación del

modelo de referencia CRISP-DM como metodología de minería de datos para estimar los pronósticos de demanda de energía eléctrica en una industria hidroeléctrica en Perú, frente a otros modelos cuantitativos tradicionales como suavización exponencial, ARIMA y redes neuronales. Los resultados muestran que, para modelos simples de pronóstico de generación eléctrica, es posible aplicar minería de datos sin necesidad de software especializado o infraestructura avanzada, obteniendo resultados satisfactorios para la toma de decisiones (Risco, y otros, 2023). Además, este tipo de aplicaciones de modelos predictivos y análisis correspondientes, pueden aplicarse al contexto de las pymes colombianas que tienen como reto fundamental estimar la demanda con mayores grados de asertividad con el fin de optimizar sus recursos empresariales.

## 5. Hipótesis

Hipótesis 1: La implementación de herramientas de BI y análisis predictivo mejora significativamente los procesos internos de la cadena de suministro en pymes del sector alimenticio.

Hipótesis nula 1: La implementación de herramientas de BI y análisis predictivo no mejora significativamente los procesos internos de la cadena de suministro en pymes del sector alimenticio.

Hipótesis alternativa 1: La implementación de herramientas de BI y análisis predictivo sí mejora significativamente los procesos internos de la cadena de suministro en pymes del sector alimenticio.

Hipótesis 2: El uso de BI y análisis predictivo en pymes del sector alimenticio incrementa la precisión en los pronósticos.

Hipótesis nula 2: El uso de BI y análisis predictivo en pymes del sector alimenticio no incrementa la precisión en los pronósticos.

Hipótesis alternativa 2: El uso de BI y análisis predictivo en pymes del sector alimenticio incrementa significativamente la precisión en los pronósticos.

## 6. Variables

En la Tabla 1, se muestran las variables identificadas para el estudio de la investigación y sus definiciones conceptuales y operacionales, así como la caracterización del tipo de variable. Estas fueron seleccionadas con base en la teoría y los modelos de referencia utilizados.

**Tabla 1**

*Variables para la medición de la investigación objeto de estudio*

<u>Variable</u>	<u>Definición conceptual</u>	<u>Definición operacional</u>	<u>Indicador</u>	<u>Tipo de variable</u>	<u>Escala de medición</u>
<b>Tamaño de la empresa</b>	Cantidad de empleados y/o volumen de ventas que determina la clasificación de una empresa como pequeña o mediana.	Número total de empleados.	Tipo de empresa	Variable independiente	Cuantitativa discreta
<b>Tipo de producto fabricado</b>	Identifica el tipo de bienes que produce la empresa	Tipo de producto principal que produce la empresa: lácteos, cárnicos, etc.	Categoría de Producto	Variable independiente	Cualitativa nominal
<b>Antigüedad de la empresa</b>	Años que lleva operando la empresa a la que pertenece el encuestado	Número de años que lleva operando la empresa	Rango de antigüedad	Variable independiente	Cuantitativa discreta
<b>Rango de facturación</b>	Nivel de ingresos anuales de la empresa	Rango de facturación expresado en Salarios Mínimos Mensuales Legales Vigentes	Nivel de facturación anual	Variable dependiente	Cualitativa ordinal

<u>Variable</u>	<u>Definición</u> <u>conceptual</u>	<u>Definición</u> <u>operacional</u>	<u>Indicador</u>	<u>Tipo de variable</u>	<u>Escala de medición</u>
<b>Nivel jerárquico del encuestado</b>	Posición del encuestado dentro de la empresa	Cargo que desempeña el encuestado: Analista, Directivo, Ingeniero, etc.	Nivel del cargo	Variable dependiente	Cualitativa ordinal
<b>Área a la que pertenece en la empresa</b>	Sección de la empresa donde se desempeña el encuestado, dentro de la cadena de suministro.	Área a la que pertenece: compras, producción, suministro, logística, etc.	Área dentro de la cadena de suministro	Variable dependiente	Cualitativa nominal
<b>Ubicación Geográfica de la empresa</b>	Región Geográfica donde opera la empresa	Lugar de operación principal de la compañía: Bogotá	Región de ubicación	Variable dependiente	Cualitativa nominal
<b>Eficiencia de la cadena de suministro</b>	Grado en que la cadena de suministro utiliza sus recursos (logísticos, operativos y de producción) de manera óptima para cumplir con su servicio	Se mide a través de costos totales de operaciones, tiempos de entrega y niveles de desperdicio o exceso de inventario.	Costo total de operaciones  OTIF  Niveles de desperdicio  Producto no conforme	Variable dependiente	Todas corresponden a cuantitativa continua
<b>Precisión de los pronósticos de demanda</b>	Capacidad de estimar con asertividad la demanda futura de productos en el mercado.	Se mide comparando el pronóstico de demanda con la demanda real.	Errores de pronóstico <ul style="list-style-type: none"> <li>• MSE</li> <li>• MAPE</li> <li>• BIAS</li> </ul>	Variable dependiente	Cuantitativa continua
<b>Reducción de Costos</b>	Disminución de los gastos operativos en la cadena de suministro	Se mide a través de la comparación de los costos operativos antes y después	Variación porcentual en los costos operativos	Variable dependiente	Cuantitativa Continua

<u>Variable</u>	<u>Definición</u> <u>conceptual</u>	<u>Definición</u> <u>operacional</u>	<u>Indicador</u>	<u>Tipo de variable</u>	<u>Escala de medición</u>
	mediante la optimización de procesos logísticos, reducción de desperdicios, mejora en la gestión de inventarios y optimización del transporte, mediante el uso de inteligencia de negocios (BI) y análisis predictivo	de la implementación de herramientas de BI	Costos de almacenamiento antes y después de BI  Costos de transporte antes y después de BI - Costos de inventario antes y después de BI		
<b>Nivel de optimización de inventario</b>	Mejora en la eficiencia de la gestión del inventario para asegurar la disponibilidad continua de productos minimizando el sobre inventario y el desabastecimiento.	Medido mediante indicadores como la rotación de inventarios, días de inventario disponibles	Rotación de inventarios, días de inventario disponible.	Variable dependiente	Todas corresponden a cuantitativa continua
<b>Implementación de herramientas de BI</b>	Nivel de adopción e implementación de herramientas de inteligencia de negocios en la gestión de cadenas de suministro, mejorando la eficiencia operativa, la toma de decisiones estratégicas y la capacidad de respuesta ante desviaciones en la demanda.	Se mide a través del número de herramientas de BI implementadas, el nivel de integración con los procesos clave de la cadena de suministro, la profundidad del análisis generado y la frecuencia de uso en la toma de decisiones.	Número de herramientas de BI utilizadas  Porcentaje de integración de BI en los procesos clave  Frecuencia de uso del BI en la toma de decisiones (Diario, semanal, mensual)	Variable independiente	Número de herramientas BI = cuantitativa discreta. Porcentaje cobertura = cuantitativa continua Frecuencia de uso = Cualitativa ordinal

<u>Variable</u>	<u>Definición conceptual</u>	<u>Definición operacional</u>	<u>Indicador</u>	<u>Tipo de variable</u>	<u>Escala de medición</u>
<b>Satisfacción del cliente final</b>	Percepción del cliente sobre la eficiencia y confiabilidad de la cadena de suministro en términos de disponibilidad de productos, tiempos de entrega y calidad del servicio, como factores influyentes en la competitividad de la empresa y la capacidad de fidelización.	Medido a través de encuestas estructuradas de satisfacción del cliente final. También se mide el cumplimiento de las entregas y los niveles de inventario en puntos de venta.	<i>Customer Satisfaction Score (CSAT)</i> <i>On-Time In-Full (OTIF):</i> porcentaje de pedidos entregados a tiempo y en la cantidad correcta. Tasa de disponibilidad de productos en el punto de venta ( <i>fill rate</i> )	Variable dependiente	CSAT = Cualitativa ordinal  OTIF y Tasa de disponibilidad de productos = Cuantitativa continua.

*Fuente: Elaboración propia con base en Pupo, Pérez & Ortiz (2020), Granada (2008), Aguilar, Pizarro & Meneses (2023), Carrillo & Fasabi (2021), Ucenic & Ratiu (2017).*

La eficiencia en la cadena de suministro incrementa la capacidad de una organización para gestionar de manera óptima el flujo de bienes y servicios, abarcando desde la adquisición de materias primas hasta la entrega final al cliente. Esto implica, por un lado, la reducir costos y disminuir los tiempos de entrega y, por otro lado, optimizar los niveles de inventario y mientras se garantiza la calidad de los productos (Pupo, Pérez, & Ortiz, 2020).

En este contexto, el costo total de operaciones representa el gasto total asociado a la cadena de suministro. Así mismo, los tiempos de entrega miden el tiempo transcurrido desde que un cliente realiza un pedido y hasta que lo recibe. Además, los niveles de desperdicio

cuantifican la cantidad de recursos que no se utilizan de manera eficiente. Finalmente, el exceso de inventario refleja la cantidad de producto almacenado que supera la demanda (Granada, 2008).

Por otra parte, la precisión de pronósticos de demanda se refiere a la estimación de la cantidad real de productos que se venderán. Esta precisión se mide comparando la demanda proyectada con la demanda real. En este sentido, la precisión de los pronósticos es esencial para optimizar la cadena de suministro, pues este ejercicio permite la toma de decisiones más informadas sobre la producción, el inventario y la logística (Pupo, Pérez, & Ortiz, 2020).

En relación con la reducción de costos operativos, la implementación de BI juega un papel clave. Al analizar grandes volúmenes de datos, permite identificar ineficiencias en procesos como el inventario, el transporte y la adquisición de materias primas. Como resultado se pueden tomar decisiones más acertadas, tales como optimizar los niveles de stock, seleccionar las rutas de transporte más eficientes y negociar mejores precios con proveedores. En consecuencia, se logra una reducción significativa en los costos operativos, ya que se minimizan los gastos innecesarios y se maximiza la eficiencia de los recursos (Aguilar, Rosas, & Romero, 2023).

Otro aspecto relevante es la optimización de inventario que hace referencia a la eficiencia con la que se gestiona el stock de una empresa. Para medirla se utilizan indicadores como la rotación de inventario, los días de inventario disponibles y el nivel de stock de seguridad (Aguilar, Rosas, & Romero, 2023).

Además, la implementación de herramientas de BI en la gestión de la cadena de suministro presenta como resultado una mayor satisfacción del cliente. A medida que aumenta el número de herramientas de BI y la proporción de áreas cubiertas por estas herramientas, se mejora la capacidad de tomar decisiones basadas en datos. Como resultado se optimizan los procesos de la cadena de suministro lo que se traduce en una mayor eficiencia operativa (Carrillo & Fasabi, 2021).

Finalmente, la satisfacción del cliente final es una variable clave en la evaluación del desempeño de una cadena de suministro. Para medirla se utiliza el CSAT (Customer Satisfaction Score), un indicador numérico que refleja el grado de satisfacción del usuario con los productos o servicios recibidos (Ucenic & Ratiu, 2017).

## **7. Metodología**

El enfoque de la investigación es cuantitativo, pues se busca medir el impacto de la BI en la eficiencia y efectividad de la cadena de suministro en pymes de consumo masivo del sector alimenticio. El enfoque cuantitativo es adecuado cuando se requiere recolectar, analizar y comparar datos medibles y estructurados con el ánimo de obtener conclusiones objetivas (Hernández, Fernández , & Baptista, 2014). En este caso, se recolectan datos a partir de una encuesta dirigida a profesionales del sector lo que permite identificar los principales KPI que se monitorean a través de herramientas de BI.

Por otro lado, el alcance de esta investigación es descriptivo-explicativo, pues además de describir el uso de herramientas BI en las pymes, se busca explicar cómo estas influyen en la reducción de costos, precisión en pronósticos de demanda, optimización de inventarios y optimización de los procesos logísticos.

### **Fases de la Investigación**

A continuación, se relacionan las fases de la investigación que se desarrollan para el éxito de esta.

#### ***Revisión teórica y conceptual***

El paso inicial de la investigación consiste en una revisión de la literatura sobre BI y su aplicación en cadenas de suministro. Aquí se incluyen investigaciones previas sobre optimización de inventarios, estimaciones de demanda y distribución logística con el uso de herramientas de BI. De aquí se espera la identificación de los modelos teóricos relevantes y la definición de indicadores clave que se usaron en la investigación. Para la revisión se utilizan bases de datos académicas como: Scopus, Web of Science y Google Scholar. Además, se contemplan en las ecuaciones de búsqueda los siguientes términos y operadores booleanos:

- “inteligencia de negocios” OR “BI”
- “cadena de suministro” AND “sector alimentario”
- “KPIs” OR “indicadores clave de desempeño”
- “optimización de inventarios” AND “logística”

Se aplicaron filtros para restringir los resultados a:

- Publicaciones entre 2013 y 2024
- Artículos en inglés y español
- Estudios enfocados en pymes o empresas de consumo masivo

Los criterios de selección incluyen:

- Estudios que presenten un enfoque cuantitativo sobre la implementación de herramientas de BI en la cadena de suministro.
- Investigaciones que evalúen el impacto de BI en indicadores de eficiencia, tales como tiempos de entrega, costos logísticos y previsión de demanda.

Se excluyen aquellos estudios que no contengan evidencia empírica o que se centren en sectores no alimentarios.

#### ***Diseño del instrumento de medición***

Teniendo en cuenta la revisión teórica, se diseña una encuesta estructurada con 44 preguntas (Anexo A), y cuya población objetivo a la cuál va dirigida es personal asociado a la gestión de la cadena de suministro en empresas de consumo masivo del sector de alimentos en la ciudad de Bogotá, Colombia.

Las preguntas están orientadas en:

- Identificar el grado de implementación de soluciones de BI

- Identificar los KPIs que utilizan para medir la eficiencia de la cadena de suministro
- Reconocer el impacto percibido del BI en la reducción de costos, precisión de pronósticos, optimización de inventarios y agilización de los procesos logísticos

Con el instrumento se pretende obtener información que dé muestra del estado de las empresas de alimentos frente a la adopción e implementación de herramientas de BI y así poder identificar oportunidades que permitan mejorar la gestión de suministro tras la aplicación del modelo.

#### ***Validación del instrumento de medición***

Se llevó a cabo una validación de contenido del instrumento diseñado, a través del coeficiente de validez de La V de Aiken (Aiken, 1985) . Esta se hizo con docentes de la Universidad Ean, con amplia experiencia y formación en investigación y en temas como BI y Gestión de la Cadena de Suministro, quienes analizaron las preguntas propuestas de modo que se pueda capturar los elementos más relevantes. Por medio de las sugerencias de los docentes y la respectiva validación se realizaron ajustes al formulario. Los resultados obtenidos se pueden observar en el Anexo C.

Por un lado, se dividieron algunas preguntas como “¿Qué porcentaje de sus pedidos a clientes se entregan a tiempo y en la cantidad completa?” en dos preguntas independientes como ¿Qué porcentaje de sus pedidos a clientes se entregan en la cantidad completa? y ¿Qué porcentaje de sus pedidos a clientes se entregan a tiempo?

Asimismo, se dividió la pregunta “¿Cuáles son las principales razones por las que no se cumplen las entregas a tiempo y en cantidad completa?”, en dos preguntas independientes uno enfocado a las entregas a tiempo y otro enfocado en la cantidad completa.

Adicionalmente, se incorporaron nuevas preguntas y se añadieron nuevas variables a en base a las observaciones de los comentarios de los profesores, tales como:

- Nivel de formación de los profesionales encuestados.
- Factores organizacionales que influyen en la gestión de inventarios (falta de capacitación, resistencia al cambio, cultura organizacional tradicional, limitaciones tecnológicas).
- Se realizó la inclusión de variables clave para el análisis predictivo como la exactitud del pronóstico (*forecast accuracy*).

También se incluyeron conceptos como:

- *Demand Driven Technology* (DDT).
- La integración de variables como los OKRs.
- Variables estratégicas *factor exploration* y *factor exploitation* en la cadena de suministro.

La validación a través de la V de Aiken permitió realizar los ajustes pertinentes necesarios para la mejora del contenido, la estructura y la redacción del instrumento medición, así como a partir de las observaciones de los expertos se podía asegurar la claridad, la adecuación y la relevancia de cada una de las preguntas.

### ***Recolección de datos***

La encuesta se aplica a una muestra de profesionales de empresas de alimentos, sector conformado, según la ANDI (2024), por unas 45.113 empresas en el país y donde el 98% de estas empresas son micro y pequeñas. En Bogotá se estiman unas 1.500 pymes del sector alimentos (Cámara de Comercio de Bogotá, CCB, 2024). De aquí se tiene que la población objetivo la

componen pymes de consumo masivo que utilizan cadenas de suministro complejas y se pretende identificar si han implementado alguna solución de BI o si tienen potencial para hacerlo (Cruz & López, 2017). El tamaño de la muestra se determina utilizando un método probabilístico con un nivel de confianza del 85% y un margen de error del 10%, con esto se busca resultados representativos de la población a analizar. Aplicando la fórmula estándar para el cálculo de la muestra en poblaciones finitas (Hernandez Sampieri R., 2014), se obtiene un tamaño de muestra de 50 encuestas para realizar el análisis estadístico pertinente, teniendo como base una población de 1.500 empresas. La selección final de los participantes se hace a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia, teniendo en cuenta la disposición de los profesionales a participar y su accesibilidad.

**Ecuación 12.**

*Cálculo tamaño de la muestra*

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{e^2} \quad (12)$$

Donde:

Z = Valor Z asociado a un nivel de confianza (para 85%,  $Z \approx 1.44$ )

p = valor esperado de éxito (0.5)

e = margen de error (0.10)

**Ecuación 13.**

*Ajuste de población finita*

$$n_{ajustado} = \frac{n}{1 + \frac{n-1}{N}} \quad (13)$$

Donde:

$N$  = Tamaño de la población total (1.500 empresas)

$n$  = muestra sin ajustar

### ***Análisis de la información***

Para analizar los resultados de la encuesta, se emplean análisis de frecuencias y porcentajes para caracterizar la muestra y describir la distribución de las variables categóricas.

Posteriormente, se aplica análisis de medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y de dispersión (desviación estándar y varianza) para identificarlos KPI de la cadena de suministro más utilizados por las diferentes empresas participantes. Estas técnicas estadísticas permiten identificar patrones y distribuciones significativas dentro de los datos.

En el análisis de correlación, se emplean diversos métodos para identificar y evaluar las relaciones entre la implementación de soluciones la BI y los indicadores de eficiencia en la cadena de suministro. Se utiliza el coeficiente de Kendall para identificar concordancia entre las variables cuando el tamaño de la muestra es más pequeño o cuando hay empates en los datos (Rodríguez y Pérez, 2018).

Finalmente, para el análisis de resultados, se utiliza *Microsoft Excel*® (Winston, 2014), pues es un software ampliamente conocido por su facilidad de uso y accesibilidad, que facilita la entrada, organización y visualización de datos. Adicionalmente, permite realizar análisis descriptivos, filtros, tablas, gráficos y pruebas estadísticas. Finalmente, es una herramienta intuitiva para la generación de gráficos para una mejor interpretación de los datos.

También se usa *Google Colab*®, pues permite la ejecución de código Python® (Khan, 2021) en la nube, siendo de gran utilidad para manejar grandes volúmenes de datos y aplicar análisis más

avanzados. Al estar en la nube permite el trabajo colaborativo. Con Python ® se pueden usar diferentes bibliotecas como *pandas*, *numpy*, *matplotlib*, *seaborn* y *scikit-learn*, lo que permite ampliar el alcance del análisis mucho más de lo que lo permite Excel.

### ***Presentación de resultados***

En esta última fase, se muestran los resultados obtenidos de la investigación, donde se validan las hipótesis planteadas. El resultado no solo presenta los datos clave recolectados, sino que también incluyen un análisis que permita comprender cómo el uso de BI impacta directamente los indicadores de eficiencia de la cadena de suministro. El informe final se elabora con recomendaciones específicas para que las pequeñas y medianas empresas, puedan implementar o mejorar el uso de herramientas de BI en su cadena de suministro. cadena de suministro.

### ***Construcción del modelo basado en BI***

El modelo busca optimizar la cadena de suministro en pymes del sector alimentario mediante la implementación de herramientas de BI de forma práctica y escalable para la toma de decisiones basadas en datos. Es un modelo alineado con los objetivos específicos de la investigación y su diseño busca una solución estructurada y adaptativa para las pymes.

El modelo se basa en la identificación y análisis de KPIs que impactan la gestión de la cadena de suministro, cuyo marco conceptual de la investigación se apoya en literatura sobre BI y su aplicación en la optimización de procesos logísticos (García y López, 2021).

### ***Componentes del modelo***

El modelo se estructura en cuatro fases principales que incluyen identificación de KPIs, recopilación y análisis de datos, implementación de herramientas BI y evaluación del impacto. En cada fase se abordan los objetivos específicos de la investigación.

**Identificación de KPI:** Los KPI seleccionados deben ser relevantes para el sector alimentario y deben permitir medir las áreas claves en que la BI ayuda a generar valor, entre los principales KPI que el modelo busca analizar se encuentran: Precisión en pronósticos de demanda

**Recopilación y Gestión de Datos:** En esta etapa se recopilan datos de la empresa. Estos pueden tomarse de fuentes de datos relacionados con Sistemas ERP y Bases de datos de transacciones, que pueden también ser archivos planos. Estos datos sirven de insumo para realizar una aproximación a un modelo de análisis predictivo.

**Herramientas de BI:** La implementación de Herramientas de BI es el núcleo del modelo. Con estas herramientas se permite la integración de los datos obtenidos, su análisis y visualización, de manera que la toma de decisiones se realice de forma más sencilla. Las herramientas recomendadas para el modelo son: Power BI® y Tableau®, pues son herramientas líderes en el ecosistema de BI debido a su capacidad para conectar diferentes fuentes de datos, permite realizar análisis dinámicos, y visualizar resultados de manera interactiva. También estas plataformas permiten la transformación de grandes volúmenes de datos en tableros fáciles de comprender e interpretar. Ambas facilitan el análisis exploratorio de datos, así como la segmentación de información e identificación de patrones y tendencias.

Power BI® es mayormente valorado por su integración de manera nativa con el ecosistema de Microsoft (Excel, principalmente), y por su lado Tableau® es reconocido por su potencia en la creación de visualizaciones y su flexibilidad en el diseño de *dashboards*.

**Análisis predictivo:** El modelo propone la aplicación de técnicas que ayuden a las empresas a anticipar la demanda y mejorar sus decisiones operacionales (Hernández et al., 2014). Se utiliza técnicas cuantitativas para las estimaciones de demanda. Además, se aplican algoritmos de

*Machine Learning* para mejorar la precisión de las estimaciones de demanda y la optimización del nivel de inventario (Rodríguez & Pérez, 2018).

### ***Validación del modelo***

Finalmente, llevó a cabo la validación del modelo propuesto, en este caso mediante la estimación de pronósticos de la demanda mejorando las métricas de evaluación de los errores de pronósticos tales como MAPE, MAD, MSE y BIAS.

Aquí es clave que para la validación del modelo de pronóstico de la demanda se procedió a comparar estas métricas de errores de pronósticos mencionadas anteriormente, de manera que se pudo analizar el antes y después de la validación del modelo BI. Con este análisis se identifican de manera objetiva las mejoras en la toma de decisiones y las bondades que las herramientas de BI pueden ofrecer a las pymes del sector alimenticio.

Con dicha validación, el modelo permite refinar las estrategias y asegurar que las recomendaciones propuestas en el estudio sean viables y ajustadas a la realidad del sector, de igual manera, esta validación es un punto de referencia para que las pymes incluyan las estrategias prácticas para la adopción de BI.

## 8. Trabajo de Campo

Una vez se realizó la validación del instrumento se procedió a realizar la aplicación de las encuestas a los 50 profesionales, según el resultado del ejercicio muestral trabajado en el capítulo anterior, vinculados a organizaciones de diferentes tamaños del sector alimenticio con una concentración geográfica principalmente en Bogotá D.C (76%). Los encuestados ocupan roles en logística (16%), producción (28%) y compras (28%), con formación universitaria (44%), seguida de formación técnica o tecnológica (20%) y al rededor del 34% con posgrados (maestría, especialización o posgrado). Además, tienen experiencia en empresas con más de 5 años de operación (54%), un 26% en organizaciones con entre tres y 5 años y un 20% menos de tres años de actividad. Los resultados se detallarán a continuación.

Primero, los datos se descargaron de Microsoft Forms en un archivo de Microsoft Excel y posterior se cargaron en Power BI, en donde se desarrollaron las gráficas de las respuestas más relevantes y en base a los objetivos planteados.

Las visualizaciones creadas en Power BI se agruparon en tres partes: la primera sección sobre el perfil de la empresa, la segunda parte acerca de la implementación de BI y por último el impacto del BI en la cadena de suministro. Se desarrollaron gráficos de barras y gráficos circulares, los cuales permitieron observar la distribución de las respuestas e identificar algunas conclusiones.

En la sección del perfil de la empresa, se graficaron variables como el tamaño de la empresa, el top 6 de los productos más fabricados por las organizaciones en las que trabajan los profesionales encuestados, los años de operación de estas organizaciones, los niveles de facturación, las áreas a las que pertenecen los profesionales encuestados y así mismo los KPIs más usados por estas organizaciones en la gestión de la cadena de abastecimiento. Esta

información permitió dar contexto a la muestra y caracterizar a las organizaciones en las que trabajan los profesionales encuestados.

Respecto a la implementación de BI, los gráficos evidenciaron el nivel de adopción de estas herramientas, los principales desafíos para implementar estas herramientas de BI, el nivel de capacitación del personal de estas organizaciones, cómo se toman actualmente las decisiones estratégicas y un top 5 de en qué áreas consideran los encuestados que el BI podría aportar mayor valor en las organizaciones. Este análisis brindó una perspectiva sobre el avance y los impedimentos que hay al usar BI en las empresas. Los resultados específicos y su análisis detallado se presentarán en el siguiente título.

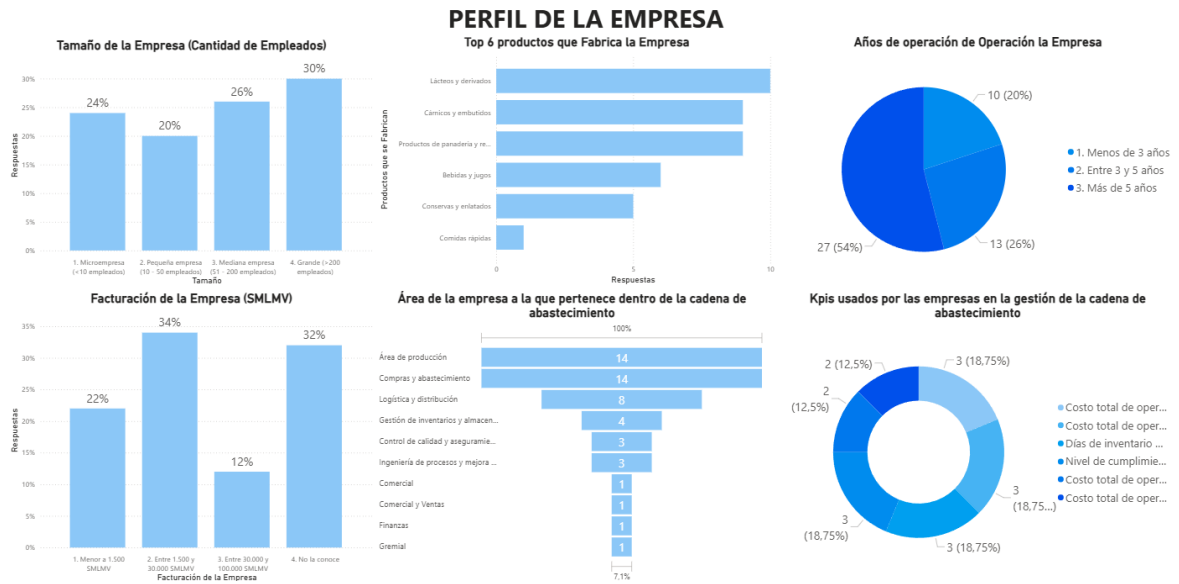
Por último, en la sección de impacto de BI, el principal objetivo es evaluar como la implementación de estas herramientas de BI influye en variables clave del desempeño organizacional dentro de la cadena de suministro, alineado al segundo objetivo de esta investigación para ello, se integraron gráficos con respecto a las variables de costos operativos, optimización de los inventarios, precisión de los pronósticos de demanda y la satisfacción del cliente final y a través de estos se identificó el impacto de BI en cada variable mencionada.

### **Análisis de resultados**

A continuación, se detallan los principales resultados obtenidos por cada una de las secciones creadas en Power Bi. Estos hallazgos están relacionados con el segundo objetivo específico que busca evaluar el grado de implementación de BI en organizaciones del sector alimenticio:

**Ilustración 2.**

*Perfil de la empresa*



En el análisis del perfil de las organizaciones encuestadas (Ilustración 2), donde se identificó una distribución entre las categorías en donde 15 de las empresas encuestadas, corresponden a empresas grandes, 13 corresponden a medianas, 12 son microempresas y 10 son pequeñas empresas. Esta diversidad en el tamaño organizacional representa un entorno mixto, en donde permite analizar como la implementación de soluciones tecnológicas como BI puede variar en su enfoque y complejidad según la organización. Las empresas grandes y medianas, con estructuras más consolidadas, podrían tener mayores capacidades para adoptar estas herramientas, mientras que en las micro y pequeñas empresas se percibe una oportunidad para el acceso a herramientas de inteligencia de negocios. Este hallazgo se alinea con el marco teórico, que indica que el tamaño y la estructura de una empresa influyen en su adopción de BI. Las empresas más grandes con más recursos invierten más fácilmente en BI, mientras que las pymes enfrentan limitaciones financieras y de conocimiento técnico. Sin embargo, el marco teórico sugiere que la

democratización del acceso a BI podría permitir a las pymes superar estas barreras y mejorar su competitividad.

En cuanto a la facturación, la mayoría de las organizaciones (34%) tienen una facturación entre 1,500 y 30,000 SMLMV, lo que indica capacidad financiera adecuada para adoptar herramientas de BI. Sin embargo, el 32% no conocen la facturación lo que refleja posibles debilidades en gestión contable o informalidad, limitando su capacidad para aplicar soluciones BI. El 22% factura menos de 1,500 SMLMV, lo que sugiere recursos limitados y en este caso, sería clave promover herramientas BI accesibles y adaptadas. Solo el 12% tiene una facturación alta (más de 30,000 SMLMV), grupo que estaría mejor posicionado para implementar soluciones BI avanzadas.

Respecto a los principales productos que fabrican las empresas destacan los lácteos y derivados, cárnicos y embutidos, panadería, bebidas, entre otros, resaltan la necesidad de un manejo de la cadena de abastecimiento adecuado al ser productos perecederos. Estos productos tienen una vida útil limitada y requieren condiciones especiales de almacenamiento y transporte, lo que incrementa el riesgo de pérdidas económicas si no se gestionan adecuadamente. Por esta razón, la optimización de los niveles de inventario es importante para minimizar las pérdidas por obsolescencia y deterioro, la reducción de desperdicios es fundamental no solo por las implicaciones económicas, sino también por las crecientes exigencias de sostenibilidad y calidad en el sector alimenticio. En este sentido la BI puede jugar un papel importante en el seguimiento y control de estos indicadores. Y la mejora en la precisión del pronóstico de la demanda es esencial para evitar desabastecimientos o excesos de inventario, permitiendo a las pymes adaptarse ágilmente a las fluctuaciones del mercado, un factor crítico en los entornos VUCA. Una gestión deficiente puede traducirse en productos vencidos, quiebres de stock o sobre inventario, afectando directamente la rentabilidad. En este contexto, herramientas como *Business*

*Intelligence* pueden contribuir significativamente al monitoreo en tiempo real, la toma de decisiones basada en datos y la planificación anticipada frente a la variabilidad de la demanda.

En cuanto a los años de operación se identificó que el 54% de las empresas cuentan con más de 5 años de operación lo que puede indicar una mayor experiencia organizacional y una posible madurez en sus procesos de negocio por tanto puede facilitar la adopción de herramientas de BI, ya que estas empresas suelen tener procesos más definidos y estandarizados, lo que permite identificar con mayor claridad los puntos donde la BI puede aportar valor, como la optimización de la cadena de suministro, la gestión de inventarios y la toma de decisiones estratégicas. El 26% de empresas con entre 3 y 5 años y el 20% con menos de 3 años muestran que también hay presencia de empresas jóvenes, que, si bien podrían tener restricciones presupuestarias que limiten la inversión en herramientas de BI, suelen ser más flexibles para la adopción de nuevas tecnologías, tienen menor resistencia al cambio y estructuras menos jerárquicas. Estas empresas, al estar en una etapa temprana de implementación, suelen tener mayor apertura a la innovación, ya que no están tan arraigadas a procesos rígidos ni a sistemas heredados. Además, su estructura organizativa es típicamente más horizontal, lo que facilita la toma de decisiones ágiles, la implementación de cambios tecnológicos y la rápida adaptación a nuevas herramientas de BI. Así mismo, la menor resistencia al cambio se explica porque sus equipos, generalmente más jóvenes o con menos tiempo en funciones o procesos tradicionales, están más familiarizados con entornos digitales y dispuestos a experimentar con nuevas herramientas de BI que mejoren el desempeño operativo.

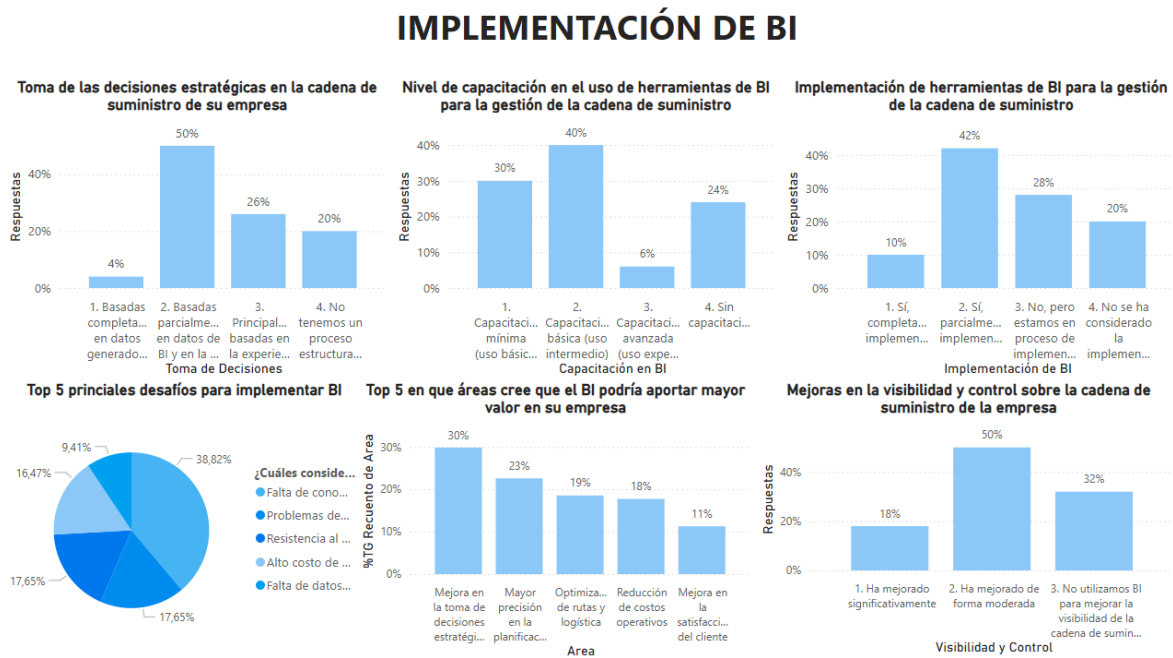
Desde el punto de vista organizacional, se evidencia que las personas encuestadas pertenecen a producción, compras, logística y distribución, áreas clave relacionadas con la gestión de la cadena de suministro. Esto es relevante, ya que estas áreas enfrentan de primera mano los

desafíos operativos en el sector alimenticio, como el control de inventarios, la planificación de la demanda, la gestión de proveedores y la distribución eficiente de productos perecederos. Por lo tanto, el hecho de que los datos provengan de estos actores clave permite inferir que los resultados obtenidos reflejan algunos de los retos operativos que enfrentan las pymes en este sector.

Finalmente, el análisis de los KPIs utilizados en la gestión de la cadena de abastecimiento muestra una adopción de métricas relevantes, se destacan la rotación de inventario (24,24%), el costo total de operación (22,73%) y los niveles de desperdicio (17,42%), siendo los tres indicadores más calificados sobre el total de respuestas. Esto sugiere que las organizaciones priorizan el control del flujo de inventario y los costos operativos, así como la eficiencia en el uso de materias primas. Otros indicadores relevantes incluyen los días de inventario disponible (14,3%) y el nivel de cumplimiento (12,12%), mientras que la satisfacción del cliente (5,3%) y la precisión del pronóstico de la demanda (4,5%) tuvieron una menor representación. Estos resultados evidencian un enfoque mayoritario en aspectos operativos y de eficiencia interna, con menor atención a indicadores estratégicos orientados al cliente o al mercado.

**Ilustración 3.**

*Implementación de BI en pymes*



En la ilustración 3, se identificó que más de la mitad de las empresas en las que trabajan los profesionales encuestados toman decisiones estratégicas basadas parcialmente en datos, mientras que una cantidad importante aún lo hace según la experiencia o sin procesos estructurados. Esto indica una transición hacia una cultura de datos, pero aún sin consolidarse del todo, pues el hecho de que una proporción significativa de decisiones estratégicas se siga tomando con base en la experiencia o sin el respaldo de procesos estructurados refleja una brecha importante entre el potencial de herramientas de BI y su aplicación real en las empresas. Esta falta de madurez en la cultura de datos limita la capacidad de las organizaciones para anticiparse al cambio, responder con agilidad a las dinámicas del mercado y/o optimizar sus procesos de manera sostenida. Por tanto, es necesario fortalecer las competencias analíticas

dentro de las empresas, invertir en sistemas de información adecuados y promover una toma de decisiones más sistemática, especialmente en un entorno empresarial caracterizado por la volatilidad, incertidumbre y creciente competitividad. Este hallazgo subraya la necesidad de implementar soluciones de BI que permitan una toma de decisiones más adecuada lo cual es fundamental para alcanzar la optimización de procesos internos propuesta en la hipótesis 1.

En cuanto al nivel de formación en BI se identificó que solo una minoría (6%) cuenta con conocimientos avanzados. La mayoría tiene capacitación básica (40%) o mínima (30%), y una parte ni siquiera ha recibido formación (24%). Esta realidad refuerza la importancia de incluir programas de formación como parte de la estrategia de implementación de BI, no solo como un complemento técnico, sino como un eje central para su apropiación real dentro de la organización. Para lograr una adopción efectiva y duradera, es necesario capacitar al personal no solo en el uso básico del sistema, sino también en cómo interpretar los datos y aplicarlos en la toma de decisiones diarias y fomentar una cultura basada en datos. Sin conocimientos adecuados, es probable que las empresas puedan tomar decisiones de forma incorrecta, generando frustración, resistencia al cambio y desaprovechando el potencial de BI. Por ello, invertir en capacitación no debe verse como un costo si no como una inversión necesaria para aprovechar lo más que se pueda las herramientas de BI, integrarlas en los procesos de las organizaciones y obtener resultados concretos basados en los datos. La baja capacitación impide que las empresas no puedan aprovechar al máximo beneficios de BI, lo que puede limitar la mejora en la eficiencia operativa (Hipótesis 1) y la precisión en los pronósticos (Hipótesis 2) si no se aborda.

Así mismo, se observa que el 42% de las organizaciones en las que trabajan los profesionales encuestados han implementado BI de forma parcial, mientras que un 10% las ha adoptado

completamente. Por otro lado, un 28% se encuentra en proceso de implementación y un 20% aún no ha considerado su uso. Estas cifras muestran que, si bien más de la mitad de las empresas (52%) ya ha iniciado algún tipo de adopción de BI, todavía existe un 48% que está en una etapa temprana o sin ningún avance.

Esto representa una oportunidad desaprovechada. En un entorno donde la competencia, los cambios del mercado y los retos operativos son constantes, tomar decisiones sin información clara puede traer consecuencias negativas: pérdidas, desorganización o falta de respuesta a la demanda. No basta con saber que existe la herramienta, se necesita una decisión firme para empezar a usarla de forma real y estratégica.

Además, esta situación puede deberse a varios factores tales como desconocimiento, falta de formación, miedo al cambio o incluso pensar que estas herramientas son solo para grandes empresas. Por eso, más allá de hablar de tecnología, es clave que las empresas entiendan el valor que esta puede aportarles en el día a día dentro de sus procesos.

En cuanto a las barreras para implementar BI, se identifica como principal obstáculo la falta de conocimiento con un porcentaje del 38,82%, seguida por la resistencia al cambio (17,65%), el alto costo de implementación (17,65%) y los problemas de calidad y disponibilidad de datos (16,47%). Esto permite inferir que el principal reto no está necesariamente en la tecnología, sino en el personal. Este hallazgo es clave, pues indica que el mayor reto no es técnico, sino humano y cultural, ya que muchas empresas no están preparadas para dar el salto hacia la gestión basada en datos, no porque no puedan acceder a las herramientas de BI, sino porque no saben cómo usarlas ni comprenden su valor. Esta falta de conocimiento genera miedo, resistencia y decisiones erróneas, por tanto, si se quiere impulsar el uso efectivo de BI, es fundamental invertir no solo en licencias o software, sino en formación, acompañamiento y cambio cultural dentro de las

organizaciones. Estas barreras identificadas son críticas para la viabilidad de la implementación estratégica de BI y deben ser consideradas para que se cumplan las mejoras en procesos internos y precisión de pronósticos planteadas en las hipótesis de esta investigación.

Las empresas identifican que BI puede aportar valor en áreas fundamentales como la toma de decisiones estratégicas (30%) se relaciona con los fundamentos de inteligencia de negocios que destacan su capacidad para transformar datos en información estratégica, seguida por mayor precisión de planificación (23%), la optimización logística (19%), reducción de costos operativos (18%), valida los planteamientos teóricos sobre cómo las herramientas de BI permiten identificar ineficiencias y optimizar procesos, y la mejora en la satisfacción del cliente (11%), estos resultados se evidencian en la gráfica del top 5 de las áreas en la que considera que el BI puede aportar mayor valor en su empresa. Estos resultados validan la hipótesis de que BI puede tener un impacto directo en la eficiencia de la cadena de suministro y también permiten orientar el diseño de una estrategia enfocada en estas áreas. Esta observación se alinea estrechamente con la idea fundamental expuesta en el marco teórico, donde se destaca que la implementación de BI optimiza los procesos de toma de decisiones dentro de las organizaciones.

Además, el hallazgo de que BI puede orientar el diseño de estrategias subraya su papel como herramienta para mejorar la eficiencia operativa y la gestión de la cadena de suministro. Al priorizar áreas clave donde BI aporta mayor valor, las empresas pueden enfocar sus esfuerzos y recursos en la implementación de soluciones que generen un impacto más directo y significativo en sus operaciones

Así mismo, más del 50% de las empresas evidenciado en el gráfico “mejoras en la visibilidad y control sobre la cadena de suministro de la empresa” han experimentado mejoras moderadas en visibilidad y control gracias al uso de BI. Esto sugiere que, aunque se están viendo beneficios,

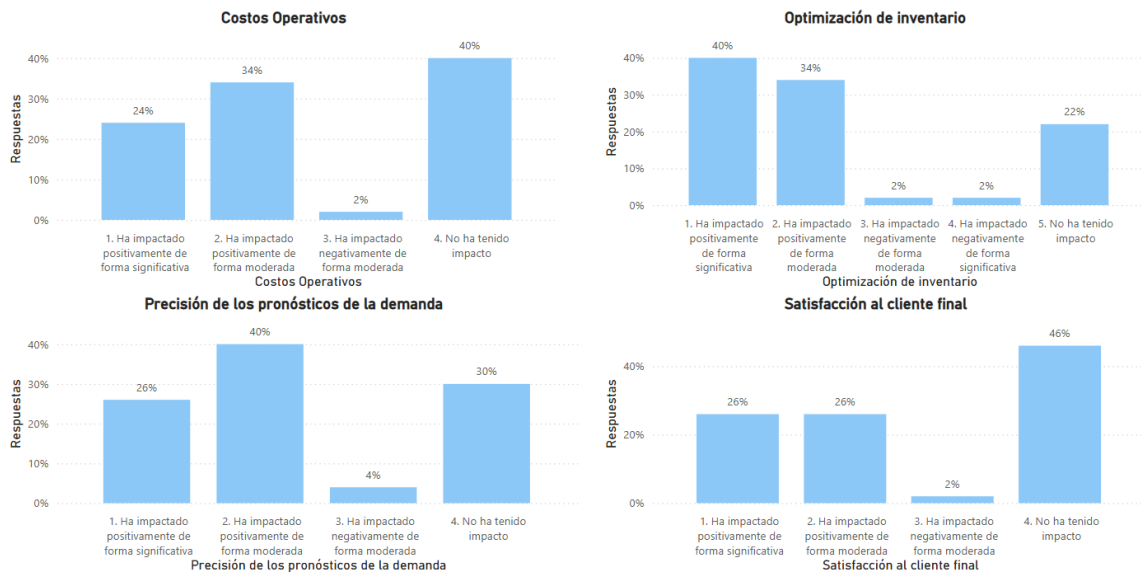
existe margen para fortalecer el impacto de BI, especialmente a través de una implementación más estructurada. Al observar el contexto general, es posible inferir que este impacto limitado se debe a varios factores. Por un lado, muchas empresas apenas han comenzado a implementar BI o lo han hecho de forma parcial, lo que impide un cambio más profundo. Por otro, persisten barreras claras como la falta de conocimiento, la escasa formación y la resistencia interna al cambio. Todo esto sugiere que el problema no está tanto en la herramienta, sino en cómo se está usando. En este sentido, para que BI logre realmente transformar la gestión de la cadena de suministro, es necesario que las organizaciones vayan más allá de la adopción superficial y apuesten por una integración más decidida, acompañada de formación y cambios culturales que promuevan su uso efectivo.

Impacto de BI:

**Ilustración 44.**

*Impacto de BI en pymes*

**IMPACTO DE BI**



Según los resultados de la encuesta evidenciados en la ilustración 4, a nivel de costos operativos 29 de las 50 personas encuestadas (58%) han percibido un impacto positivo por lo menos moderado. Esta percepción positiva en la reducción de costos operativos es un indicador clave de la eficiencia operativa, lo que directamente apoya la primera hipótesis sobre la mejora de procesos internos a través de BI. Por otro lado, en relación con el impacto en la optimización de inventario 37 encuestados (74%) perciben un impacto positivo lo que indica que al adoptar el BI se ha logrado mejorar la previsión de la demanda o stock en las empresas. Esta mejora en la optimización de inventario respalda ambas hipótesis, ya que la gestión eficiente del stock está relacionada a la precisión de los pronósticos de demanda.

Así mismo, en cuanto a la satisfacción al cliente final, se evidencia que el 52% reportan un impacto positivo (26% de forma significativa y 26% de forma moderada), lo que indica que si bien se está generando valor en este aspecto, un porcentaje del 46% afirma que el BI ha tenido impacto en la satisfacción del cliente, esta situación puede estar relacionada con factores abordados en el marco teórico, como el nivel de madurez en la implementación de herramientas de BI, la integración parcial de estas soluciones en un porcentaje del 46% afirma que el BI no ha tenido impacto en la satisfacción del cliente. Esta situación puede estar relacionada con factores abordados en el marco teórico, como el nivel de madurez en la implementación de herramientas de BI, la integración parcial de estas soluciones en los procesos centrados en el cliente, o incluso la resistencia organizacional al cambio. procesos centrados en el cliente, o incluso la resistencia organizacional al cambio.

Finalmente, se podrían sugerir algunas recomendaciones para que se mejoren estos niveles de impacto en los diferentes indicadores, como la capacitación de los usuarios de las herramientas BI

y el monitoreo de casos negativos para identificar las barreras u posibles mejoras en la implementación de BI.

### **Análisis de correlación**

Para identificar relaciones entre las variables clave de esta investigación, definidas en la Tabla 1, se realizaron análisis de correlación utilizando el coeficiente Tau-b de Kendall, este coeficiente se eligió por ser adecuado en contextos donde se manejan variables categóricas ordinales, como es el caso de este estudio. A diferencia de otros coeficientes como el de Pearson, el coeficiente de Kendall no asume una distribución normal de los datos y es más robusto para el tratamiento de escalas no continuas, lo que lo hace especialmente pertinente para analizar encuestas en las que las respuestas se organizan por rangos o niveles. (Carranza, 2023)

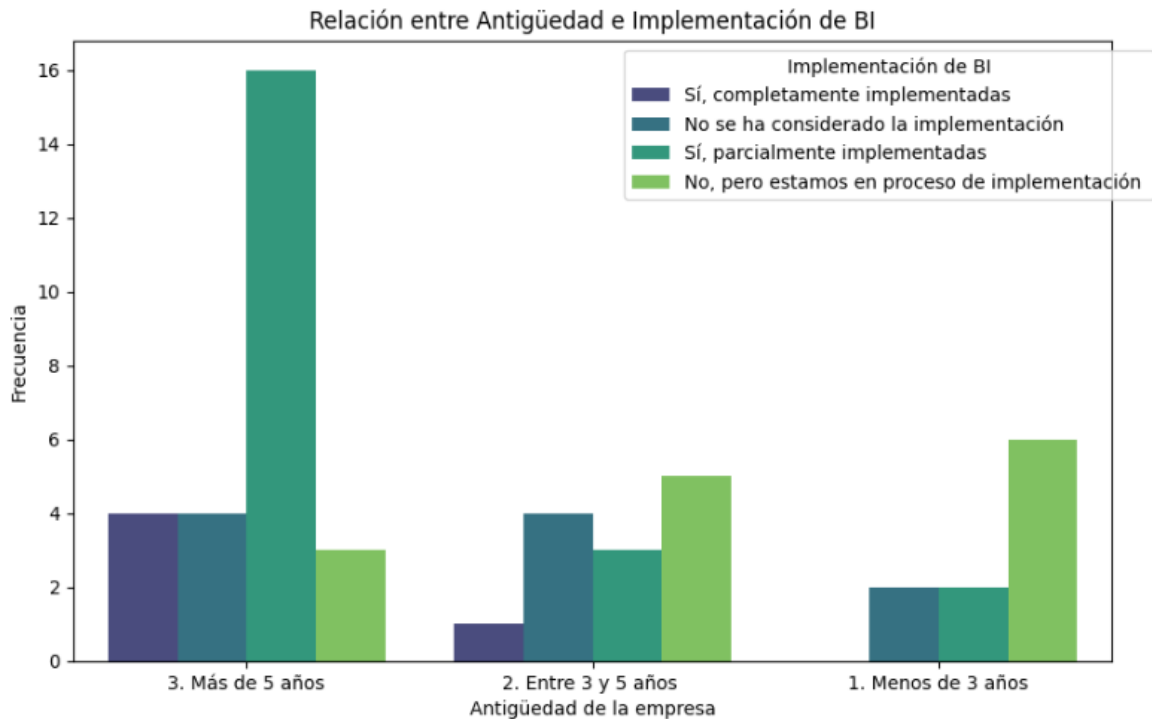
### **Análisis de correlación entre la antigüedad de la empresa e implementación de BI:**

La ilustración 5, se realizó con el fin de explorar si existe una relación significativa entre la antigüedad de las pymes del sector alimenticio y el nivel de implementación de herramientas de BI.

El resultado obtenido fue un coeficiente de Kendall (Tau-b) de 0.344, con un valor  $p = 0.0063$ , lo que indica una correlación positiva y estadísticamente significativa entre la antigüedad de la empresa y la implementación de BI. Es decir, a mayor antigüedad de la empresa, tiende a haber un mayor grado de implementación de estas herramientas.

**Ilustración 55.**

*Correlación entre Antigüedad e Implementación de BI*



Como se observa en la gráfica (Ilustración 5), las empresas con más de 5 años de antigüedad tienen una mayor proporción de herramientas de BI parcial o completamente implementadas, en comparación con las empresas más jóvenes, donde predominan los casos en proceso de implementación o que no han considerado dicha implementación.

Este hallazgo refuerza la hipótesis de que la experiencia y madurez organizacional inciden positivamente en la adopción de herramientas de BI, lo cual es un elemento clave para avanzar hacia una cadena de suministro más eficiente y orientada a la toma de decisiones estratégicas. Las empresas con mayor antigüedad tienden a tener procesos internos más estables, estructuras administrativas consolidadas y mayor experiencia en la toma de decisiones, lo que facilita la identificación de áreas donde el BI puede generar valor. Esto refuerza la hipótesis planteada en el marco teórico, según la cual las organizaciones con mayor trayectoria están en mejores

condiciones para integrar soluciones analíticas que contribuyan a mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la cadena de suministro.

Las empresas más maduras suelen tener una visión más clara de sus necesidades operativas y estratégicas, lo que les permite aprovechar mejor las ventajas del BI para apoyar la toma de decisiones basada en datos. En contraste, las empresas más jóvenes pueden tener mayor apertura al cambio, pero suelen enfrentar limitaciones en recursos técnicos, financieros o humanos, lo cual retrasa su adopción tecnológica.

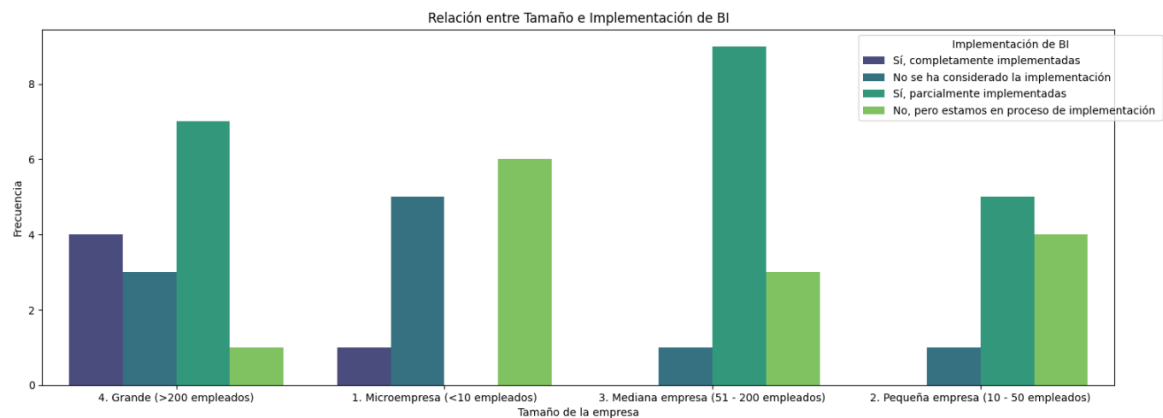
### **Análisis de correlación entre tamaño de la empresa e implementación de BI:**

En la ilustración 6, se examinó la relación entre el tamaño de la empresa, medido en función del número de empleados, y el nivel de implementación de herramientas de BI. Para este análisis se utilizó el coeficiente Tau-b de Kendall, obteniéndose un valor de 0.395 con un valor  $p = 0.00111$ , lo cual indica una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa.

Este resultado sugiere que las empresas con mayor número de empleados presentan una mayor probabilidad de haber avanzado en la implementación de soluciones BI.

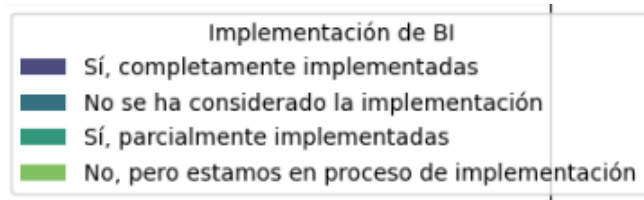
### **Ilustración 66.**

*Correlación Tamaño de la Organización e Implementación de BI.*



**Ilustración 77.**

*Variables correlación entre tamaño de la empresa e implementación de BI.*



A nivel general, la gráfica (ilustración 6) evidencia que las empresas de mayor tamaño tienden a tener un mayor nivel de implementación de BI, especialmente las medianas y grandes. En contraste, las micro y pequeñas empresas presentan una menor adopción o se encuentran aún en proceso de implementación.

Esta tendencia sugiere que el tamaño empresarial influye en la capacidad de incorporar tecnologías como BI, probablemente debido a mayores recursos económicos, técnicos y humanos en empresas más grandes. Este hallazgo, al mostrar que el tamaño facilita la adopción de BI, complementa las dos hipótesis planteadas, ya que la capacidad de implementar estas herramientas puede ser un factor relevante para alcanzar los beneficios de mejora de procesos y precisión de pronósticos.

**Análisis de correlación entre capacitación de BI y precisión de los pronósticos de demanda:**

En la ilustración 8, se examinó la relación entre el nivel de capacitación en herramientas de BI y su impacto percibido en la precisión de los pronósticos de demanda. El análisis arrojó un coeficiente Tau-b de Kendall de 0.234, con un valor  $p = 0.00610$ , lo cual indica una correlación positiva y estadísticamente significativa.

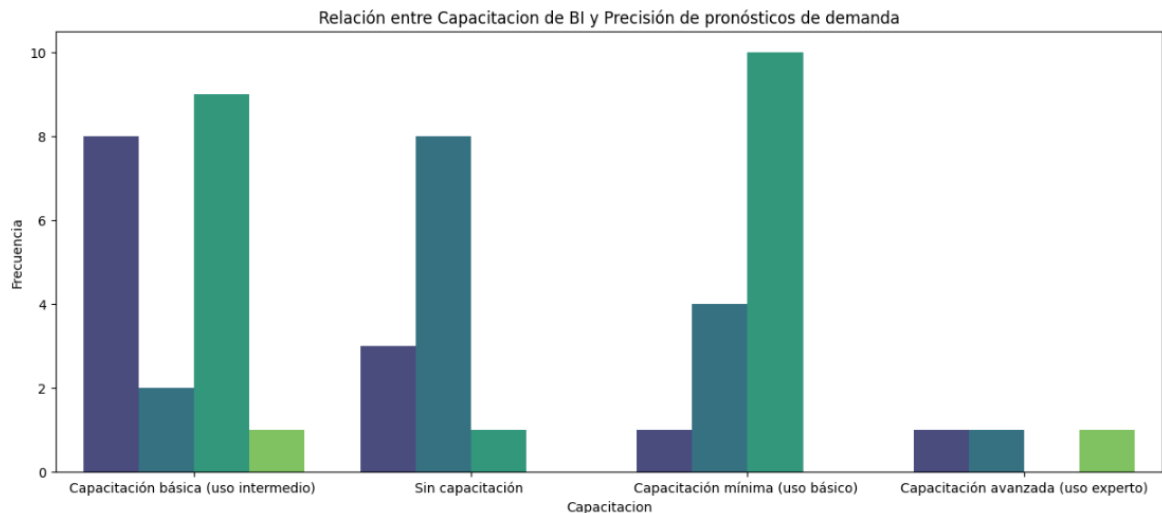
Aunque el valor de 0.234 podría considerarse moderado a bajo en magnitud, sigue siendo relevante desde el punto de vista estadístico y práctico. Este resultado sugiere que, si bien la capacitación en BI no es el único factor que incide en la mejora de los pronósticos, sí existe una

tendencia consistente en la que, a mayor capacitación en el uso de BI, las empresas tienden a lograr una mayor precisión en sus pronósticos de demanda, lo cual es clave para la toma de decisiones en la cadena de suministro.

En la gráfica (Ilustración 8), se observa que las empresas con capacitación básica (uso intermedio) reportan con mayor frecuencia impactos positivos significativos o moderados en la precisión de sus pronósticos, en contraste con aquellas que no cuentan con capacitación o solo tienen formación mínima, donde predomina el impacto nulo.

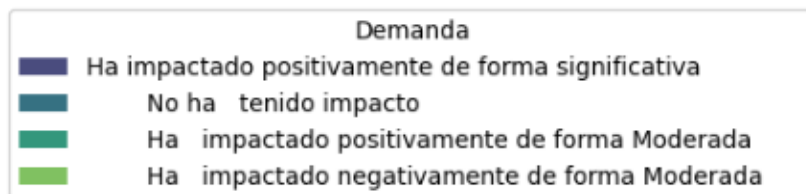
**Ilustración 88.**

*Correlación entre Capacitación de BI y Precisión de Pronósticos de Demanda.*



**Ilustración 99.**

*Variables correlación entre capacitación de BI y precisión de los pronósticos de demanda.*



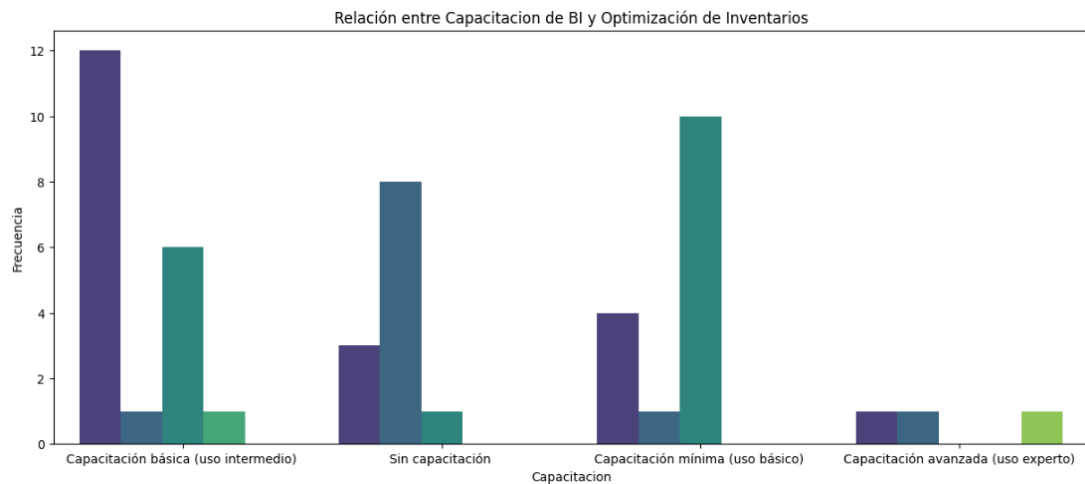
Estos hallazgos respaldan la importancia de invertir en formación técnica como medio para mejorar la gestión de Los pronósticos de demanda y reducir la incertidumbre en los procesos operativos.

**Análisis de correlación entre capacitación de BI y optimización de inventarios:**

En la ilustración 10, se analizó la relación entre el nivel de capacitación en herramientas de BI y su impacto en la optimización de inventarios. El coeficiente Tau-b de Kendall fue de 0.278, con un valor  $p = 0.02544$ , lo que indica una correlación positiva y estadísticamente significativa.

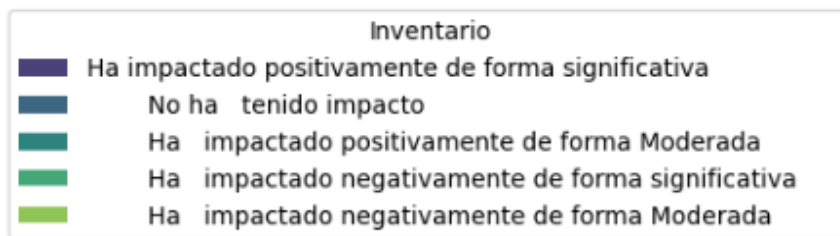
**Ilustración 1010.**

*Correlación entre Capacitación de BI y Optimización de Inventarios.*



**Ilustración 1111.**

*Variables correlación entre capacitación de Bi y optimización de inventarios.*



Esto sugiere que, a mayor nivel de capacitación en BI, las empresas perciben una mayor mejora en la gestión de inventarios. En específico, las empresas con capacitación básica reportan con mayor frecuencia un impacto positivo significativo en sus procesos de inventario. Y así mismo, aquellas sin capacitación o con formación mínima tienden a mostrar un efecto más moderado o nulo, como lo refleja el gráfico de barras.

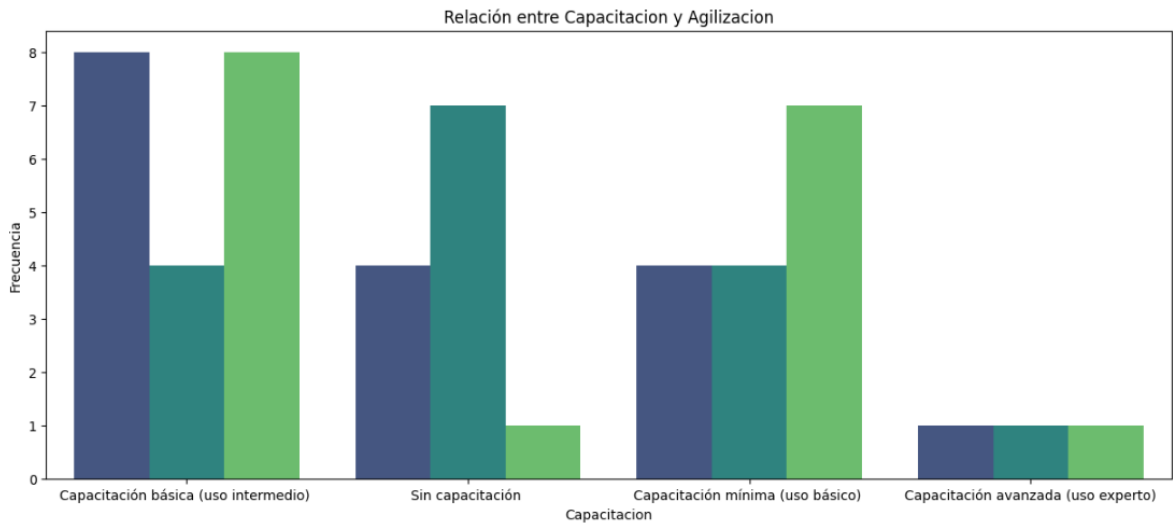
Esta correlación, confirma que la capacitación actúa como un facilitador crítico para aprovechar las capacidades analíticas de las herramientas de BI, permitiendo una toma de decisiones más informada y eficiente en la planificación y control de inventarios. Este resultado refuerza la hipótesis 1, ya que demuestra que la gestión de inventarios es potenciada por la capacitación en BI.

**Análisis de correlación entre capacitación de BI y agilización de los procesos logísticos:**

En el análisis de la relación entre la capacitación del personal y su percepción sobre la agilización de los procesos logísticos (ilustración 12), mediante el coeficiente de Kendall Tau-b, se obtuvo un valor de 0.169 con un p-valor de 0.178. Aunque este resultado indica una ligera tendencia positiva, no es estadísticamente significativa, lo que quiere decir que no se puede afirmar con certeza que exista una relación directa y fuerte entre estas dos variables.

**Ilustración 12.12.**

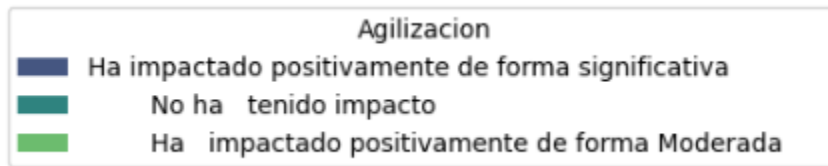
*Correlación entre capacitación de BI y agilización de los procesos logísticos*



Fuente: Elaboración propia

**Ilustración 1313.**

*Variables correlación entre capacitación de BI y agilización de los procesos logísticos.*



Sin embargo, al observar la ilustración 12, se pueden identificar algunos patrones. Las personas encuestadas con capacitación básica (uso intermedio) reportaron con mayor frecuencia un impacto positivo en la agilización, tanto de forma significativa como moderada. Por el contrario, quienes no recibieron capacitación concentraron mayoritariamente sus respuestas en la categoría de “sin impacto”, lo que sugiere que la formación podría influir en la percepción de la agilización de los procesos logísticos.

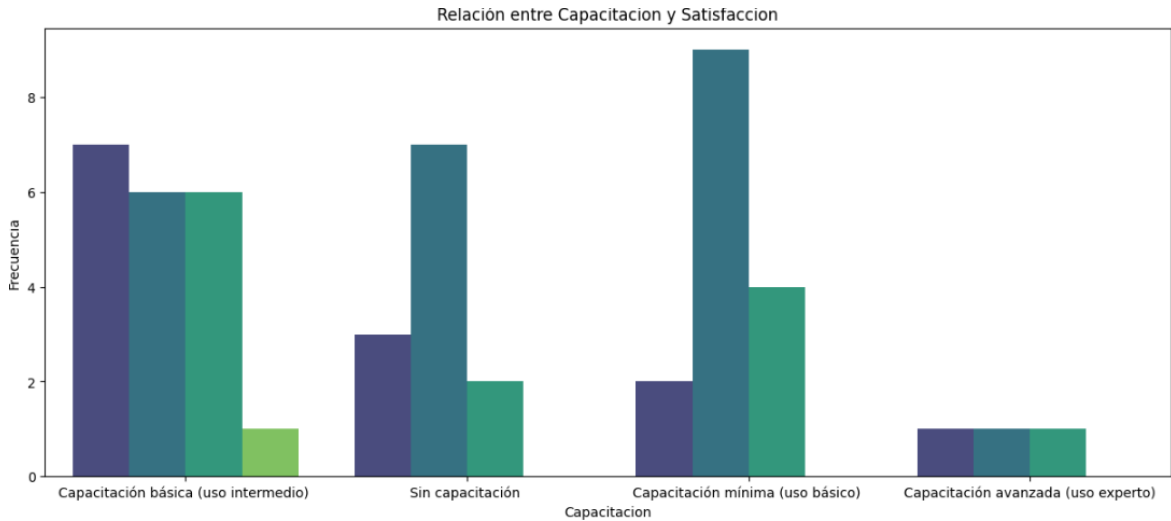
En contraste, los datos relacionados con capacitación avanzada (uso experto) fueron escasos, por lo que no se pueden establecer conclusiones definitivas para este grupo.

**Análisis de correlación entre capacitación de BI y satisfacción del cliente final:**

Al analizar cómo la capacitación de BI influye en la satisfacción del cliente final (ilustración 14), los resultados del coeficiente de Kendall Tau-b mostraron un valor de 0.166 con un p-valor de 0.185, lo que indica que, aunque hay una ligera relación positiva, esta no es estadísticamente significativa. Es decir, con los datos actuales, no se puede asegurar de forma concluyente que a mayor capacitación exista mayor satisfacción.

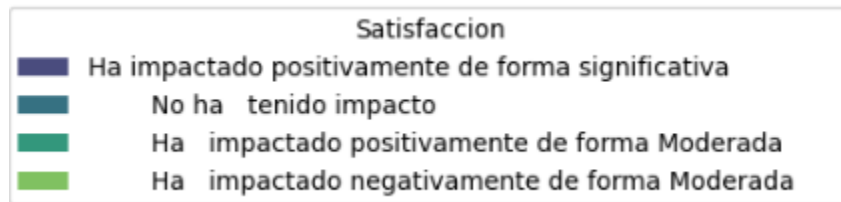
**Ilustración 14 14.**

*Correlación entre capacitación de BI y satisfacción del cliente final.*



**Ilustración 1515.**

*Variables correlación entre capacitación de BI y satisfacción del cliente final.*



Al observar la gráfica (Ilustración 14), se identifican tendencias relevantes. Por ejemplo, quienes cuentan con capacitación básica (uso intermedio) presentan una mayor proporción de respuestas que indican un impacto positivo en la satisfacción del cliente final, ya sea significativo o moderado. Esto sugiere que, incluso con una formación intermedia, el cliente final puede sentirse más satisfecho con su experiencia.

En contraste, quienes no han recibido capacitación o solo han recibido una capacitación mínima, indican que esto no ha generado ningún cambio visible en la percepción del cliente final. Esto podría estar reflejando un servicio más básico, con respuestas limitadas, menos eficiencia o

menor capacidad para resolver inquietudes, lo cual afecta directamente la experiencia del usuario.

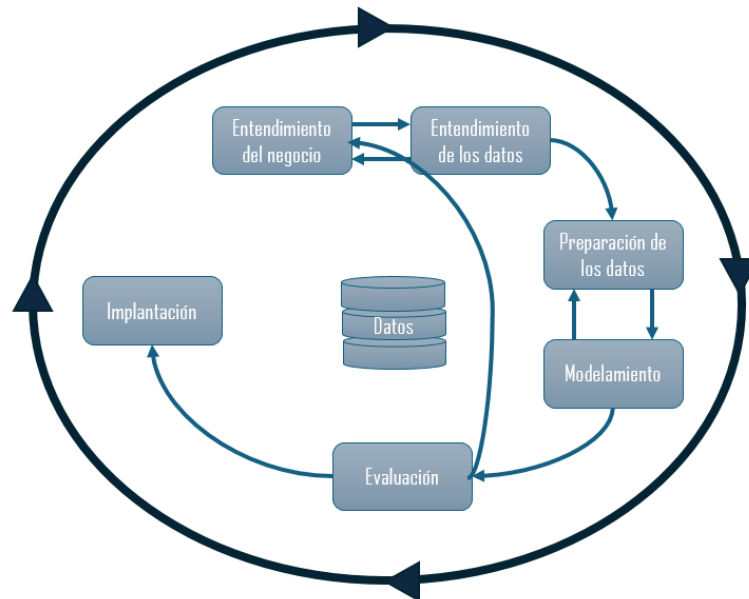
Es importante mencionar que los datos sobre capacitación avanzada (uso experto) son muy limitados, por lo que no se puede concluir con precisión qué impacto real podría tener en la satisfacción del cliente. Aun así, esto podría indicar una oportunidad, seguir invirtiendo en formación más especializada podría resultar en una mejor percepción del servicio por parte de los clientes finales.

## 9. Caso práctico de BI aplicada al pronóstico de la demanda con enfoque CRISP-DM en la industria láctea.

En este trabajo de grado se presenta un caso práctico de la utilización de herramientas de BI para la estimación y validación del pronóstico de unidades requeridas para la producción de un producto lácteo con un enfoque en la metodología CRIPS-DM. Para ello se procedió con la construcción de las 6 fases mencionadas por el modelo con el fin de estructurar la información y los datos para así poder realizar la aplicación de diferentes métodos de pronósticos de demanda que varían entre series de tiempo y analítica avanzada con el fin de conocer los resultados pronosticados y así poderlos validar versus los valores reales. A continuación, se describe el desarrollo de cada una de las fases sin entrar en el detalle por el alcance del trabajo de grado.

### Ilustración 16.

*Ciclo de funcionamiento de la metodología CRIPS-DM*



*Nota.* Tomado de IBM SPSS Modeler, Conceptos básicos de ayuda de CRISP-DM, por IBM, 2021, IBM (<https://www.ibm.com/docs/es/spss-modeler/saas?topic=dm-crisp-help-overview>)

### **Comprensión del Negocio.**

En esta sección se busca comprender el negocio y su contexto operativo, con el fin de identificar oportunidades de mejora en la planificación de la demanda. La empresa analizada, la cual es de carácter familiar y se encuentra en un proceso de crecimiento, presenta limitaciones en sus procesos de abastecimiento debido a la ausencia de herramientas predictivas para estimar los pronósticos de la demanda de sus referencias. Esto ha generado acumulación de inventarios y posibles incumplimientos en la entrega de pedidos. El objetivo es implementar modelos de pronóstico que permitan anticiparse a la demanda y optimizar la gestión de materiales, comparando métodos de diferentes niveles técnicos mediante métricas de asertividad.

#### **Tabla 2.**

##### *Fase 1. Entendimiento del negocio*

---

<b>Determinación de los objetivos del negocio</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Contexto: la organización objeto de estudio es una empresa de carácter familiar que ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años, impulsado principalmente por acuerdos de tercerización de los productos que fabrica con importantes cadenas de almacenes a nivel nacional. En medio de este proceso de expansión, la organización se encuentra en una etapa de estructuración de sus procesos operativos (planeación, abastecimiento, producción y distribución) con el propósito de optimizar sus costos y mejorar su capacidad de respuesta frente a las demandas del mercado.</li></ul> <p>Actualmente, la empresa busca estandarizar sus métodos de trabajo para lograr una mayor eficiencia operativa. Sin embargo, en el ámbito de la planificación, aún no ha incorporado herramientas avanzadas de gestión que le permitan anticipar con precisión la demanda. Esta limitación</p>
---------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

---

	<p>dificulta tanto la planificación de pedidos como la gestión de inventarios y el abastecimiento oportuno de materiales, generando cuellos de botella en la cadena de suministro e incluso incumpliendo de los pedidos que se les genera.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Objetivos:</b> Realizar el abastecimiento oportuno de materiales para la producción optimizando los costos de inventarios y asegurando la disponibilidad para la entrega de los pedidos Implementar herramientas de pronósticos de la demanda, así como también métricas que permitan mayor análisis para la toma de decisiones.</li><li>• <b>Criterios de éxito:</b> Indicadores de asertividad de los pronósticos de la demanda.</li></ul>
<b>Evaluación de la situación del negocio</b>	<p>Actualmente, la compañía realiza la compra de materiales con base en requerimientos fijos establecidos para mantener los niveles de inventario, sin considerar proyecciones de ventas estimadas. Esta práctica podría estar generando un exceso de materiales en bodega y una inmovilización innecesaria de capital.</p>
<b>Determinación de los objetivos de los modelos aplicados</b>	<p>Los modelos implementados en el marco de esta metodología tienen como objetivo estimar la demanda de un producto específico de la empresa, con el fin de que por medio de estos métodos la organización pueda anticiparse de manera oportuna a las necesidades futuras del mercado. De esta forma, se busca optimizar la gestión de compras y mantener niveles de inventario de los materiales adecuados, evitando tanto desabastecimientos como excedentes innecesarios.</p>
<b>Plan general del proyecto</b>	<p>El plan se basa en modelar diferentes modelos utilizados para la estimación de pronósticos de la demanda, como lo son series de tiempo y analítica avanzada para así comparar los resultados entre si mediante las métricas convencionales de pronósticos de la demanda</p>

---

con el fin de aumentar el asertividad de los valores y así permitirle a la organización anticiparse para la toma de sus decisiones.

Los modelos de pronóstico de la demanda que se proponen utilizar son los siguientes:

MODELO	TIPO	HERRAMIENTA	NIVEL TÉCNICO
<b>HOLT-WINTERS</b>	PREDICTIVA (SERIES TEMPORALES)	EXCEL	BÁSICO
<b>ARIMA</b>	PREDICTIVA (SERIES TEMPORALES)	R-STUDIO	MEDIO-ALTO
<b>POWER BI</b> (Suavización exponencial triple)	PREDICTIVA/ DESCRIPTIVA	POWER BI	MEDIO
<b>ARBOL</b> <b>ALEATORIO</b>	PREDICTIVA/ DESCRIPTIVA	GOOGLE COLAB	ALTO
<b>REDES</b> <b>NEURONALES -</b> <b>MLP</b> (Ventana =12)	PREDICTIVA AVANZADA	GOOGLE COLAB	ALTO

### Comprensión de los datos.

En esta fase de la metodología, la cual consiste en interpretar los datos suministrados, se consideró el programa de producción semanal de una referencia de la empresa de la industria láctea, los datos comprenden información desde enero de 2022 hasta marzo de 2025, con un total de 167 registros continuos, es decir no se encuentran carencia de datos o de la estructura de los datos. Estos datos, correspondientes a pedidos reales (Make To Order), se mantuvieron sin modificaciones con el fin de reflejar la demanda de los pedidos reales que se obtuvieron. El

análisis gráfico mostró coherencia, y la prueba ADF confirmó estacionariedad ( $p \leq 0.05$ ), validando su uso para los modelos de pronóstico que se pretendieron aplicar.

**Tabla 3.**

*Fase 2 Entendimiento de los Datos*

<b>Recolección de Datos</b>	Los datos suministrados por la organización hacen referencia al programa de producción semanal de una de sus referencias desde la semana 1 de enero del 2022 hasta el 05 de junio del 2025. Sin embargo, los datos se utilizarán hasta el 13 de marzo del 2025 con el fin de que los modelos pronostiquen las siguientes 12 semanas y así poder comparar los errores o desviaciones generadas por las métricas con el fin de comparar los resultados.
<b>Descripción de los datos</b>	Los datos están en unidades programadas semanalmente de una de las referencias de la organización, estos datos son discretos y se cuenta con la serie completa sin vacíos en general. Estas cantidades están definidas por los medidos generados (Make to Order), en total se cuentan con 167 datos históricos continuos
<b>Exploración de los datos</b>	a continuación, se describen las pruebas estadísticas realizadas. <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="570 1152 1089 1184">Análisis exploratorio de datos (EDA):</li> </ul>



<b>Mín</b>	2407
<b>Máx</b>	4880
<b>Media</b>	3270
<b>Varianza P</b>	347446
<b>Varianza M</b>	349540
<b>Valores Atípicos</b>	0
<b>Tendencia</b>	Si - creciente
<b>Estacionalidad</b>	Si - Cada 52 sem aprox

- Prueba de estacionariedad.

Dickey-Fuller aumentada (ADF): en efecto es estacionaria debido a que p-Valor  $\leq 0.05$

```
data: ts_data
Dickey-Fuller = -4.329, Lag order = 5, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

---

<b>Verificación de la calidad de los datos</b>	Para este proceso, se definió no modificar ni corregir datos de los históricos entregados por la empresa debido a que al ser pedidos generados por el cliente (MTO) se consideró un manejo apropiado de estos, a su vez, basado en el análisis gráfico se observan consistencias de los datos apropiadamente.
------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

### Preparación de los datos

En esta fase se parte de la confiabilidad de los datos suministrados por su continuidad y origen directo en pedidos reales. El análisis gráfico evidenció tendencia y estacionalidad, sin presencia de datos atípicos. La empresa respalda la validez de la información, permitiendo utilizar la totalidad de los registros sin exclusiones. Por ende, no se procede a realizar reemplazo de datos o de la estructura de estos.

#### Tabla 4.

##### *Fase 3 Preparación de los datos*

---

<b>Selección de los datos</b>	Cómo se mencionó anteriormente, los datos suministrados son confiables debido a la continuidad de estos. El análisis gráfico identificó tendencia, y estacionalidad de estos. No se identifican datos atípicos de los entregados entre los periodos de tiempos relacionados que fueran generados por comportamientos no racionalizados por la compañía.
-------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

<b>Limpieza y construcción de los datos</b>	La empresa confirma que los datos se basan únicamente en pedidos generados por la compañía de los almacenes de cadena, lo cual genera confiabilidad a realizar el análisis con toda la información suministrada y no tener que eliminar datos por juicios propios del análisis
---------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Modelado.**

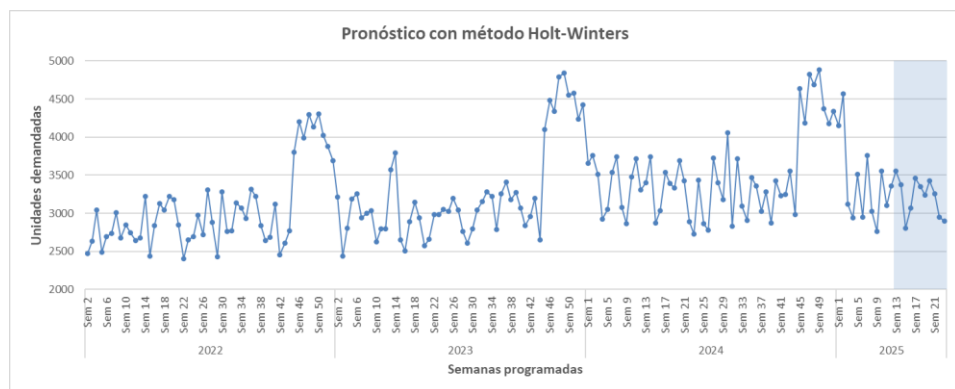
En esta fase de modelado se construyeron los pronósticos utilizando distintas herramientas informáticas, seleccionadas por su nivel de complejidad y aplicabilidad práctica. Cada modelo fue desarrollado en plataformas como Excel, Power BI, R-Studio y Google Colab, combinando métodos tradicionales y avanzados como Holt-Winters, ARIMA, árboles aleatorios y redes neuronales. Estas herramientas facilitaron la programación, ajuste de parámetros y generación de predicciones para su posterior evaluación.

**Tabla 5.**

*Fase 4 Modelamiento*

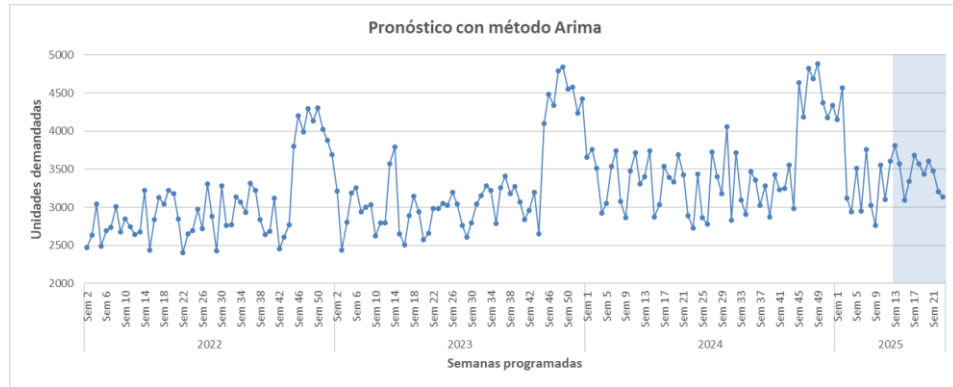
<b>Técnicas o modelos de pronósticos definidos.</b>	En esta fase se utilizaron las técnicas mencionadas anteriormente, a continuación, se presentan los resultados arrojados por cada una de las técnicas empleadas.
-----------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- **Holt-Winters**



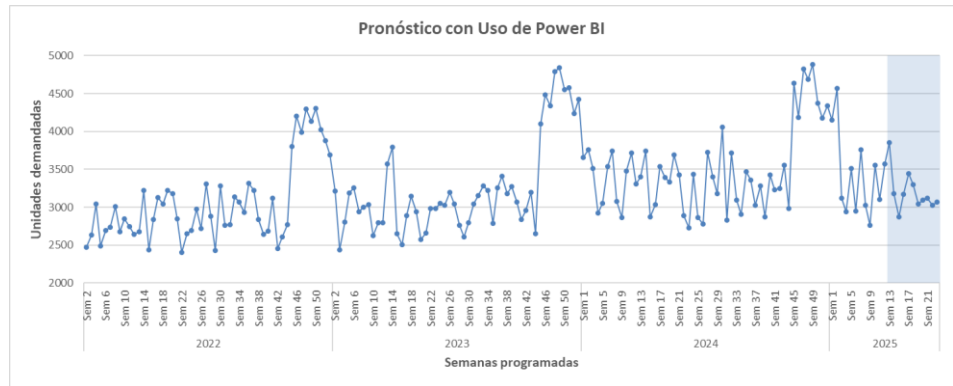
DATO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
HOLT-WINTERS	335	355	337	280	306	346	335	323	342	325	295	290

• **ARIMA**



DATO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ARIM	360	380	357	309	333	368	357	343	360	347	320	313
A	7	7	3	7	7	3	1	3	7	3	3	4

• **POWER BI (utiliza suavización exponencial Tripe)**



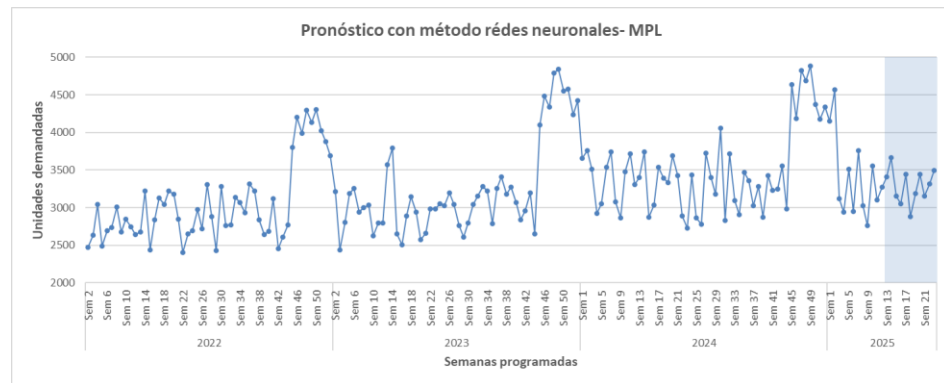
DATO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
POWER	356	385	318	287	317	344	330	303	309	311	302	307
BI	9	5	1	0	1	3	0	9	2	6	5	2

• **Árbol aleatorio**



DATO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ARBOL ALEATORIO	292	307	331	303	286	310	310	302	303	311	308	304
	0	4	0	2	8	6	8	6	6	3	9	9

• Redes Neuronales - MLP (Ventana de 12 puntos)



DATO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
NN-MLP (ventana a =12)	327	340	366	315	305	344	288	318	344	315	331	349
	7	6	4	5	3	2	4	8	2	6	6	1

**Construcción de los modelos** Los modelos se construyeron con diferentes herramientas informáticas que facilitaron la construcción de los pronósticos, siendo estos el objeto de caso práctico. A continuación, se relacionan las herramientas utilizadas.

MODELO	HERRAMINTA	OBSERVACIÓN
HOLT-WINTERS	EXCEL	Ejercicio realizado manualmente, con el conocimiento de los

		principios básicos de la herramienta y con el uso de solver para la optimización de los parámetros de alfa, beta y gamma requeridos)
<b>ARIMA</b>	R-STUDIO	Programación requerida que se hizo con conocimientos básicos del Software, el cual requiere de la importación de bibliotecas que ya se encuentran diseñadas propiamente para el desarrollo del modelo ARIMA.
<b>POWER BI (Suavización exponencial triple)</b>	POWER BI	Ejercicio realizado manualmente, con el uso de la opción de análisis que trae incorporado el software por default.
<b>ARBOL ALEATORIO</b>	GOOGLE COLAB	Programación realizada con el apoyo de la inteligencia artificial que tiene Google Colab, para ello se requiere conocimientos básicos de programación para interpretar el código, sin embargo, propiamente la herramienta diseña códigos simples y sencillos para estos modelos, Google Colab guía al usuario en cada línea para la interpretación del ejercicio
<b>REDES NEURONALES -MLP (Ventana =12)</b>	GOOGLE COLAB	Programación realizada con el apoyo de la inteligencia artificial que tiene Google Colab, para ello se requiere

---

conocimientos básicos de programación para interpretar el código, sin embargo, propiamente la herramienta diseña códigos simples y sencillos para estos modelos, Google Colab guía al usuario en cada línea para la interpretación del ejercicio

---

**Evaluación de los modelos** Para la evaluación de los modelos (siguiente sección), se definieron las métricas convencionales para medir el grado de error o asertividad de los modelos propuestos. Para el ejercicio se procedió a calcular estas métricas versus la demanda real de las últimas 12 semanas (semanas pronosticadas por los modelos).

Las métricas de evaluación fueron:

- **BIAS:** Mide si el modelo tiende a sobreestimar o subestimar sistemáticamente la demanda. Un BIAS cercano a cero indica que no hay sesgo.
  - **MAD (Mean Absolute Deviation):** Es el promedio de los errores absolutos entre los valores reales y pronosticados. Mide la precisión general sin considerar la dirección del error.
  - **MSE (Mean Squared Error):** Es el promedio de los errores al cuadrado. Penaliza más fuertemente los errores grandes y es útil para modelos que deben minimizar grandes desviaciones.
  - **MAPE (Mean Absolute Percentage Error):** Es el error absoluto medio expresado como porcentaje. Permite comparar errores de modelos en distintas escalas de datos y facilita la interpretación.
-

**Evaluación**

En esta fase de modelado y evaluación, se compararon los pronósticos generados con los datos reales utilizando métricas como MAPE, MAD, MSE y BIAS. Los resultados mostraron que el modelo NN-MLP obtuvo la mayor precisión con un MAPE del 7,2 %, seguido por ARIMA con 8,3 %. En contraste, el modelo de Árbol Aleatorio presentó el peor desempeño, evidenciando altos errores y sesgo. Esto confirma que el uso de analítica avanzada mejora significativamente el asertividad del pronóstico. Sin embargo, al observar los resultados obtenidos de modelos de series temporales se puede considerar un buen resultado que puede ayudar a la toma de decisiones de la organización, siendo estos modelos más prácticos de utilizar y aplicar sin dejar aparte los métodos de analítica avanzada que puede ser apoyada por herramientas como Google Colab e IA para facilitar la implementación en compañías como pymes o compañías que carezcan de profesionales en áreas de la programación computacional.

**Tabla 6.**

*Fase 5 de evaluación*

---

**Resultados Obtenidos** Una vez ejecutados los pronósticos con los diferentes modelos propuestos, se procede a realizar la comparación de estos datos obtenidos versus los datos reales que se generaron por pedidos realizados a la empresa.

De esta manera, el método de validación es comparar con las métricas definidas cuales fueron los valores de asertividad de los modelos. A continuación, se muestran los valores obtenidos en cada uno de los modelos con las herramientas que se utilizaron.

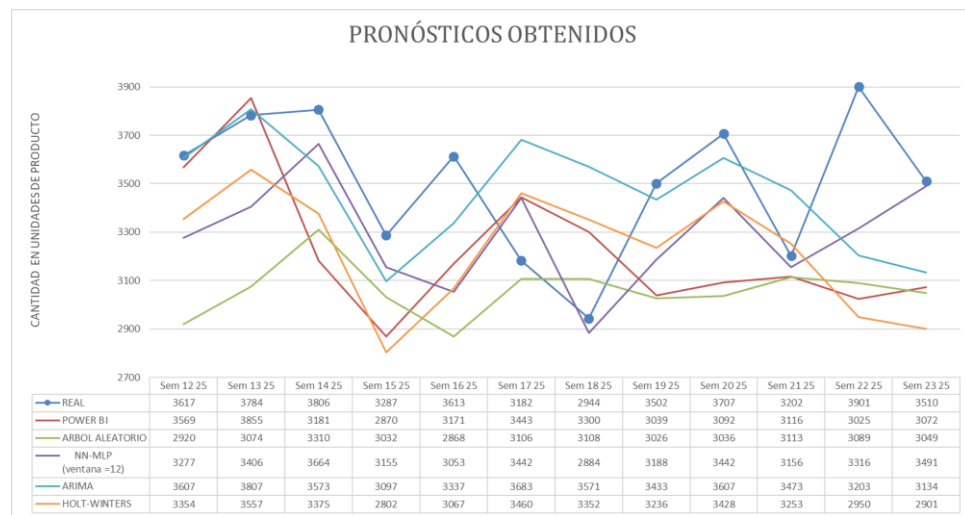
---

DATO	TIEMPO	VALOR REAL	POWER BI	ARBOL ALEATORIO	NN-MLP (ventana =12)	ARIMA	HOLT-WINTERS
1	Sem 12	3617	3569	2920	3277	3607	3354

---

OPTIMIZACION DE LAS CADENAS DE SUMINISTRO DE PYMES DE CONSUMO MASIVO DEL SECTOR ALIMENTICIO EN BOGOTÁ, COLOMBIA A TRAVÉS DE LA INTELIGENCIA DE NEGOCIOS Y EL ANÁLISIS PREDICTIVO PARA LA TOMA DE DECISIONES

<b>2</b>	Sem 13 25	3784	3855	3074	3406	3807	3557
<b>3</b>	Sem 14 25	3806	3181	3310	3664	3573	3375
<b>4</b>	Sem 15 25	3287	2870	3032	3155	3097	2802
<b>5</b>	Sem 16 25	3613	3171	2868	3053	3337	3067
<b>6</b>	Sem 17 25	3182	3443	3106	3442	3683	3460
<b>7</b>	Sem 18 25	2944	3300	3108	2884	3571	3352
<b>8</b>	Sem 19 25	3502	3039	3026	3188	3433	3236
<b>9</b>	Sem 20 25	3707	3092	3036	3442	3607	3428
<b>10</b>	Sem 21 25	3202	3116	3113	3156	3473	3253
<b>11</b>	Sem 22 25	3901	3025	3089	3316	3203	2950
<b>12</b>	Sem 23 25	3510	3072	3049	3491	3134	2901



**Evaluación de los modelos** Al evaluar los diferentes modelos de pronósticos de la demanda utilizados, se observan que el modelo de redes neuronales (analítica predictiva avanzada) obtuvo un error de pronóstico MAPE del 7.2% seguido del método ARIMA.

MÉTRICA	POWER BI	ARBOL ALEATORIO	NN-MLP (ventana =12)	ARIMA	HOLT-WINTERS
BIAS	276,8	443,65	215,05	43,96	276,5
MAD	391,5	470,91	258,37	281,08	399,5
MSE	210107,5	287013,56	99527,29	127279,99	209197,8
MAPE	11,0%	13,0%	7,2%	8,3%	11,3%

- **NN-MLP (Red Neuronal – Ventana=12)** es el modelo más preciso:
  - Tiene el **BIAS más bajo (215,05)** (cercano a cero), indicando un sesgo mínimo.
  - Presenta el **menor MAD (258,37)** y **MSE (99.527,29)**, lo cual significa menos errores absolutos y cuadrados.
  - Su **MAPE (7,2%)** es el más bajo, lo que muestra mejor capacidad para adaptarse a la escala de los datos y mayor precisión relativa.
- **ARIMA** también tiene buen desempeño:
  - Tiene el **BIAS más bajo (43,96)**, casi sin sesgo.
  - Sus valores de MAD y MSE son mayores que NN-MLP, pero menores que la mayoría de los otros modelos.
  - Su MAPE de **8,3%** es bastante competitivo.
- **Holt-Winters y Power BI** muestran resultados similares:
  - Ambos tienen **BIAS y MAD altos** (lo que indica tendencia a sobreestimar y errores absolutos más grandes).
  - El **MAPE de Holt-Winters (11,3%)** y de Power BI (11,0%) es aceptable, pero no sobresaliente.

- 
- **Árbol Aleatorio** es el **modelo menos preciso**:
    - Tiene el **BIAS, MAD y MSE más altos**, lo que indica errores significativos y sesgo considerable.
    - El **MAPE más alto (13,0%)** confirma que su desempeño es el más débil frente a los demás modelos.
- 

### **Implantación**

Esta es la última fase de la metodología CRISP-DM en la cual se busca transformar el conocimiento obtenido de los modelos y la evaluación de estos en acciones dentro de los procesos del negocio, en este caso el alcance solamente propone realizar un procedimiento o instructivo que sirve como base para que la organización pueda implementar en la empresa y que por medio de este se puedan seguir las instrucciones correspondiente para así proceder a realizar la aplicación de las técnicas de pronósticos de la demanda BI. A continuación, se describe el procedimiento.

#### ***Procedimiento para la estimación de la demanda con la aplicación de técnicas y herramientas de Business Intelligence (BI).***

A continuación, se describe un procedimiento que puede ser útil para la organización con el fin de colocar en uso las técnicas de pronóstico de la demanda que se propusieron en las etapas anteriores. Este procedimiento sirve como base fundamental para que el rol encargado al interior de la organización pueda tener el referente con el fin de guiar el análisis para la toma de decisiones.

#### **Tabla 7.**

##### *Procedimiento para la estimación de la demanda con la aplicación de técnicas BI*

---

Objetivo:	Realizar estimaciones de ventas precisas, aplicando técnicas de análisis estadístico y modelos de Business Intelligence (BI), según la naturaleza de los datos con el fin de asegurar la optimización de los errores de pronósticos para así reducir la pérdida de valor y/o capital retenido en inventarios de materiales.
Alcance:	Aplica a todos los productos o referencias cuya demanda deba ser estimada periódicamente para la planeación de producción y compras.

---

---

Paso 1: Recolección y Preparación de Datos	<p><b>1.1 Consolidación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Reunir los datos históricos de ventas de la referencia a estimar y por el periodo indicado (diario, semanal o mensual).</li><li>• Descargar la información de las fuentes de datos oficiales (ERP, hojas de cálculo, sistemas de ventas).</li></ul> <p><b>1.2 Validación y Limpieza:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Verificar coherencia temporal (fechas sin saltos o duplicados).</li><li>• Corregir registros vacíos o atípicos no justificados.</li><li>• Validar la unidad de medida (Kg, unidades, etc.).</li></ul> <p><b>1.3 Identificación de Novedades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar con el área comercial o de operaciones si hubo:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Campañas promocionales</li><li>○ Cambios de canal o precio</li><li>○ Lanzamientos o retiros</li></ul></li><li>• Documentar novedades al análisis.</li></ul> <p><b>1.4 Identificación y Tratamiento de Atípicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aplicar:<ul style="list-style-type: none"><li>○ <b>Z-Score:</b> valores cuya desviación estándar sea <math>&gt;3</math> o <math>&lt;-3</math>.</li><li>○ <b>Método de Tukey (IQR):</b> valores fuera del rango <math>Q1 - 1.5(IQR)</math> o <math>Q3 + 1.5(IQR)</math>.</li></ul></li><li>• Validar con el área de ventas si el valor típico tiene una causa real.</li><li>• Ajustar o mantener el valor con justificación.</li></ul>
Paso 2: Análisis Estadístico Inicial	<p><b>2.1 Evaluar Estacionariedad:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aplicar la prueba Dickey-Fuller Aumentado (ADF).</li><li>• Si el p-valor <math>&lt; 0.05</math>, la serie es estacionaria.</li><li>• Si p-valor <math>&gt; 0.05</math>, aplicar:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Diferenciación simple o estacional</li></ul></li></ul> <p><b>2.2 Identificación de Tendencia y Estacionalidad:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Graficar la serie temporal.</li><li>• Aplicar descomposición:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Aditiva: si los componentes se suman.</li><li>○ Multiplicativa: si los componentes se relacionan proporcionalmente.</li></ul></li><li>• Si se observa:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Tendencia positiva/negativa → aplicar modelos como Holt o ARIMA</li><li>○ Estacionalidad → aplicar Holt-Winters</li></ul></li></ul> <p><b>2.3 Evaluar Autocorrelación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizar los gráficos ACF y PACF para:</li></ul>

---

- Identificar rezagos significativos.
- Determinar los parámetros (p, q) de ARIMA.

Paso 3:  
 Aplicación de Modelos BI  
 para el Pronóstico

Según el nivel técnico y la herramienta disponible, aplicar el modelo correspondiente:

Modelo	Herramienta	Caso de uso principal
Holt-Winters	Excel	Series con tendencia y estacionalidad
ARIMA	R-Studio	Series estacionarias o diferenciadas
Suavización Exponencial Triple	Power BI	Visualización rápida con estacionalidad simple
Árbol Aleatorio	Google Colab	Datos con muchas variables independientes
Red Neuronal MLP (ventana=12)	Google Colab	Series complejas no lineales con mucha historia

Paso 4:  
 Evaluación del  
 Desempeño del Modelo

**4.1 Cálculo de Errores de Pronóstico:**

- BIAS
- MAPE
- MSE
- MAD

**4.2 Selección del Modelo Final:**

- Comparar los errores de cada modelo.
- Seleccionar el modelo con menor MAPE y MAD (prioridad).
- Validar interpretabilidad y facilidad de actualización.

**4.3 Generar Pronóstico:**

- Seleccionar el horizonte de pronóstico: 1, 2 o múltiples periodos.
- Ajustar parámetros según la herramienta.
- Registrar los valores pronosticados y exportar los resultados.

Paso 5:  
 Documentación y  
 Recomendaciones

**5.1 Informe Final:**

- Incluir:
  - Descripción de los datos usados
  - Tratamiento de atípicos
  - Análisis de estacionariedad y tendencia
  - Gráficas comparativas
  - Cuadro de errores por modelo
  - Modelo final seleccionado

**5.2 Recomendaciones Operativas:**

- Propuesta de plan de producción, abastecimiento o compras.
- Alertas sobre referencias inestables o atípicas.

**5.3 Frecuencia de Revisión:**

- Este análisis debe realizarse de acuerdo con la periodicidad definida (semanal o mensualmente) o previo a cada ciclo de planeación (PVO o S&OP).

**Técnicas de referencia aplicadas a la estimación de pronósticos de demanda como apoyo al procedimiento de planificación.**

A continuación, se expone un análisis detallado de cada una de las técnicas de pronóstico de la demanda implementadas, con el propósito de proporcionar un soporte metodológico y práctico para la estimación de la demanda con las técnicas empleadas anteriormente. Asimismo, se incluyen ejemplos, procedimientos y códigos empleados que permiten una fácil replicación. Estos recursos contribuyen a fortalecer las capacidades analíticas de la persona responsable del pronóstico, apoyando la toma de decisiones más informada y sustentada en el análisis realizado.

**Tabla 8.**

*Técnicas para la estimación de pronosticas de la demanda y sus respectivas herramientas.*

Modelo	Descripción
<b>Holt-Winters</b>	En el caso de esta técnica, se utiliza MS Excel, donde por medio de las fórmulas mencionadas anteriormente se formula el modelo y se le asignan los parámetros de alfa, beta y gamma optimizados con la reducción de los errores con el uso de Solver.

SEMANA	DEMANDA REAL	NIVEL Lt	TENDENCIA Tt	ESTACIONALIDAD St	PRONÓSTICO Ft
29/12/2022	3686	3048,36538	17,59023669	1,209172634	
5/01/2023	3217	3179,84101	21,63066217	0,958979354	2485,258617
12/01/2023	2440	3154,2373	19,95488127	0,800332772	2763,14382
19/01/2023	2802	3128,20976	18,32351894	0,926063058	3165,481502
26/01/2023	3187	3241,6016	21,69635064	0,938828445	2571,2188
2/02/2023	3252	3316,35618	23,57875015	0,953499721	2880,735632
9/02/2023	2939	3332,28986	23,30751851	0,886108578	2993,309877
16/02/2023	3003	3316,07063	21,90518878	0,929787433	3312,26452
23/02/2023	3034	3353,54114	22,45741511	0,896677903	2925,853783
2/03/2023	2623	3304,40664	19,91747744	0,836342546	3152,990758
9/03/2023	2798	3296,64955	18,93563926	0,864169541	2995,677092
16/03/2023	2794	3303,84483	18,51911494	0,851892652	2874,685463
23/03/2023	3573	3416,13257	21,84583774	1,001064073	2919,798612
30/03/2023	3790	3456,48139	22,50228656	1,085329523	3634,933156
6/04/2023	2650	3458,09904	21,76134127	0,776113056	2782,396839
13/04/2023	2510	3381,21631	18,26164747	0,800371967	3237,434751
20/04/2023	2888	3325,44811	15,63521661	0,916589756	3490,515299
27/04/2023	3144	3317,31108	14,79182496	0,962288661	3331,914656

ALPHA	0,1262
BETA	0,0355
GAMMA	0,6217
L	52

PRONÓSTICO	
BIAS	-46,20
MAD	341,0
MSE	186145,0
MAPE	10,65%

REAL HOLT-WINTERS	
BIAS	276,53
MAD	399,5
MSE	209197,8
MAPE	11,29%

**ARIMA** En el caso de la técnica ARIMA se utiliza R-Studio, el cual con el siguiente código se procede a realizar la estimación de 12 periodos. A continuación, se relaciona el código utilizado.

**# Instalar librerías**

```
if (!require("readxl")) install.packages("readxl")
if (!require("forecast")) install.packages("forecast")
if (!require("ggplot2")) install.packages("ggplot2")
if (!require("lubridate")) install.packages("lubridate")
```

**# Carga librerías**

```
library(readxl)
library(forecast)
library(ggplot2)
library(lubridate)
```

**# importar el archivo Excel en el que se encuentran los datos (históricos de la demanda)**

```
ruta_archivo <- "Archivoexcel.xlsx"
datos <- read_excel(ruta_archivo, sheet = "Base")
```

**# Asegurarse de que la fecha es un tipo de dato Date**

```
datos$FECHA <- as.Date(datos$FECHA)
```

**# Convertir en serie de tiempo semanal**

```
ts_data <- ts(datos$DEMANDA, frequency = 52, start =
c(year(min(datos$FECHA)), week(min(datos$FECHA))))
```

**# Ajustar modelo ARIMA automáticamente**

```
modelo <- auto.arima(ts_data)
```

**# Mostrar el resumen del modelo**

```
summary(modelo)
```

**# Pronosticar los próximos 12 períodos (se puede variar según la cantidad requerida)**

```
pronostico <- forecast(modelo, h = 12)
```

**# Graficar pronóstico**

```
autoplot(pronostico) +
  ggtitle("Pronóstico de Demanda - Modelo ARIMA") +
  xlab("Tiempo (semanas)") +
  ylab("Demanda")
```

**# exportar el pronóstico a Excel**

```
install.packages("openxlsx")
library(openxlsx)
resultado <- data.frame(  

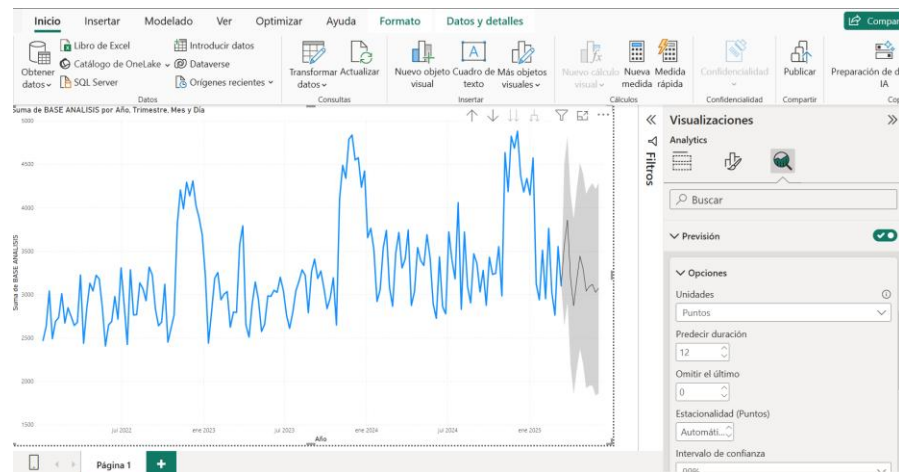
```

---

```
Periodo = time(pronostico$mean),  
Pronostico = as.numeric(pronostico$mean)  
)  
write.xlsx(resultado, "Pronostico_ARIMA_R.xlsx")
```

### Suavización Exponencial Triple – Power BI

En el caso de Power BI para pronosticar los 12 periodos se procede a importar la base de datos de excel y posteriormente a que se hayan graficado, simplemente se selecciona la opción analytics donde en la sección de previsión se puede seleccionar la cantidad de periodos a pronosticar y el nivel de confianza que se considere necesario, una vez definidos los parámetros se obtienen las cantidades pronosticadas.



### Árbol Aleatorio

En el caso de la técnica Árbol aleatorio se utiliza Google Colab, el cual con el siguiente código se procede a realizar la estimación de 12 periodos. A continuación, se relaciona el código utilizado.

#### # Paso 1: Instalar librerías

```
!pip install openpyxl scikit-learn pandas matplotlib seaborn
```

#### # Paso 2: Importar librerías

```
import pandas as pd  
import numpy as np  
import matplotlib.pyplot as plt  
from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor  
from datetime import timedelta  
from google.colab import files
```

#### # Paso 3: Cargar archivo excel

```
uploaded = files.upload()  
nombre_archivo = list(uploaded.keys())[0]  
df = pd.read_excel(nombre_archivo, sheet_name='Base')
```

**# Paso 4: Preparar variables**

```
df = df.sort_values("FECHA").reset_index(drop=True)
df["SEMANA"] = df["FECHA"].dt.isocalendar().week
df["AÑO"] = df["FECHA"].dt.year
df["TENDENCIA"] = range(len(df))
df["MES"] = df["FECHA"].dt.month
df["DICIEMBRE"] = (df["MES"] == 12).astype(int)
```

**# Variables de rezagos y promedio móvil**

```
df["LAG1"] = df["DEMANDA"].shift(1)
df["LAG2"] = df["DEMANDA"].shift(2)
df["LAG3"] = df["DEMANDA"].shift(3)
df["ROLLING_MEAN_4"] = df["DEMANDA"].rolling(window=4).mean()
```

**# Eliminar valores nulos**

```
df_ml = df.dropna().copy()
```

**# Paso 5: Definir variables predictoras y target**

```
X = df_ml[["LAG1", "LAG2", "LAG3", "SEMANA", "AÑO", "TENDENCIA",
"ROLLING_MEAN_4", "DICIEMBRE"]]
y = df_ml["DEMANDA"]
```

**# Paso 6: Entrenar modelo**

```
modelo_rf = RandomForestRegressor(n_estimators=100,
random_state=42)
modelo_rf.fit(X, y)
```

**# Paso 7: Pronosticar los siguientes 12 períodos**

```
ult_fila = df.iloc[-1:].copy()
predicciones = []
```

**# Definir los nombres de las variables independientes**

```
feature_names = ["LAG1", "LAG2", "LAG3", "SEMANA", "AÑO",
"TENDENCIA", "ROLLING_MEAN_4", "DICIEMBRE"]
```

```
for i in range(12):
```

```
    nueva_fecha = ult_fila["FECHA"].values[0] + np.timedelta64(7, 'D')
    semana = pd.to_datetime(nueva_fecha).isocalendar().week
    año = pd.to_datetime(nueva_fecha).year
    mes = pd.to_datetime(nueva_fecha).month
    diciembre = 1 if mes == 12 else 0
    tendencia = len(df) + i
```

**# Crear fila con variables para predicción**

```
nueva_fila_data = {
```

---

```
"LAG1": ult_fila["DEMANDA"].values[0],  
"LAG2": ult_fila["LAG1"].values[0],  
"LAG3": ult_fila["LAG2"].values[0],  
"ROLLING_MEAN_4": np.mean([ult_fila["DEMANDA"].values[0],  
                             ult_fila["LAG1"].values[0],  
                             ult_fila["LAG2"].values[0],  
                             ult_fila["LAG3"].values[0]]),  
"SEMANA": semana,  
"AÑO": año,  
"TENDENCIA": tendencia,  
"DICIEMBRE": diciembre  
}
```

**# Crear un DataFrame y establecer explícitamente el orden de las columnas**

```
X_new = pd.DataFrame([nueva_fila_data], columns=feature_names)  
y_pred = modelo_rf.predict(X_new)[0]
```

**# Guardar predicción**

```
predicciones.append((nueva_fecha, y_pred))
```

**# Actualizar fila base para la próxima iteración**

**# asegurar 'DEMANDA' que este en la DataFrame creada**

```
ult_fila = pd.DataFrame({  
    "FECHA": [nueva_fecha],  
    "DEMANDA": [y_pred],  
    "LAG1": [nueva_fila_data["LAG1"]],  
    "LAG2": [nueva_fila_data["LAG2"]],  
    "LAG3": [nueva_fila_data["LAG3"]]  
})
```

**# Paso 8: Unir resultados y graficar**

```
df_pred = pd.DataFrame(predicciones, columns=["FECHA",  
"PRONOSTICO"])  
# Make sure df_pred["FECHA"] is datetime type for merging and plotting  
df_pred["FECHA"] = pd.to_datetime(df_pred["FECHA"])  
df_final = pd.merge(df, df_pred, on="FECHA", how="outer")
```

**# Gráfico**

```
plt.figure(figsize=(14, 6))  
plt.plot(df["FECHA"], df["DEMANDA"], label="Demanda Real")  
plt.plot(df_pred["FECHA"], df_pred["PRONOSTICO"], label="Pronóstico  
Random Forest", color="orange")  
plt.title("Pronóstico de Demanda (Random Forest + Variables  
Estacionales)")
```

---

---

```
plt.xlabel("Fecha")
plt.ylabel("Demanda")
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()
```

**# Paso 9: Exportar resultados a Excel**

```
df_final.to_excel("Pronostico_RF_12_semanas_estacional.xlsx",
index=False)
files.download("Pronostico_RF_12_semanas_estacional.xlsx")
```

---

**Red  
Neuronal  
MLP  
(ventana=12)**

En el caso de la técnica Redes neuronales-MLP se utiliza Google Colab, el cual con el siguiente código se procede a realizar la estimación de 12 periodos. A continuación, se relaciona el código utilizado.

**# Paso 1: Instalar librería**

```
!pip install -q openpyxl matplotlib
```

**# Paso 2: Importar librerías**

```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense
from sklearn.metrics import mean_squared_error
from google.colab import files
```

**# Paso 3: Cargar archivo Excel**

```
uploaded = files.upload() # Sube tu archivo desde tu equipo
```

**# Paso 4: Leer la base de datos (ajusta el nombre si es diferente)**

```
archivo = list(uploaded.keys())[0] # toma automáticamente el archivo subido
df = pd.read_excel(archivo)
df.columns = df.columns.str.upper()
```

**# Paso 5: Preprocesamiento**

```
df["FECHA"] = pd.to_datetime(df["FECHA"])
df = df.sort_values("FECHA")
```

**# Cambiar 'BASE ANALISIS' a 'DEMANDA' para seleccionar la columna correcta**

```
serie = df["DEMANDA"].values.reshape(-1, 1)
```

**# Normalizar datos**

```
scaler = MinMaxScaler()
```

---

```
serie_normalizada = scaler.fit_transform(serie)
```

#### **# Paso 6: Crear ventanas de entrenamiento**

```
def crear_datos(datos, ventana):  
    X, y = [], []  
    for i in range(len(datos) - ventana):  
        X.append(datos[i:i+ventana])  
        y.append(datos[i+ventana])  
    return np.array(X), np.array(y)
```

```
ventana = 12 # semanas pasadas para predecir la siguiente  
X, y = crear_datos(serie_normalizada, ventana)
```

#### **# Convertir a forma compatible con Keras**

```
X = X.reshape((X.shape[0], X.shape[1]))
```

#### **# Paso 7: Crear modelo MLP**

```
modelo = Sequential()  
modelo.add(Dense(64, activation='relu', input_shape=(ventana,)))  
modelo.add(Dense(32, activation='relu'))  
modelo.add(Dense(1))  
modelo.compile(optimizer='adam', loss='mse')  
modelo.fit(X, y, epochs=200, verbose=0)
```

#### **# Paso 8: Hacer predicción de los próximos 12 periodos**

```
entrada = serie_normalizada[-ventana:].reshape(1, ventana)  
predicciones = []
```

```
for _ in range(12):  
    pred = modelo.predict(entrada, verbose=0)  
    predicciones.append(pred[0][0])  
    entrada = np.append(entrada[:, 1:], [[pred[0][0]]], axis=1)
```

#### **# Desescalar**

```
pronostico = scaler.inverse_transform(np.array(predicciones).reshape(-1,  
1)).flatten()
```

#### **# Paso 9: Crear fechas futuras**

```
fechas_pred = pd.date_range(start=df["FECHA"].iloc[-1] +  
pd.Timedelta(weeks=1), periods=12, freq='W')  
resultado = pd.DataFrame({"FECHA": fechas_pred, "PRONOSTICO_NN":  
pronostico})
```

#### **# Paso 10: Visualizar**

```
plt.figure(figsize=(10, 4))
```

---

**# Cambiar 'BASE ANALISIS' a 'DEMANDA' para la visualización**

```
plt.plot(df["FECHA"], df["DEMANDA"], label="Histórico")
plt.plot(resultado["FECHA"], resultado["PRONOSTICO_NN"],
label="Pronóstico (NN)", linestyle="--", marker='o')
plt.title("Pronóstico con Red Neuronal")
plt.xlabel("Fecha")
plt.ylabel("Valor")
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.show()
```

**# Paso 11: Guardar archivo Excel y descargar**

```
resultado.to_excel("Pronostico_RedNeuronal.xlsx", index=False)
files.download("Pronostico_RedNeuronal.xlsx")
```

---

## **10. Propuesta de solución a la problemática**

### **1. Situación actual**

Como se ha visto, las Pymes del sector alimenticio en Colombia enfrentan un entorno de alta incertidumbre que se caracteriza por demandas cambiantes, presión por las pocas barreras de entrada a la competencia, restricciones presupuestales y una limitada integración y apropiación tecnológica. Dichas condiciones dificultan la toma de decisiones ágiles e informadas, de manera particular, en la gestión de la cadena de suministro. La evidencia empírica muestra que muchas pymes aún dependen de procesos manuales y de herramientas básicas como hojas de cálculo, lo cual limita su capacidad para pronosticar la demanda, controlar el inventario, evaluar desempeño y responder con mayor oportunidad a variaciones del mercado (Calatayud & Katz, 2019) y (Martucci & Miguel, 2024).

Con el trabajo realizado en esta investigación, se identificó que más del 70% de las pymes encuestadas no utilizan herramientas avanzadas de Inteligencia de Negocios, y se encontró que entre las que, si lo hacen, el 85% presenta un uso restringido a la visualización de datos sin capacidades analíticas o predictivas. La falta de madurez y apropiación tecnológica, especialmente en cuando a analítica de datos, impide sacar el mejor provecho a datos históricos, lo que afecta negativamente la eficiencia logística, el control de costos y la precisión en el abastecimiento (Villagra, Del Do, & Pandolfi, 2023). Lo anterior muestra la existencia de una brecha en la gestión de datos como recurso estratégico, especialmente en un sector donde los márgenes operativos son reducidos y la volatilidad de la demanda puede comprometer la estabilidad financiera de las organizaciones.

## 2. Oportunidades

Diversos estudios han demostrado que la adopción de BI puede ser un catalizador para transformar la eficiencia operativa de las empresas, particularmente las pymes. Según Han, Xian L., & Wand (2024), la implementación de soluciones de BI mejora la competitividad de las empresas al reducir asimetrías en la gestión de información, incrementar la visibilidad sobre procesos clave y permitir la simulación de escenarios con incertidumbre. Asimismo, organizaciones como la OCDE (2019) y el BID (2023) han identificado que el uso de analítica predictiva permite a las pymes optimizar sus operaciones, mejorar la resiliencia ante caídas en los mercados y acelerar la digitalización.

Los hallazgos del presente estudio evidencian una correlación positiva entre el nivel de capacitación en BI y la mejora en la precisión de pronósticos, nivel de capacitación y reducción de desperdicios, y nivel de capacitación y optimización del inventario. Se observa, además, que en el caso de BI aplicado al pronóstico de la demanda con enfoque CRISP-DM, el modelo predictivo implementado bajo redes neuronales multicapa (NN-MLP) alcanzó un MAPE de 7,2%, lo cual se traduce en una mejora significativa frente a métodos tradicionales como ARIMA o suavización exponencial (Risco, y otros, 2023). Esta métrica representa una oportunidad concreta para rediseñar procesos de planificación y abastecimiento con un enfoque orientado a datos.

Además, se identificó que la integración de herramientas como Power BI o Google Colab no solo es técnicamente viable, sino que también ofrece un bajo costo de adopción, lo que las convierte en soluciones accesibles y escalables para el segmento pyme (Panchal, Clegg, Eslamian, Masi, & Collis, 2024) Estas herramientas permiten combinar datos estructurados y no estructurados, construir modelos adaptativos y fomentar entornos colaborativos en tiempo real.

### **3. Propuesta de solución al problema planteado**

Se propone un modelo técnico de adopción escalonada de BI en el que las pymes del sector de alimentos puedan realizar análisis predictivo. Esta propuesta se fundamenta en marcos conceptuales contemporáneos como el Business Analytics Capability Maturity Model (BACMM) y el CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining), ampliamente utilizados en implementaciones industriales (Schröer, Kruse, & Gómez, 2021). La propuesta integra dimensiones técnicas, organizacionales y humanas para garantizar una adopción sostenible y orientada a resultados tangibles.

#### **3.1 Diagnóstico de madurez**

Utilizando el BACMM, la empresa debe realizar una evaluación del estado actual de madurez digital en dimensiones como la calidad de los datos, la cultura analítica, la infraestructura tecnológica y nivel de habilidades del personal. Este diagnóstico permite clasificar a la organización en niveles de madurez (descriptiva, diagnóstica, predictiva o prescriptiva) y, con ello, diseñar una ruta de trabajo progresiva (Davenport T. H., 2017). Para la aplicación del diagnóstico, se pueden emplear técnicas como entrevistas, auditorías de procesos y revisión documental, con el fin de establecer una línea base de capacidades analíticas.

#### **3.2 Arquitectura de datos y definición de KPIs**

Se recomienda la integración de fuentes heterogéneas de datos (ERP, CRM, hojas de cálculo, sensores IoT, en caso de aplicar) en un repositorio centralizado o data mart especializado. Esta arquitectura debe ser flexible y escalable. Luego, se deben definir KPIs clave para ítems como rotación de inventarios, nivel de servicio (OTIF), eficiencia logística, exactitud de pronósticos y tasa de productos no conformes, siguiendo metodologías como SCOR v13.0 (APICS, 2022). La

construcción de KPIs debe ser colaborativa e iterativa, además, debe estar alineada con los objetivos estratégicos de cada organización.

### 3.3 Implementación de herramientas BI de bajo costo

Se recomienda a la empresa iniciar con herramientas como Power BI y Google Data Studio para visualización y reportería de datos. Se recomiendan, pues estas plataformas permiten crear dashboards interactivos, mapas de calor, filtros jerárquicos y análisis comparativo por segmentos, entre otras funcionalidades. Para analítica avanzada, se recomienda el uso de Google Colab con librerías como Scikit-Learn, Prophet, y Keras, que permiten entrenar modelos de predicción de demanda usando machine learning (Ribeiro, 2020). Estas herramientas también permiten la automatización de tareas rutinarias y la integración continua de modelos en entornos de producción.

### 3.4 Desarrollo de modelos predictivos y evaluación de desempeño

A partir de datos históricos, la empresa puede entrenar modelos como ARIMA, modelos autoregresivos con regresores externos (ARIMAX) o redes neuronales (MLP, LSTM). La elección del modelo depende del volumen, estacionalidad y nivel de detalle de los datos disponibles. Estos modelos pueden evaluarse con métricas como MAPE, MAD, MSE y BIAS. Su integración en dashboards permite apoyar decisiones de producción, compras y logística de forma continua, generando alertas, recomendaciones y escenarios simulados (Warke, Kumar, Bongale , & Kotecha, 2021). Además, se propone la creación y establecimiento de un protocolo de revisión periódica del rendimiento del modelo, así como mecanismos de retroalimentación al interior de la compañía.

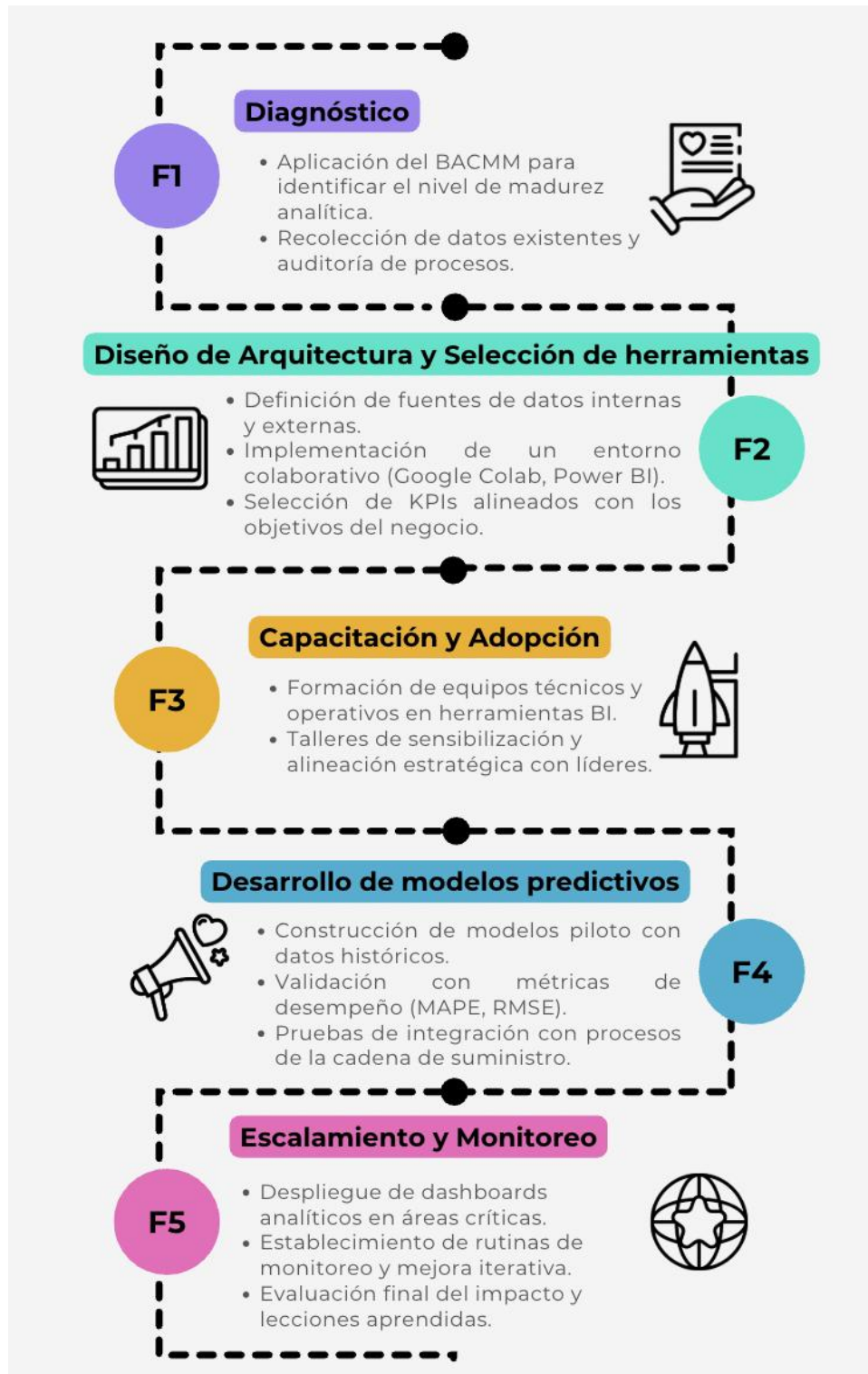
### 3.5 Gestión del cambio y capacitación técnica

Se recomienda a la pyme estructurar un plan de formación por niveles, comenzando con lo básico (navegación en dashboards), pasando por lo intermedio (visualización y análisis de KPIs) hasta llegar al nivel avanzado (construcción e interpretación de modelos predictivos). La formación debe estar orientada a roles (analistas, jefes operativos, gerentes) y debe complementarse con material práctico, ejercicios de simulación y mentorías internas. El éxito de esta fase depende de la generación de una cultura organizacional centrada en datos, impulsada por el liderazgo, reconocida por incentivos y sostenida por comunidades de práctica (Martucci & Miguel, 2024).

### 3.6 Plan de Implementación por fases

#### **Ilustración 16**

*Implementación por Fases*



#### 4. Resultados esperados

La implementación de esta propuesta de adopción de herramientas de BI y análisis predictivo en pymes promete transformar las capacidades operativas, estratégicas y financieras. Esta transformación se sustenta en evidencia empírica y casos de estudio, así como en literatura reciente sobre analítica aplicada a cadenas de suministro.,

### **Beneficios operativos y estratégicos**

Se estiman mejoras cuantificables en múltiples dimensiones de la cadena de suministro, por ejemplo, la reducción del error de pronóstico. Esto permite ajustar con mayor precisión los calendarios de producción y planes de abastecimiento, incidiendo directamente en menores pérdidas por desabastecimiento o exceso de inventario ( Warke, Kumar, Bongale , & Kotecha, 2021). Así mismo, se esperan disminuciones de sobre stock y mejora en la rotación de inventarios, situación que reduce los costos de almacenamiento, que representan entre el 20% y el 35% del costo logístico total en una pyme del sector alimentos (APICS, 2022).

También se estima una reducción en productos no conformes y que este tenga impactos directos sobre la calidad percibida del producto y en los índices de satisfacción del cliente, mejorando los indicadores de niveles de servicio y una gestión más proactiva.

### **Impactos financieros**

Desde una perspectiva financiera, adoptar modelos de BI pueden mejorar el Retorno sobre la Inversión. Estimaciones basadas en estudios del BID (2023) sugieren que, por cada peso invertido en analítica predictiva, una pyme puede recuperar entre 2,5 y 3,5 pesos y mejorar ingresos. Además, digitalizar los procesos ayuda a disminuir la dependencia de consultorías internas, reduce los errores humanos y optimiza el flujo de caja al mejorar la precisión en los ciclos de aprovisionamiento (Panchal, Clegg, Eslamian, Masi, & Collis, 2024).

### **Riesgos de no implementación**

Contrastando con lo anterior, el no adoptar herramientas de BI expone a las pymes de mercado, donde destacan:

- Pérdida de competitividad frente a empresas con mayor adopción tecnológica
- Decisiones basadas en intuición, lo que deriva en sobrecostos, desperdicios o pérdida de clientes.
- Baja capacidad de respuesta ante variaciones del mercado, afectaciones logísticas o escasez de materias primas
- Desaprovechamiento de los datos

Además, la brecha digital tiende a ampliarse si no se actúa de manera proactiva. Según la OCDRE (2019), las pymes que no adoptan tecnologías digitales antes de 2030 pueden enfrentar pérdidas en la participación del mercado y se exponen a perder oportunidades de financiamiento.

### **Aplicaciones futuras y escalabilidad**

Lo propuesto no solo mejora la gestión operativa inmediata, sino que también abre el camino a desarrollos futuros como: Integración con sistemas de trazabilidad alimentaria, modelos prescriptivos para optimizar las rutas de distribución y entrega, sistemas de alerta y notificación para variabilidad de precios, expansión hacia mejores prácticas y más sostenibles (por ejemplo, mediciones de huella de carbono por unidad entregada).

Dichas aplicaciones ayudan a fortalecer la competitividad del sector y facilitan su inclusión en mercados más exigentes o con mayores regulaciones, tanto nacionales como internacionales.

Implementar esta propuesta no solo representa una oportunidad técnica, sino también una estrategia de modernización y sostenibilidad organizacional en el mediano y largo plazo para las pymes y para el sector.

Finalmente, se resalta que la adopción progresiva y técnica de herramientas de BI y análisis predictivo son una solución viable y transformadora de la cadena de suministro en el sector alimenticio colombiano. La propuesta integra componentes tecnológicos, organizacionales y de capacitación que responden a la complejidad del entorno y las limitaciones de este tipo de empresas. Además, alinea buenas prácticas internacionales de analítica y transformación digital, ofreciendo un enfoque práctico y adaptable. Con esta integración se espera el fortalecimiento de la eficiencia, la capacidad de respuesta y adaptabilidad de las pymes a los desafíos que plantea la competencia y la evolución de los hábitos de consumo. Finalmente, la implementación de estos casos contribuye a cerrar la brecha digital, reducir asimetrías de información y fomentar la toma de decisiones basada en evidencia en un segmento clave para la generación de empleo en el país.

## 11. Discusión

Los hallazgos obtenidos en esta investigación permiten discutir con mayor profundidad el papel que juega la inteligencia de negocios (BI) como una estrategia facilitadora para la toma de decisiones en los procesos clave de la de la cadena de abastecimiento de las pymes colombianas del sector alimenticio.

Es importante mencionar que en el ejercicio se presentaron dificultades con la aplicación del instrumento, principalmente en la participación de la población mínima requerida identificada en la muestra, en este caso no fue posible acceder a grandes bases de contactos de empresas del sector y la consecución de participantes se logró mediante referidos, compartiendo la encuesta en grupos de redes sociales y buscando prospectos en portales como *Linkedin*.

El análisis de correlaciones evidenció que las empresas con mayor antigüedad y tamaño presentan una tendencia más elevada a adoptar herramientas de BI. Este hallazgo sugiere una relación entre la madurez organizacional y la capacidad para absorber tecnologías analíticas, lo cual plantea un desafío evidente para las empresas emergentes o pequeñas las cuales suelen enfrentar obstáculos significativos tanto técnicos como de gestión a la hora de implementar herramientas tecnológicas.

Un hallazgo de alta relevancia es el impacto positivo y estadísticamente significativo de la capacitación en BI sobre la precisión de los pronósticos para la optimización de inventarios. Empresas con personal capacitado en un nivel básico o intermedio presentaron mejoras sustanciales en estos dos indicadores, lo que refuerza la idea de que el desarrollo de competencias técnicas, aun sin un dominio experto, es un paso efectivo hacia una gestión más racional y proactiva de la planeación de la demanda.

En este contexto, el diseño y validación de un modelo referencial de BI basado en la metodología CRISP-DM fue clave para demostrar que es posible estructurar un proceso analítico riguroso y replicable que transforme datos históricos en información estratégica para tomar decisiones que optimicen los procesos de la empresa. La aplicación práctica del modelo, mediante el caso de estudio de una empresa láctea, permitió evaluar diferentes enfoques de pronóstico, incluyendo modelos estadísticos tradicionales, soluciones de software comercial y técnicas de aprendizaje automático y compararlos con métricas cuantitativas como MAPE, MAD, MSE y BIAS para identificar las técnicas con mayor asertividad que podrían convenir a la compañía.

Los resultados revelaron una superioridad de los modelos basados en analítica avanzada, en particular las redes neuronales MLP, las cuales alcanzaron una precisión destacada (MAPE de 7,2 %), validando su utilidad para anticipar patrones complejos de comportamiento de la demanda. Esta evidencia empírica refuerza el valor de integrar tecnologías emergentes en las pymes, siempre y cuando se acompañe de estrategias de formación, simplificación de herramientas y desarrollo de cultura organizacional orientada a los datos y que, además, puede no representar requerirle a las empresas altos niveles de experticia para su aplicabilidad.

En suma, los hallazgos presentados no solo validan la hipótesis central del estudio, sino que también delimitan rutas claras para su aplicación práctica, sus limitaciones actuales y oportunidades para futuras investigaciones. Esto permite concluir que BI no debe concebirse como una herramienta exclusiva para grandes corporaciones, sino como una palanca de competitividad accesible y necesaria para el desarrollo sostenible de las pymes en sectores estratégicos como el alimenticio.

## 12. Conclusiones

Con respecto al objetivo específico 2 y con base en el análisis de correlaciones, se identificó que las empresas con más antigüedad y de mayor tamaño presentan una mayor propensión a adoptar herramientas de BI. Esto podría explicarse por su mayor madurez organizacional, experiencia en el mercado y capacidad económica para invertir en tecnología. Sin embargo, también plantea un reto para las empresas más jóvenes o pequeñas, que pueden quedar rezagadas si no se diseñan estrategias de acceso a estas herramientas de BI.

Con base en los análisis de correlación realizados en esta investigación, se concluye que la capacitación de BI tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo en dos aspectos fundamentales de la gestión de la cadena de suministro en las pymes del sector alimenticio: la precisión de los pronósticos de demanda y la optimización de inventarios. Específicamente, se observó que las empresas con personal que cuenta con capacitación básica (uso intermedio) en BI tienden a reportar impactos significativamente positivos en la mejora de sus pronósticos ( $Tau-b = 0.234$ ;  $p = 0.00610$ ) y en la eficiencia del manejo de inventarios ( $Tau-b = 0.278$ ;  $p = 0.02544$ ). Esto sugiere que el fortalecimiento de las competencias técnicas en estas herramientas facilita una mejor planificación, permite anticiparse a la demanda con mayor precisión y contribuye al uso más racional de los recursos disponibles. Esto da cumplimiento al segundo objetivo específico, al demostrar que el fortalecimiento de las competencias técnicas en herramientas BI mejora la planificación y permite anticiparse a la demanda con mayor precisión.

En contraste, las correlaciones entre la capacitación en BI y la agilización de los procesos logísticos, así como la satisfacción del cliente final, si bien muestran una tendencia levemente positiva, no fueron estadísticamente significativas ( $Tau-b = 0.169$  y  $0.166$ ). Si bien los resultados apuntan a que existe cierta percepción de mejora entre quienes poseen una formación básica, los

datos disponibles no permiten establecer una relación concluyente. Asimismo, la baja presencia de participantes con un nivel avanzado de capacitación limita la posibilidad de evaluar el impacto de una formación especializada en estas dos variables.

En conjunto, estos hallazgos respaldan la hipótesis de que implementación y capacitación en BI es un factor relevante para la mejora de procesos internos en la cadena de suministro, específicamente en la precisión de los pronósticos de demanda y la optimización de inventarios. Asimismo, revelan que otras áreas como la agilización de procesos logísticos y la satisfacción del cliente final podrían beneficiarse de una integración más profunda de estas herramientas, pero requieren estudios adicionales para confirmar su impacto. Por tanto, se reafirma la importancia de promover la implementación y capacitación de BI como una estrategia de valor para fortalecer la toma de decisiones basadas en datos en las pymes del sector alimenticio.

Por tanto, se reafirma la importancia de promover la implementación y capacitación en BI como una estrategia de valor que fortalezca la toma de decisiones basadas en datos, particularmente en las pymes del sector alimenticio, esto va alineado con los objetivos específicos 1 y 2.

También se pudo identificar que las empresas con mayor trayectoria o tamaño muestran una mayor disposición y capacidad para implementar tecnologías de analítica de datos. Esta tendencia refleja la madurez organizacional y mayor disponibilidad de recursos, no solo económicos, aunque también insiste en la necesidad de diseñar estrategias diferenciadas para empresas jóvenes o de menor escala, a fin de evitar mayores brechas de apropiación en el sector.

Por medio de la metodología CRISP-DM y el caso práctico aplicado se permitió diseñar y analizar un escenario referencial fundamentado en inteligencia de negocios (BI), orientado a realizar la estimación de los pronósticos de demanda en empresas del sector alimentario, se logró

estructurar un proceso integral que transformó datos históricos de producción en herramientas analíticas útiles y confiables el cual no solo facilitó una mejor comprensión del comportamiento de la demanda, sino que también permite respaldar decisiones estratégicas clave dentro de la cadena de suministro al evaluar los resultados de los errores de pronósticos obtenidos.

A partir del análisis de los datos históricos de la programación de la producción de una empresa láctea como caso de referencia, fue posible construir y evaluar cinco modelos distintos de pronóstico de la demanda: Holt-Winters, ARIMA, Power BI (suavización exponencial triple), Árbol Aleatorio y Redes Neuronales MLP. Estos modelos se desarrollaron utilizando herramientas con diferentes softwares, lo que permitió obtener estimaciones diferentes para realizar los respectivos análisis versus el comportamiento real para que mediante el uso de métricas de errores de pronóstico como los son MAPE, MAD, MSE y BIAS, se logrará comparar el desempeño, destacando el potencial de los enfoques basados en analítica avanzada. En particular, el modelo MLP alcanzó el mayor nivel de precisión, con un MAPE de 7,2 %, lo cual evidencia su capacidad para anticipar de forma más certera los comportamientos de la demanda.

Ahora bien, con respecto a recomendaciones de política empresarial, se insiste en la necesidad de priorizar la inversión en formación y capacitación en BI, en los diferentes niveles. Esto puede fomentarse desde las Cámaras de Comercio en alianza con las universidades y diferentes plataformas de formación en línea.

Así mismo, es necesario que las pymes creen políticas internas de gestión de datos, pues se requiere formalizar los procesos de captura, almacenamiento, calidad y uso de los datos. Con una adecuada gobernanza de datos se permitirá mejorar la trazabilidad, seguridad y valor estratégico de la información de la organización.

Por otro lado, es valioso que las pymes se vinculen activamente a iniciativas públicas de digitalización, como las promovidas por MinTIC o Colombia Productiva que ofrecen cofinanciación, asesoría técnica y acceso a tecnologías emergentes.

Con lo anterior, también se recomienda que cada empresa construya su propia hoja de ruta de transformación digital, donde se contemple, además, una evaluación periódica de sus capacidades y se priorice el uso de aquellas tecnologías escalables que ofrezcan mayor impacto y generen menor resistencia de apropiación en la organización.

### **13. Trabajo futuro**

Esta investigación permitió identificar el impacto de la inteligencia de negocios en la optimización de las cadenas de suministro de pymes de consumo masivo del sector alimenticio en Colombia, identificando áreas de mejora. A partir de estos hallazgos se identifican diversas líneas de trabajo futuro u oportunidades que podrían contribuir o enriquecer el conocimiento de esta investigación.

En primer lugar, uno de los principales retos identificados es la falta de capacitación en herramientas de BI y analítica. Por tanto, un punto de trabajo futuro es el diseño e implementación de programas de formación técnica para pymes, enfocados en el uso estratégico de BI, visualización de datos, pronósticos de demanda y gestión de inventarios. Esta capacitación debe estar dirigida a todos los miembros de las empresas, desde los perfiles técnicos, hasta directivos, fomentando así, una cultura de toma de decisiones basada en datos en todos los niveles de la organización. Estos programas deben contemplar contenidos prácticos sobre visualización de datos, integración de fuentes de información, construcción de tableros de control y modelado predictivo, alineados con las necesidades reales de las pymes.

Además de la formación técnica, también es importante fortalecer la cultura organizacional basada en datos. El estudio reveló que muchas empresas aún toman decisiones fundamentadas en la experiencia o en procesos no estructurados, lo que limita su capacidad para adaptarse a entornos cambiantes. Promover una cultura que valore el uso de los datos en la toma de decisiones. Asimismo, la implementación de dashboards interactivos que faciliten la visualización de KPIs clave para todos los niveles jerárquicos podría incentivar a los equipos a incorporar los datos en su día a día, facilitando así la transición hacia el uso de los datos.

Así mismo, se propone como trabajo futuro establecer alianzas con instituciones universitarias, entidades gubernamentales, y proveedores tecnológicos, con el propósito de crear laboratorios de innovación en inteligencia de negocios para pymes. Estos espacios permitirían a las empresas acceder a tecnologías, modelos de pronóstico y servicios de asesoría técnica, además de facilitar procesos de pilotaje y validación de herramientas de BI en condiciones reales de operación. De esta forma, se podrían superar barreras estructurales como el desconocimiento, los altos costos de adopción o la resistencia al cambio.

Otra área de oportunidad clave es el desarrollo de soluciones de BI accesibles y escalables. Se identificó que la mayoría de las pymes encuestadas carecen de los recursos financieros y técnicos para implementar soluciones de BI complejas, lo que crea una brecha significativa frente a las empresas más grandes. Para cerrar esta brecha, se pueden crear soluciones de bajo costo y fácil implementación, como herramientas basadas en la nube, se recomiendan Amazon Web Service - AWS y Microsoft Azure. Además, fomentar el uso de herramientas gratuitas o de código abierto, adaptadas a las necesidades del sector alimenticio, podría reducir las barreras de entrada y permitir a más empresas beneficiarse de estas tecnologías. El impacto esperado de estas medidas sería una mayor adopción de BI, lo que se traduciría en una mejora en la eficiencia operativa y la competitividad de las pymes.

Otro punto importante es la integración de tecnologías emergentes, como la IA y el machine learning. El estudio destacó el potencial de estas tecnologías para mejorar la precisión de los pronósticos de demanda, pero su implementación aún es limitada en las pymes debido a la falta de experiencia y recursos. Explorar la integración de IA en herramientas de BI para automatizar procesos como la planificación de inventarios y la detección de patrones de demanda podría ser un paso importante. Plataformas como Google Colab, que permiten ejecutar algoritmos

avanzados sin necesidad de infraestructura costosa, podrían ser una solución viable para las pymes.

Por otro lado, para futuras investigaciones se plantea realizar estudios enfocados en madurez digital y desempeño organizacional, particularmente en sectores como el alimenticio, donde la tecnología aún no ha sido plenamente adoptada. Sería pertinente realizar estudios comparativos entre diferentes regiones del país o entre diferentes sectores productivos, lo cual permitiría identificar patrones comunes y variables contextuales que facilitan o dificultan la implementación de BI y analítica en las pymes. Otra línea de investigación derivada podría ser la comparación entre pymes y grandes empresas, lo que permitiría analizar las diferencias en capacidades tecnológicas, recursos y resultados obtenidos a partir del uso de inteligencia de negocios.

Por último, se sugiere realizar una implementación del modelo de BI propuesto en esta investigación, a fin de medir en el tiempo los cambios en indicadores clave como niveles de inventario, precisión de pronósticos y satisfacción del cliente. Este ejercicio permitiría validar empíricamente el modelo planteado, generar aprendizajes prácticos, y ofrecer una guía clara de adopción escalonada que otras pymes podrían replicar.

#### 14. Referencias

- Aguilar, M., Rosas, M., & Romero, J. (2023). Design and management of supply networks in retail companies: A bibliometrics review. *Uncertain Supply Chain Management*, 11(4), 1397-1404. doi:DOI:10.5267/j.uscm.2023.8.007
- Aiken. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 131-142.
- APICS. (2016). *APICS Dictionary* (16th ed. ed.). APICS.
- APICS. (2022). *Supply Chain Operations Reference Model (SCOR) 13.0*. Association for Supply Chain Management (ASCM).
- Arias, J., Briceño, W., & Nuñez, M. (2007). Estrategias de Tecnologías de Información aplicables a la cadena de abastecimiento de las PYMES del sector de elaboración de productos alimenticios y bebidas en el Área Metropolitana de Bucaramanga. *Revista Colombiana de Marketing*, 6(8), 19-37.
- Asociación Nacional de Empresarios de Colombia, ANDI. (13 de Octubre de 2024). *Cámaras Sectoriales*. Obtenido de Industria de Alimentos:  
<https://www.andi.com.co/Home/Camara/16-industria-de-alimentos>
- Bennett , N., & Lemoine, J. (2014). What a difference a word makes: Understanding threats to performance in a VUCA world. *Business Horizons*, 311-317.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2014.01.001>
- BID. (Septiembre de 2023). Prioridades para la digitalización empresarial en América Latina y el Caribe. *Banco Interamericano de Desarrollo (BID)*. Obtenido de  
<https://publications.iadb.org/es/prioridades-para-la-digitalizacion-empresarial-en-america-latina-y-el-caribe>

Calatayud, A., & Katz, R. (2019). *Cadena de suministro 4.0: Mejores prácticas internacionales y*

*hoja de ruta para América Latina*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

doi:<http://dx.doi.org/10.18235/0001956>

Carranza, A. C. (2023). Aplicación de las escalas de medición ordinal para interpretar coeficientes

de la correlación en investigación científica. *REVISTA CIENTÍFICA SEARCHING DE CIENCIAS*

*HUMANAS Y SOCIALES*, 5(1), 45-56.

Carrillo, B., & Fasabi, j. (2021). Implementación de Business Intelligence para incrementar la

efectividad en la cadena de suministro en una empresa del rubro logístico. *Repositorio*

*Institucional Universidad Ricardo Palma*. Obtenido de

<https://hdl.handle.net/20.500.14138/4869>

Colombia Productiva. (2024). *Cinco desafíos que deben superar las mipymes colombianas para ser*

*más productivas y rentables*. Obtenido de [https://www.colombiaproductiva.com/ptp-](https://www.colombiaproductiva.com/ptp-comunica/noticias/comunicadodiadelasmipymes)

[comunica/noticias/comunicadodiadelasmipymes](https://www.colombiaproductiva.com/ptp-comunica/noticias/comunicadodiadelasmipymes)

Congreso de Colombia. (27 de marzo de 1971). *Decreto 410 de 1971 [Actualizado por Ley 2294 de*

*2023]. por medio del cual se expide el código de comercio de Colombia*.

Coyle, J., Langley, J., Novack, R., & Gitson, B. (2018). *Administración de la cadena de suministro:*

*una perspectiva logística* (Decima edición ed.). Cengage Learning.

Cruz, J., & López, R. (2017). Inteligencia de negocios para la toma de decisiones en la cadena de

suministro. *Editorial Científica*, 45-67.

Cruz, L., Gil, S., Rueda, G., Sanchez, G., & Zapata, G. (2024). AI in assessing industry 4.0 adoption

in Colombia: a case study approach. *IFAC PapersOnline*, 162-167.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.08.067>

- Dabbene, F., Gay, P., & Tortia, C. (Octubre de 2013). Traceability issues in food supply chain management: A review. *ELSEVIER*, 65-80.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2013.09.006>
- DANE. (2022). *Boletín Directorio Estadístico de empresas 2019-2021*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia, Bogotá D.C.
- Davenport, T. (2018). The Business Impact of Business Analytics. *AACSB Insights*. Obtenido de <https://www.aacsb.edu/insights/articles/2018/07/the-business-impact-of-business-analytics>
- Davenport, T. H. (2017). Competing on Analytics: The New Science of Winning. *Harvard Business Review*.
- Delgado, N., Alejo, O., & López, J. (2025). Las herramientas de Inteligencia de Negocios potencian la capacidad de toma de decisiones en las PYMES. *Revista Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*. doi:<https://doi.org/10.46377/dilemas.v12i2.4545>
- Diario La Republica. (2023). *La dinámica comercial de la industria de alimentos y bebidas aporta un 3% al PIB*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/especiales/sectores-clave-en-la-productividad/la-industria-de-alimentos-y-bebidas-aporta-3-al-pib-3757634>
- Economipedia. (10 de Diciembre de 2022). *Economipedia*. Recuperado el 30 de marzo de 2025, de Inteligencia de negocio:  
<https://economipedia.com/definiciones/inteligencia-de-negocio.html>
- Evans, J. (2020). *Business Analytics* (Tercera ed.). : Pearson.
- Ferrando, A. (2018). *La ciberseguridad como reto internacional: La protección frente a las ciberamenazas*. Catalunya: Tesis de maestría, Universitat Oberta de Catalunya.

Garcia, M. (2014). Gestión de la cadena de suministro en el sector alimentario. *Revista Logística & Cadena de Suministro*, 9(2), 22-29.

Gartner . (20 de Septiembre de 2011). *Gartner*. Recuperado el 30 de marzo de 2025, de Analytics and Business Intelligence (ABI).

Granada, J. (2008). *Gestión Logística*. Editorial Ecoe.

Guerras, E. (2024). *La cadena de suministro. Influencia de la industria 4.0*. Universidad de Valladolid. Escuela de Ingenierías Industriales. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/70215>

Han, X., Xian L., T., & Wand, X. (2024). Mitigate cross-market competition caused by the risk of uncertainty and improve firm performance through business intelligence. *Heliyon Celpres*, 3-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34542>

Hanke, J., & Wichem, D. (2010). *Pronósticos en los negocios*. Pearson Education. Obtenido de <https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=3606>

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2021). *Principios de administración de operaciones* (Primera edición en español / Decimo primera en inglés ed.). Naucalpan, México: Pearson Education. Obtenido de <https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=16938>

Hernandez Sampieri R., F. C. (2014). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (6.ª ed.). México: McGraw-Hill.

Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciuda de México, México: Mc Graw Hill.

Hernández, R., Fernández , C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México, México: Mc Graw Hill.

Hussain, R. (24 de 09 de 2024). *Acceldata*. Obtenido de

<https://www.acceldata.io/blog/overcoming-data-complexity-effective-strategies-for-managing-diverse-data-sources>

IBM. (22 de Junio de 2025). *IBM THINK - TOPICS*. Obtenido de ¿Qué son las redes neuronales?:

<https://www.ibm.com/es-es/think/topics/neural-networks>

Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2019). *Administración de operaciones, producción y cadena de abastecimiento*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.

Joyanes, L. (2017). *Industria 4.0 La cuarta revolución industrial*. Bogotá D.C.: Alfaomega.

Khan, S. &. (2021). *Data Analysis in Python: A Guide for Social Scientists*. Springer.

Kot, S. (11 de 04 de 2018). Sustainable Supply Chain Management in Small and Medium Enterprises. *MDPI*. doi:DOI:10.3390/su10041143

Kumah, I. (2018). *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PRACTICES: (A CASE STUDY OF A FOOD PRODUCTION COMPANY)*. VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES. doi:<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2018121221130>

Madin , J., Bowers, S., Schildhauer , M., & Linton, J. (2008). *Ecological Informatics*. Oxford: Springer. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-319-59928-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-59928-1_8)

Martínez, A., & Díaz, P. (2016). Implementación de herramientas de inteligencia de negocios en empresas alimentarias. *Gestión & Tecnología*, 12(3), 78-90.

Martucci, F., & Miguel, J. (2024). *Implementación de una herramienta de Data Analytics para la toma de decisiones y aplicación de Business Intelligence para la predicción en una PyME local*. Universidad Nacional de Mar del Plata. Obtenido de <http://rinfi.fi.mdp.edu.ar/handle/123456789/796>

Microsoft. (2024). *Microsoft power platform*. Obtenido de Power BI:

<https://www.microsoft.com/es-es/power-platform/products/power-bi>

Microsoft News. (18 de Abril de 2028). *Microsoft News*. Recuperado el 30 de Marzo de 2025, de

La IA y las PyMEs: Un análisis de su adopción e impacto:

[https://news.microsoft.com/source/latam/noticias-de-microsoft/la-ia-y-las-pymes-un-analisis-de-su-adopcion-e-impacto?utm\\_source=chatgpt.com](https://news.microsoft.com/source/latam/noticias-de-microsoft/la-ia-y-las-pymes-un-analisis-de-su-adopcion-e-impacto?utm_source=chatgpt.com)

Ministerio de Comercio, I. y. (05 de 06 de 2020). *Comercio, Industria y Turismo*. Obtenido de

<https://www.mincit.gov.co/normatividad/decretos/2019/decreto-957-por-el-cual-se-adiciona-el-capitulo-13>

MinTIC. (05 de Agosto de 2020). *Marco de la Transformación Digital para el Estado Colombiano*.

Bogotá. Recuperado el 2024, de MinTIC: [https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/149186:MinTIC-publica-el-Marco-de-Transformacion-Digital-para-mejorar-la-relacion-Estado-](https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/149186:MinTIC-publica-el-Marco-de-Transformacion-Digital-para-mejorar-la-relacion-Estado-ciudadano#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20plantea%20el%20Marco%20de,de%20valor%20en%20lo%20p%C3%BAblico)

[ciudadano#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20plantea%20el%20Marco%20de,de%20valor%20en%20lo%20p%C3%BAblico](https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/149186:MinTIC-publica-el-Marco-de-Transformacion-Digital-para-mejorar-la-relacion-Estado-ciudadano#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20plantea%20el%20Marco%20de,de%20valor%20en%20lo%20p%C3%BAblico).

OCDE. (2019). *Perfilando la transformación digital en América Latina MAYOR PRODUCTIVIDAD*

*PARA UNA VIDA MEJOR*. OECD Publishing. doi:<https://doi.org/10.1787/4817d61b-es>

Panchal, G., Clegg, B., Eslamian, E., Masi, D., & Collis, I. (2024). Digital transformation and

business intelligence for a SME: systems thinking action research using ProOH modelling.

*Procedia Computer Science*, 232, 1809-1818.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.003>

Paradza, D., & Daramola, O. (2021). *Business intelligence: A tool for sustainable decision-making*

*in organizations*. Springer. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-030-77584-1\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-77584-1_14)

- Pozzo, D., Gonzalez, C., Reales, K., Garizabal, M., Gomez, F., & Moncada, J. (2024). Managers' attitudes and behavioral intentions towards using artificial intelligence for organization decision-making: A study with colombian SMEs. *Procedia Computer Science*, 238, 956-961. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.119>.
- Pupo, A., Pérez, M., & Ortiz, A. (2020). La eficiencia y la integración de las cadenas de suministros con vista a la sostenibilidad. Caso de estudio materiales de la construcción. *Revista de Investigación Latinoamericana en competitividad Organizacional RILCO*. doi:<http://hdl.handle.net/20.500.11763/rilco05cadena-suministro>
- Ramirez Gil, C., & Ramirez Gil, W. (2023). *Programación de inteligencia artificial. Curso práctico*. Ediciones de la U. Obtenido de <https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=33575>
- Real Academia Española. (2023). *Real Academia Española*. Recuperado el 30 de Marzo de 2025, de Diccionario Panhispánico del Español Jurídico: <https://dpej.rae.es/lema/empresa-alimentaria>
- Ribeiro, M. G. (2020). *MAPE-K-based forecast models using LSTM and Prophet. Expert Systems with Applications*.
- Risco, R., Pérez, D., Casaverde, L., Malpica, M., Pérez, J., & Pérez, A. (2023). Using a business intelligence framework and data mining as computational tools in SMEs: Production forecasting of a hydroelectric power plant as a case study. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 1-8. doi:<https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.832>
- Rodríguez, F., & Pérez, L. (2018). Inteligencia de negocios y su impacto en la competitividad empresarial en el sector alimentario. *Revista de estrategia y Negocios*, 15(4), 85-102.

- Rueda, R., Bustos, N., & Mahecha, J. (2024). Cómo la transformación digital influye en el crecimiento de las pymes en Colombia. *Universidad EAN*. Obtenido de <https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/c814eed6-0dda-457c-8e95-07d039758fcf/content>
- Sánchez, C., & Rodríguez, V. (2021). Eficiencia de Inventario en Empresas de Consumo Masivo. *Polo del Conocimiento*, 6(11), 718-741. doi:<https://doi.org/10.23857/pc.v6i11.3295>
- Santa Maria, M., Prada, C., Burgos, J., Ciurlo, C., Escobar, D., Suarez, F., . . . Escobar, D. (2021). *Retos y oportunidades de las Pymes*. Bogotá.
- Schröer, C., Kruse, F., & Gómez, J. (22 de Febrero de 2021). A systematic literature review on applying CRISP-DM process model. *Procedia Computer Science*. *Procedia Computer Science*, 181, 526-534. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.199>
- Sharda, R., Turban, E., & Delen, D. (2018). *Business intelligence, analytics, and data science*. Pearson Educación.
- Solomon, M. (2020). *Consumer Behavior: Buying, Having, and Being* (Decimotercera edición ed.). Pearson.
- Ucenic, C., & Ratiu, C. (2017). Improving Performance in Supply Chain. *Modern Technologies in Manufacturing*, 137. doi:DOI: 10.1051/mateconf/201713701018
- UNESCO. (2011). UNESCO Institute for Statistics. *International Standard Classification of Education: ISCED 2011*.
- Villagra, A., Del Do, A. M., & Pandolfi, D. (28 de Marzo de 2023). Desafíos de la Transformación Digital en las PYMES. *Informes Científicos Técnicos - UNPA*, 15(1). doi:<https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v15.n1.941>

- Warke, V., Kumar, S., Bongale, A., & Kotecha, K. (2021). Sustainable Development of Smart Manufacturing Driven by the Digital Twin Framework: A Statistical Analysis. *Sustainability*, 12-18. doi:<https://doi.org/10.3390/su131810139>
- Wesstrom, O. (22 de 09 de 2022). *Endress + Hauser*. Obtenido de <https://endressprocessautomation.com/increasing-operational-efficiency-in-the-food-and-beverage-industry-with-smart-instruments/>
- Whitfield, B., & Donges, N. (26 de Noviembre de 2024). *Built In*. Obtenido de Bosque aleatorio: una guía completa para el aprendizaje automático: <https://builtin.com/data-science/random-forest-algorithm>
- Winston, W. L. (2014). *Microsoft Excel Data Analysis and Business Modeling (5th ed.)*. Microsoft Press.

### 15. Anexo A. Encuesta

El instrumento de encuesta fue diseñado para recopilar con los factores clave de la investigación. Las preguntas de la encuesta están estructuradas para obtener información relevante que permita responder los objetivos específicos y validar o rechazar las hipótesis formuladas. A continuación, se presentan las preguntas que se incluyen en la encuesta:

Link: <https://forms.office.com/r/pjMSa3nQ96>

1. ¿Cuál es el tamaño de su empresa según el número de empleados?
2. ¿Qué tipo de productos fabrica la empresa en la que trabaja?
3. ¿Cuántos años lleva operando la empresa en la que trabaja?
4. Si conoce la facturación anual de la empresa en la que trabaja, ¿dentro de que rangos se encuentra en salarios mínimos mensuales legales vigentes?
5. ¿Cuál es su cargo dentro de la empresa?
6. ¿Cuál es su nivel de formación?
7. ¿A qué área de la empresa pertenece dentro de la cadena de abastecimiento?
8. ¿Dónde se encuentra ubicada la empresa en la que trabaja? (Seleccione el departamento principal de operación)
9. ¿Qué porcentaje representan los costos operativos dentro del ingreso por ventas estimado?
10. ¿Cuáles son los principales factores que impactan el costo de su cadena de abastecimiento? (Puede seleccionar más de una opción)
11. ¿Qué porcentaje de sus pedidos a clientes se entregan a tiempo?
12. ¿Qué porcentaje de sus pedidos a clientes se entregan en la cantidad completa?

13. ¿Cuáles son las principales razones por las que no se cumplen las entregas en tiempo y cantidad completa? (Puede seleccionar más de una opción)
14. ¿Cuáles son las principales razones por las que no se cumplen las entregas en cantidad completa? (Puede seleccionar más de una opción)
15. ¿Qué porcentaje de materia prima o productos terminados se desperdicia en su empresa?
16. ¿Cuáles son las principales causas de desperdicio en su empresa? (Puede seleccionar más de una opción)
17. ¿Qué porcentaje de su producción se considera como producto no conforme (defectuoso o fuera de especificaciones)?
18. ¿Cuáles son las principales causas del producto no conforme en su empresa? (Puede seleccionar más de una opción)
19. ¿Qué estrategias ha implementado su empresa para mejorar la eficiencia en la cadena de abastecimiento? (Puede seleccionar más de una opción)
20. ¿Cuáles considera que son las principales barreras para mejorar la eficiencia en su cadena de abastecimiento? (Puede seleccionar más de una opción)
21. ¿Con qué frecuencia su empresa evalúa la precisión de sus pronósticos de demanda?
22. ¿Qué herramientas utiliza su empresa para realizar pronósticos de demanda? (Puede seleccionar más de una opción)
23. ¿Utiliza su empresa los siguientes indicadores para evaluar los pronósticos?
24. ¿Qué estrategias ha implementado su empresa para mejorar la precisión de los pronósticos? (Puede seleccionar más de una opción)

25. ¿Cuáles considera que son las principales barreras para mejorar la precisión de los pronósticos en su empresa? (Puede seleccionar más de una opción)
26. ¿Con qué frecuencia realiza un control de inventario en su empresa?
27. ¿Qué factores organizacionales influyen en la gestión de inventario de su empresa? (Puede seleccionar más de una opción)
28. ¿Cuánto tiempo, en promedio, permanecen los productos en su inventario antes de ser vendidos?
29. ¿Mantiene un nivel de stock de seguridad para evitar desabastecimientos?
30. ¿Qué porcentaje de su inventario total corresponde al stock de seguridad?
31. ¿Con qué frecuencia la empresa en la que trabaja debe recurrir al stock de seguridad por falta de inventario disponible?
32. ¿Cómo calificaría la eficiencia de su gestión de inventario en términos de disponibilidad de productos?
33. ¿La empresa ha implementado herramientas de BI para la gestión de la cadena de suministro?
34. ¿Qué herramientas de BI utiliza su empresa? (Puede seleccionar más de una opción)
35. ¿En qué áreas de la cadena de suministro se ha implementado BI? (Puede seleccionar más de una opción)
36. ¿Con qué frecuencia su empresa revisa y analiza los datos de la cadena de suministro utilizando herramientas de BI?
37. ¿Cómo se toman actualmente las decisiones estratégicas en la cadena de suministro de su empresa?

38. ¿Qué tan importante considera las siguientes funcionalidades de una herramienta de BI para optimizar la cadena de suministro?
39. Cómo considera que la inteligencia de negocios (BI) ha impactado en los siguientes indicadores
40. ¿Qué KPIs utiliza su empresa para medir la eficiencia de la cadena de suministro? (Puede seleccionar más de una opción)
41. ¿Cuáles considera que son los principales desafíos para implementar BI en la gestión de la cadena de suministro?
42. ¿En qué áreas cree que el BI podría aportar mayor valor en su empresa? (Puede seleccionar más de una opción)
43. ¿En qué medida considera que el BI ha mejorado la visibilidad y control sobre la cadena de suministro de su empresa?
44. ¿Qué nivel de capacitación ha recibido usted en su empresa en el uso de herramientas de BI para la gestión de la cadena de suministro?

## 16. Anexo B. referencias teóricas de las variables.

En la tabla 9 se incluyen las referencias teóricas de cada una de las variables propuestas en el trabajo de grado realizado, expresadas en la Tabla 1 que hace alusión a las variables a abordar en la investigación.

**Tabla 9.**

*Referencias teóricas de las variables propuestas*

#	Pregunta	Variable Asociada	Referencia
1	¿Cuál es el tamaño de su empresa según el número de empleados?	Tamaño de la empresa	DANE (2022)
2	¿Qué tipo de productos fabrica la empresa en la que trabaja?	Tipo de producto fabricado	Kot (2018)
3	¿Cuántos años lleva operando la empresa en la que trabaja?	Antigüedad de la empresa	Santa María et al. (2021)
4	Si conoce la facturación anual de la empresa en la que trabaja, ¿dentro de qué rangos se encuentra en salarios mínimos mensuales legales vigentes?	Rango de facturación anual	DANE (2022)
5	¿Cuál es su cargo dentro de la empresa?	Nivel jerárquico del encuestado	Heizer & Render (2009)
6	¿Cuál es su nivel de formación?	Nivel educativo el encuestado	(UNESCO, 2011)
7	¿A qué área de la empresa pertenece dentro de la cadena de abastecimiento?	Área funcional dentro de la cadena de suministro	Dabbene et al. (2013)
8	¿Dónde se encuentra ubicada la empresa en la que trabaja?	Ubicación geográfica de la empresa	ANIF (2021)
9	¿Qué porcentaje representan los costos operativos dentro del ingreso por ventas estimado?	Reducción de Costos	Hussain (2024)

10	¿Cuáles son los principales factores que impactan el costo de su cadena de abastecimiento?	Reducción de Costos	Solomon (2020)
11	¿Qué porcentaje de sus pedidos a clientes se entregan a tiempo?	Nivel de optimización de inventario	Han et al. (2024)
12	¿Qué porcentaje de sus pedidos a clientes se entregan en la cantidad completa?	Nivel de optimización de inventario	Han et al. (2024)
13	¿Cuáles son las principales razones por las que no se cumplen las entregas a tiempo?	Nivel de optimización de inventario	Kot (2018)
14	¿Cuáles son las principales razones por las que no se cumplen las entregas en cantidad completa? (Puede seleccionar más de una opción)	Nivel de optimización de inventario	Kot (2018)
15	¿Qué porcentaje de materia prima o productos terminados se desperdicia en su empresa?	Nivel de optimización de inventario	Dabbene et al. (2013)
16	¿Cuáles son las principales causas de desperdicio en su empresa?	Eficiencia de la cadena de suministro	Solomon (2020)
17	¿Qué porcentaje de su producción se considera como producto no conforme (defectuoso o fuera de especificaciones)?	Satisfacción del cliente final	Heizer & Render (2009)
18	¿Cuáles son las principales causas del producto no conforme en su empresa?	Satisfacción del cliente final	Joyanes (2017)
19	¿Qué estrategias ha implementado su empresa para mejorar la eficiencia en la cadena de abastecimiento?	Eficiencia de la cadena de suministro	Han et al. (2024)
20	¿Cuáles considera que son las principales barreras para mejorar la eficiencia en su cadena de abastecimiento?	Eficiencia de la cadena de suministro	Hussain (2024)

21	¿Con qué frecuencia su empresa evalúa la precisión de sus pronósticos de demanda?	Precisión de los pronósticos de demanda	Kot (2018)
22	¿Qué herramientas utiliza su empresa para realizar pronósticos de demanda?	Precisión de los pronósticos de demanda	Han et al. (2024)
23	¿Utiliza su empresa los siguientes indicadores para evaluar los pronósticos?	Precisión de los pronósticos de demanda	Solomon (2020)
24	¿Qué estrategias ha implementado su empresa para mejorar la precisión de los pronósticos?	Precisión de los pronósticos de demanda	Heizer & Render (2009)
25	¿Cuáles considera que son las principales barreras para mejorar la precisión de los pronósticos en su empresa?	Precisión de los pronósticos de demanda	Kot (2018)
26	¿Con qué frecuencia realiza un control de inventario en su empresa?	Eficiencia de la cadena de suministro	Dabbene et al. (2013)
27	¿Qué factores organizacionales influyen en la gestión de inventario de su empresa? (Puede seleccionar más de una opción)	Eficiencia de la cadena de suministro	Dabbene et al. (2013)
28	¿Cuánto tiempo, en promedio, permanecen los productos en su inventario antes de ser vendidos?	Eficiencia de la cadena de suministro	Hussain (2024)
29	¿Mantiene un nivel de stock de seguridad para evitar desabastecimientos?	Eficiencia de la cadena de suministro	Han et al. (2024)
30	¿Qué porcentaje de su inventario total corresponde al stock de seguridad?	Eficiencia de la cadena de suministro	Han et al. (2024)
31	¿Con qué frecuencia la empresa en la que trabaja debe recurrir al stock de seguridad por falta de inventario disponible?	Eficiencia de la cadena de suministro	Joyanes (2017)
32	¿Cómo calificaría la eficiencia de su gestión de inventario en términos de disponibilidad de productos?	Eficiencia de la cadena de suministro	Kot (2018)

33	¿La empresa ha implementado herramientas de BI para la gestión de la cadena de suministro?	Implementación de herramientas de BI	Han et al. (2024)
34	¿Qué herramientas de BI utiliza su empresa?	Implementación de herramientas de BI	Solomon (2020)
35	¿En qué áreas de la cadena de suministro se ha implementado BI?	Implementación de herramientas de BI	Hussain (2024)
36	¿Con qué frecuencia su empresa revisa y analiza los datos de la cadena de suministro utilizando herramientas de BI?	Implementación de herramientas de BI	Dabbene et al. (2013)
37	¿Cómo se toman actualmente las decisiones estratégicas en la cadena de suministro de su empresa?	Implementación de herramientas de BI	Heizer & Render (2009)
38	¿Qué tan importante considera las siguientes funcionalidades de una herramienta de BI para optimizar la cadena de suministro?	Implementación de herramientas de BI	Han et al. (2024)
39	¿Qué KPIs utiliza su empresa para medir la eficiencia de la cadena de suministro?	Satisfacción del cliente final	Solomon (2020)
40	¿Cómo considera que la inteligencia de negocios (BI) ha impactado en los siguientes indicadores?	Implementación de herramientas de BI	Kot (2018)
41	¿Cuáles considera que son los principales desafíos para implementar BI en la gestión de la cadena de suministro?	Implementación de herramientas de BI	Heizer & Render (2009)
42	¿En qué áreas cree que el BI podría aportar mayor valor en su empresa?	Implementación de herramientas de BI	Han et al. (2024)
43	¿En qué medida considera que el BI ha mejorado la visibilidad y control sobre la cadena de suministro de su empresa?	Implementación de herramientas de BI	Hussain (2024)
44	¿Qué nivel de capacitación ha recibido usted en su empresa en el uso de herramientas de BI para la gestión de la cadena de suministro?	Implementación de herramientas de BI	Joyanes (2017)

### 17. Anexo C. Validación del instrumento con metodología V de Aiken

En la tabla 10 se incluye la validación del instrumento de medición – V de Aiken

**Tabla 10.**

*validación del instrumento con metodología V de Aiken*

		EVALUADOR1	EVALUADOR2	EVALUADOR 3	V DE AIKEN	
<b>A. Tamaño de la empresa - Datos generales</b>						
<b>Preguntas</b>	1	¿Cuál es el tamaño de su empresa según el número de empleados?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
	2	¿Qué tipo de productos fabrica la empresa en la que trabaja?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
	3	¿Cuántos años lleva operando la empresa en la que trabaja?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
	4	Si conoce la facturación anual de la empresa en la que trabaja, ¿dentro de que rangos se encuentra en salarios mínimos mensuales legales vigentes?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
	5	¿Cuál es su cargo dentro de la empresa?	1,00	1,00	0,67	<b>0,89</b>
	6	¿A qué área de la empresa pertenece dentro de la cadena de abastecimiento?	1,00	1,00	0,67	<b>0,89</b>
	7	¿Dónde se encuentra ubicada la empresa en la que trabaja? (Seleccione el departamento principal de operación)	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>

		EVALUADOR1	EVALUADOR2	EVALUADOR3	V DE	
<b>B. Eficiencia de la cadena de suministro</b>					<b>AIKEN</b>	
<b>Preguntas</b>	1	¿Qué porcentaje representan los costos operativos dentro del ingreso por ventas estimado?	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>
	2	¿Cuáles son los principales factores que impactan el costo de su cadena de abastecimiento?	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>
	3	¿Qué porcentaje de sus pedidos a clientes se entregan a tiempo y en la cantidad completa?	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>
	4	¿Cuáles son las principales razones por las que no se cumplen las entregas en tiempo y cantidad completa?	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>
	5	¿Qué porcentaje de materia prima o productos terminados se desperdicia en su empresa?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
	6	¿Cuáles son las principales causas de desperdicio en su empresa? (Puede seleccionar más de una opción)	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>
	7	¿Qué porcentaje de su producción se considera como producto no conforme (defectuoso o fuera de especificaciones)?	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>

8	¿Cuáles son las principales causas del producto no conforme en su empresa? (Puede seleccionar más de una opción)	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>
9	¿Qué estrategias ha implementado su empresa para mejorar la eficiencia en la cadena de abastecimiento?	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>
10	¿Cuáles considera que son las principales barreras para mejorar la eficiencia en su cadena de abastecimiento? (Puede seleccionar más de una opción)	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>

<b>C. Precisión de los pronósticos de demanda</b>		<b>EVALUADOR1</b>	<b>EVALUADOR2</b>	<b>EVALUADOR3</b>	<b>V DE AIKEN</b>	
<b>Preguntas</b>	1	¿Con qué frecuencia su empresa evalúa la precisión de sus pronósticos de demanda?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
	2	¿Qué herramientas utiliza su empresa para realizar pronósticos de demanda? (Puede seleccionar más de una opción)	0,67	1,00	0,67	<b>0,78</b>
	3	¿Utiliza su empresa los siguientes indicadores para evaluar los pronósticos?	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>
	4	¿Qué estrategias ha implementado su empresa para mejorar la precisión de los pronósticos? (Puede seleccionar más de una opción)	-	1,00	1,00	-

5	¿Cuáles considera que son las principales barreras para mejorar la precisión de los pronósticos en su empresa? (Puede seleccionar más de una opción)	-	1,00	1,00	-
---	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	------	------	---

<b>D. Nivel de optimización de inventario</b>		<b>EVALUADOR1</b>	<b>EVALUADOR2</b>	<b>EVALUADOR3</b>	<b>V DE AIKEN</b>
1	¿Con qué frecuencia realiza un control de inventario en su empresa?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
2	¿Cuánto tiempo, en promedio, permanecen los productos en su inventario antes de ser vendidos?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
3	¿Mantiene un nivel de stock de seguridad para evitar desabastecimientos?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
4	¿Con qué frecuencia la empresa en la que trabaja debe recurrir al stock de seguridad por falta de inventario disponible?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
5	¿Cómo calificaría la eficiencia de su gestión de inventario en términos de disponibilidad de productos?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>

Preguntas

<b>E. Implementación de BI en la cadena de suministro</b>		<b>EVALUADOR1</b>	<b>EVALUADOR2</b>	<b>EVALUADOR3</b>	<b>V DE AIKEN</b>
<b>Preguntas</b>	1 ¿La empresa ha implementado herramientas de BI para la gestión de la cadena de suministro?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
	2 ¿Qué herramientas de BI utiliza su empresa? (Puede seleccionar más de una opción)	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>
	3 ¿En qué áreas de la cadena de suministro se ha implementado BI? (Puede seleccionar más de una opción)	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>
	4 ¿Con qué frecuencia su empresa revisa y analiza los datos de la cadena de suministro utilizando herramientas de BI?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
	5 ¿Cómo se toman actualmente las decisiones estratégicas en la cadena de suministro de su empresa?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
	6 ¿Qué tan importante considera las siguientes funcionalidades de una herramienta de BI para optimizar la cadena de suministro?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>

		<b>F. Impacto Percibido de BI en la Gestión de la Cadena de Suministro</b>	<b>EVALUADOR1</b>	<b>EVALUADOR2</b>	<b>EVALUADOR3</b>	<b>V DE AIKEN</b>
<b>Preguntas</b>	1	Cómo considera que la inteligencia de negocios (BI) ha impactado en los siguientes indicadores	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>
	<hr/>					
		<b>G. Impacto Percibido de BI en la Gestión de la Cadena de Suministro</b>	<b>EVALUADOR1</b>	<b>EVALUADOR2</b>	<b>EVALUADOR3</b>	<b>V DE AIKEN</b>
<b>Preguntas</b>	1	¿Qué KPIs utiliza su empresa para medir la eficiencia de la cadena de suministro? (Puede seleccionar más de una opción)	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>
	<hr/>					

<b>H. Oportunidades de mejora</b>		<b>EVALUADOR 1</b>	<b>EVALUADOR 2</b>	<b>EVALUADOR 3</b>	<b>V DE AIKEN</b>
<b>Preguntas</b>	1 ¿Cuáles considera que son los principales desafíos para implementar BI en la gestión de la cadena de suministro?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
	2 ¿En qué áreas cree que el BI podría aportar mayor valor en su empresa? (Puede seleccionar más de una opción)	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
	3 ¿En qué medida considera que el BI ha mejorado la visibilidad y control sobre la cadena de suministro de su empresa?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
	4 ¿Qué nivel de capacitación ha recibido usted en su empresa en el uso de herramientas de BI para la gestión de la cadena de suministro?	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>

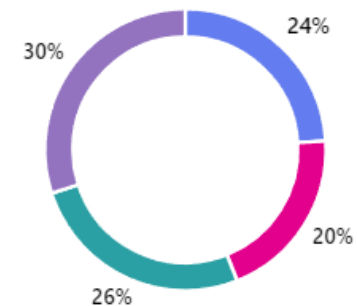
### 18. Anexo D. Análisis de resultados de las encuestas aplicadas (instrumento)

#### Ilustración 1717.

##### Tamaño de la empresa

1. ¿Cuál es el tamaño de su empresa según el número de empleados?

● Microempresa (<10 empleados)	12
● Pequeña empresa (10 - 50 empleados)	10
● Mediana empresa (51 - 200 empleados)	13
● Grande (>200 empleados)	15

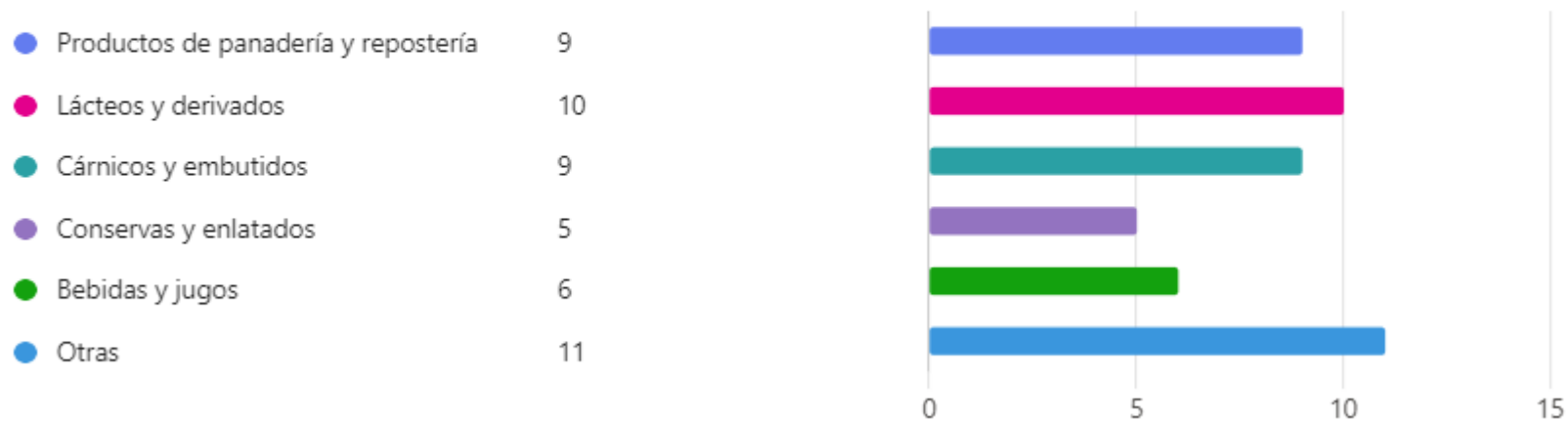


La muestra estuvo compuesta por organizaciones de diferentes tamaños, de las cuales las más numerosas fueron las grandes (más de 200 empleados), seguidas de medianas y microempresas. Esto permitió observar cómo la implementación de herramientas de Bi en cada una de estas organizaciones varía según su capacidad operativa.

**Ilustración 1818.**

*Productos que fábrica la empresa*

2. ¿Qué tipo de productos fabrica la empresa en la que trabaja?



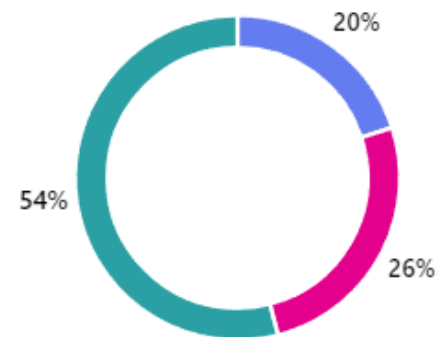
En cuanto a los productos fabricados, predominaron las empresas del sector lácteo y cárnico, seguidas por panadería, bebidas y conservas, lo que reafirma la relevancia de estas categorías dentro del consumo masivo alimenticio en Bogotá.

**Ilustración 1919.**

*Años de operación de la empresa*

3. ¿Cuántos años lleva operando la empresa en la que trabaja?

● Menos de 3 años	10
● Entre 3 y 5 años	13
● Más de 5 años	27



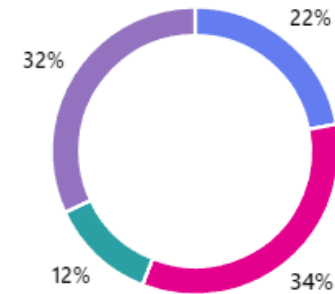
Más del 50 % de las empresas que han participado tienen más de 5 años de operación y esto implica que hay cierta madurez en sus procesos y el resto se distribuye entre las que son jóvenes (menos de 3 años) y las que están en proceso de consolidación (entre 3 y 5 años).

**Ilustración 2020.**

*Facturación de la empresa*

4. Si conoce la facturación anual de la empresa en la que trabaja, ¿dentro de que rangos se encuentra en salarios mínimos mensuales legales vigentes?

● Menor a 1.500 SMLMV	11
● Entre 1.500 y 30.000 SMLMV	17
● Entre 30.000 y 100.000 SMLMV	6
● No la conoce	16



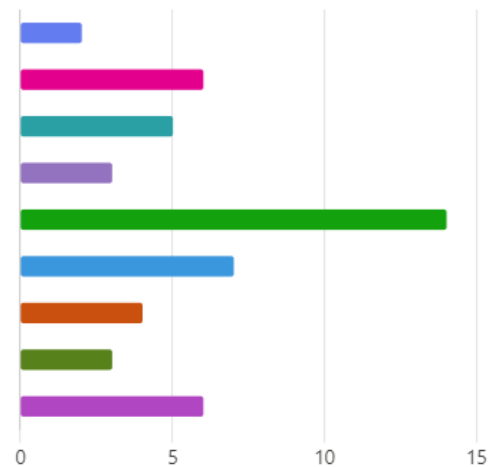
En lo que respecta a la facturación, el grueso de las empresas se encuentra en el rango que va desde los 1.500 salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV) y hasta 30.000 SMMLV, aunque un grupo de respuestas manifestó que no tienen claridad en su posición con respecto a sus cifras de facturación. Esto se puede vincular a un nivel de sistematización relativamente bajo de la información contable y financiera.

**Ilustración 21.21**

*Cargo en la empresa*

5. ¿Cuál es su cargo dentro de la empresa?

● Gerente de Operaciones	2
● Director	6
● Jefe de Logística	5
● Coordinador de Abastecimiento	3
● Analista	14
● Ingeniero	7
● Supervisor	4
● Operario de producción	3
● Otras	6



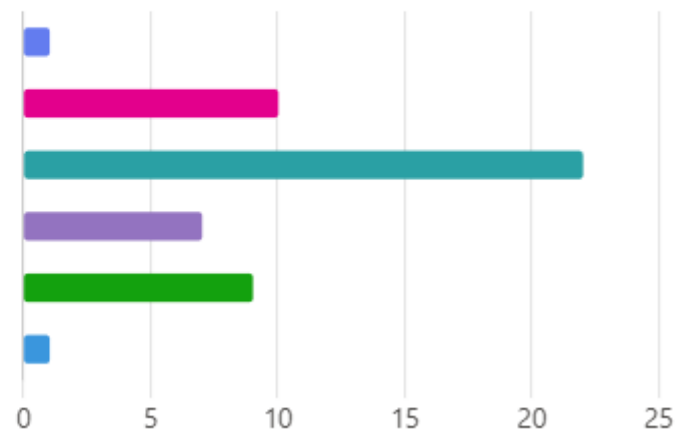
Se pudo establecer que el cargo más representativo de parte de los encuestados es el de Analista, seguido por el de Ingeniero. Así mismo, los cargos menos indicados fueron los de Especialista de Seguridad Industrial, jefe de Calidad, jefe de Logística y Planeador.

**Ilustración 22. 22**

*Nivel de formación*

6. ¿Cuál es su nivel de formación?

● Bachillerato	1
● Técnico o tecnólogo	10
● Profesional universitario	22
● Especialización	7
● Maestría	9
● Doctorado	1

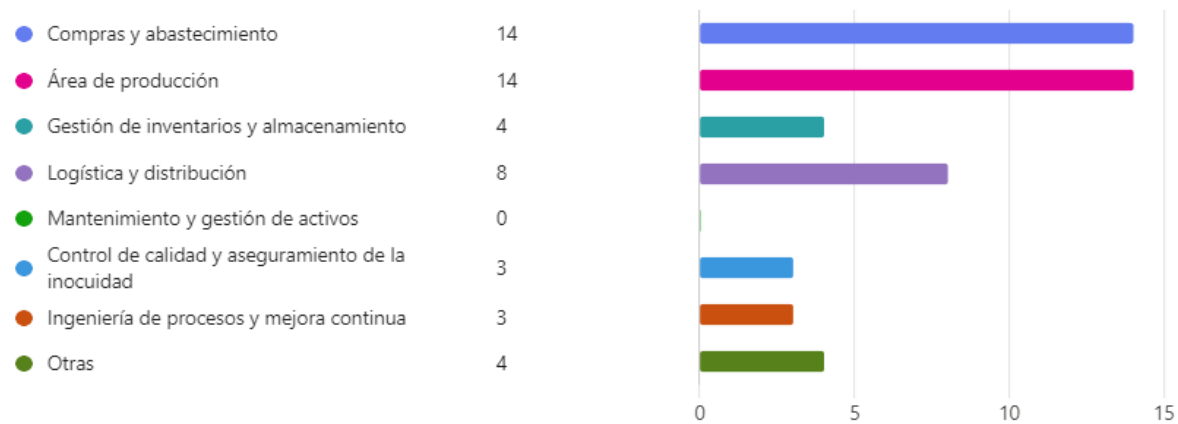


Profesional Universitario, con 22 participantes, es el nivel de formación más común dentro de los encuestados, mientras que tanto Bachiller y profesional con Doctorado, son los niveles de formación que menos se repiten, con una participación, respectivamente.

**Ilustración 2323.**

*A que área pertenece dentro de la empresa*

7. ¿A qué área de la empresa pertenece dentro de la cadena de abastecimiento?

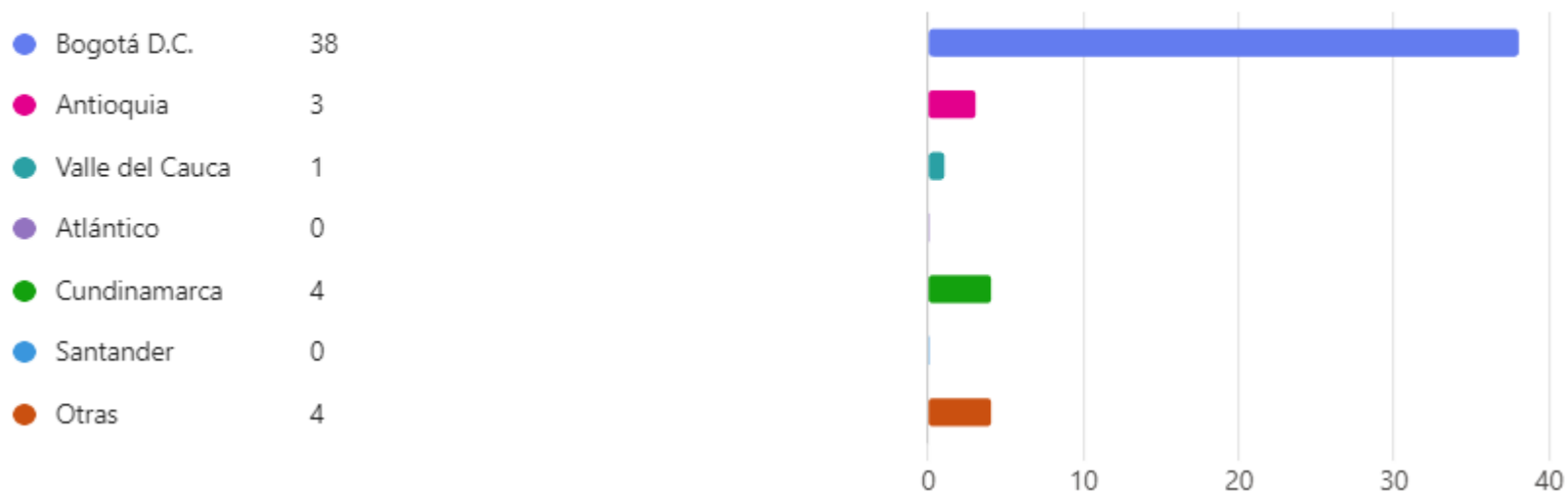


Se comprobó que las áreas con mayor uso o con mayor conocimiento acerca de la cadena de suministro son producción, compras y abastecimiento, y logística, que van de acuerdo a los puntos clave donde se espera un mayor impacto a raíz del BI.

**Ilustración 2424.**

*Ubicación de la Empresa*

8. ¿Dónde se encuentra ubicada la empresa en la que trabaja? (Seleccione el departamento principal de operación)

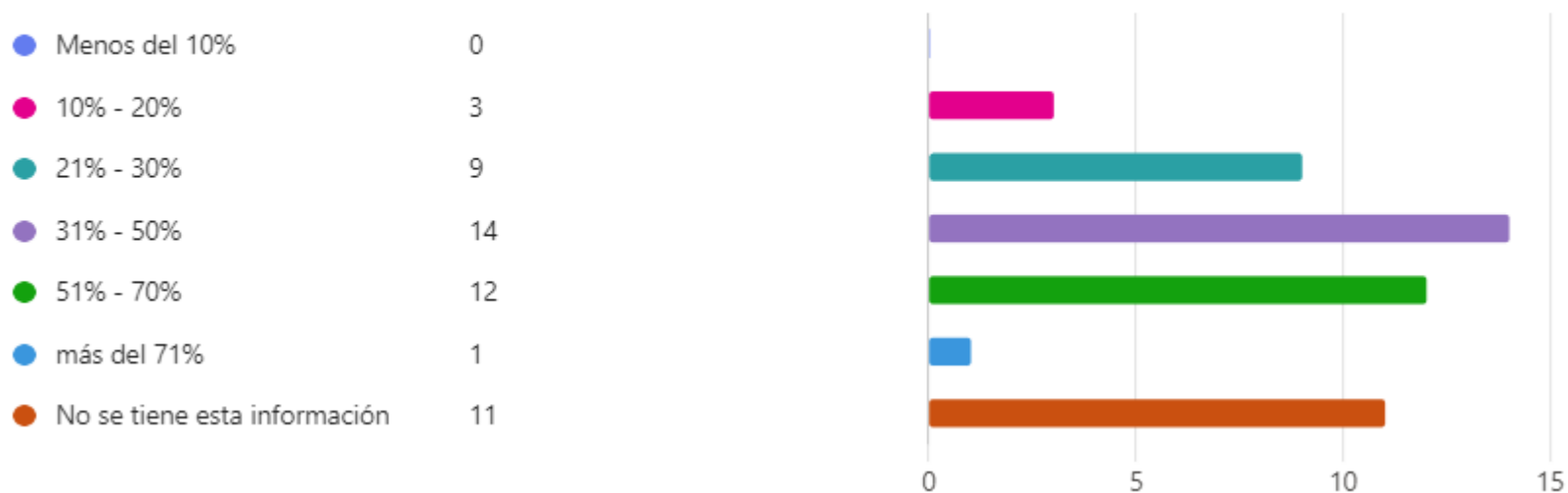


Según se evidencia en las respuestas a la Ubicación de la Empresa, 38 de los 50 encuestados indicó que su empresa se ubica en Bogotá D.C, seguido de Cundinamarca y otras ubicaciones.

**Ilustración 2525.**

*Participación de costos*

9. ¿Qué porcentaje representan los costos operativos dentro del ingreso por ventas estimado?

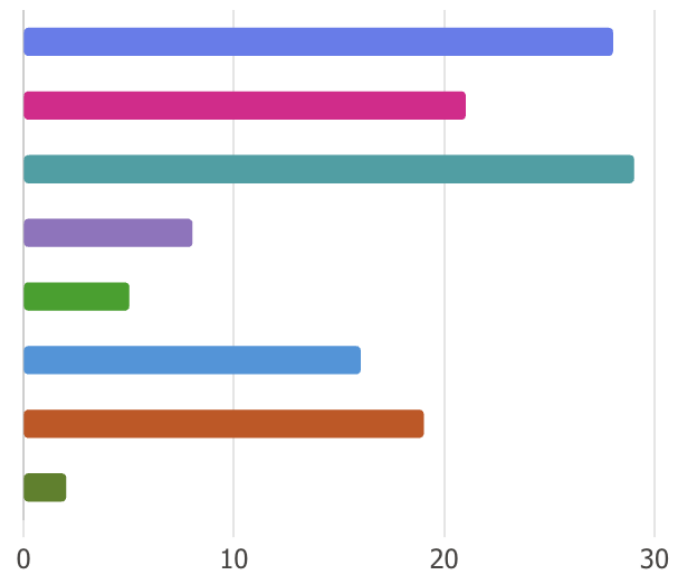


14 de los encuestados manifestó que los costos operativos dentro del ingreso se encuentran entre el 31% y el 50%, seguido de 12 encuestados que respondieron que sus los costos de la empresa se ubican entre el 51% y el 70%. 11 encuestados manifestó no contar con información asociada.

**Ilustración 2626.**

*Factores que afectan costo*

● Transporte y distribución	28
● Almacenamiento e inventario	21
● Costos de materias primas	29
● Retrasos en entregas o producción	8
● Producto defectuoso o desperdicio	5
● Sobrecosto de mano de obra	16
● Costos de mantenimientos, infraestructura y arriendos	19
● Otras	2



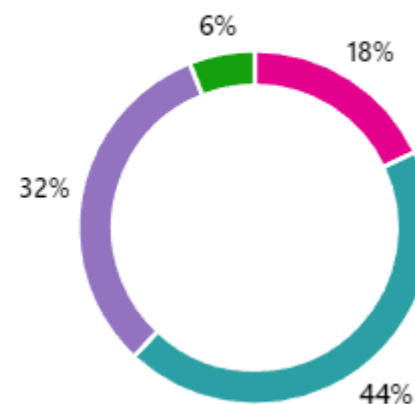
Dentro de las respuestas otorgadas por los encuestados, se identificó que las Materias Primas, el Transporte y la Distribución y el Almacenamiento son los factores que más influyen en el costo.

**Ilustración 2727.**

*Pedidos entregados a tiempo*

11. ¿Qué porcentaje de sus pedidos a clientes se entregan a tiempo?

● Menos del 70%	0
● 70% - 85%	9
● 86% - 95%	22
● Más del 95%	16
● No se tiene esta información	3



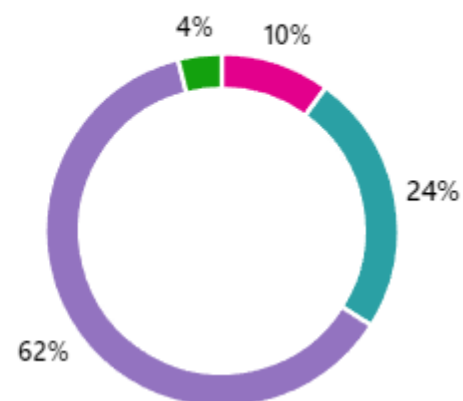
El 44% de los encuestados indicó que entre el 86% y el 95% de sus pedidos son entregados a tiempo, mientras que solo el 6% de ellos manifiesta no contar con la información de entregas.

**Ilustración 2828.**

*Pedidos completos*

12. ¿Qué porcentaje de sus pedidos a clientes se entregan en la cantidad completa?

● Menos del 70%	0
● 70% - 85%	5
● 86% - 95%	12
● Más del 95%	31
● No se tiene esta información	2

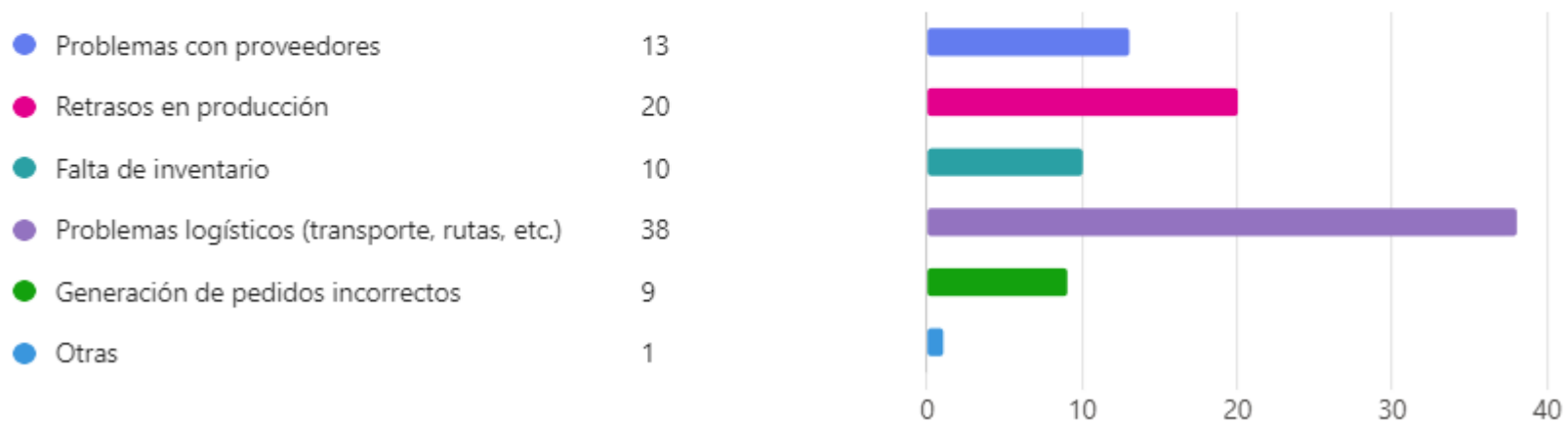


Con respecto al porcentaje de pedidos que son entregados completos, 31 encuestados manifestó que más del 95% de los pedidos recibidos son entregados a tiempo, mientras que 5 de ellos indicó que entre el 70% y el 85% cumple con la cantidad establecida en su entrega.

**Ilustración 2929.**

*Entregas a destiempo*

13. ¿Cuáles son las principales razones por las que no se cumplen las entregas a tiempo? (Puede seleccionar más de una opción)

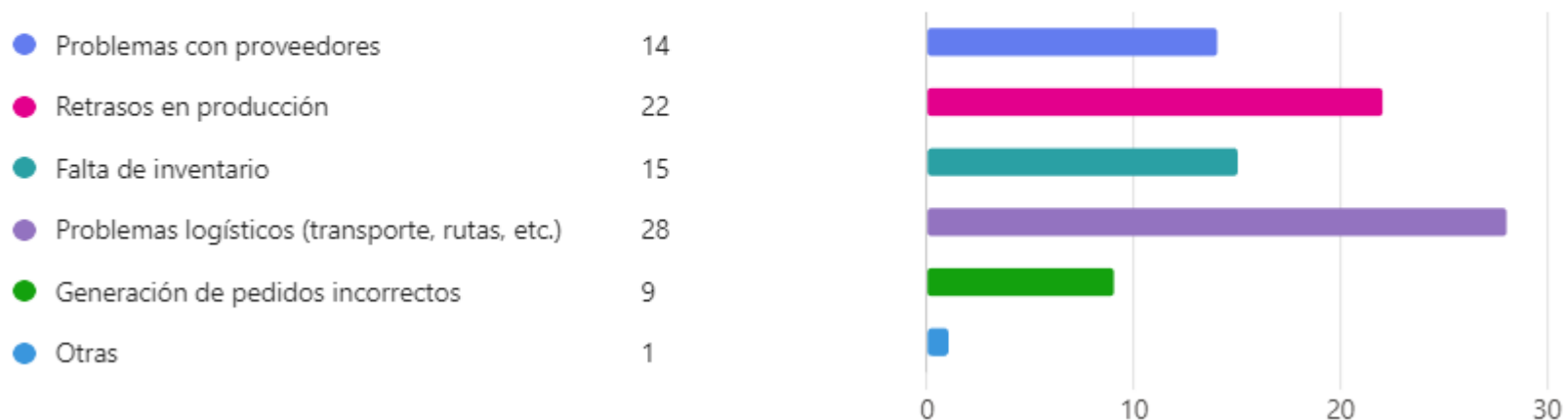


Según lo indicado por los encuestados, 38 de ellos indican que la principal razón para el incumplimiento en el tiempo de las entregas se debe a Problemas Logísticos, seguido por Retrasos en Producción. Así mismo, se identificó que la causa menos recurrente se debió a Generación de pedidos incorrectos.

**Ilustración 3030.**

*Pedidos incompletos*

14. ¿Cuáles son las principales razones por las que no se cumplen las entregas en cantidad completa? (Puede seleccionar más de una opción)



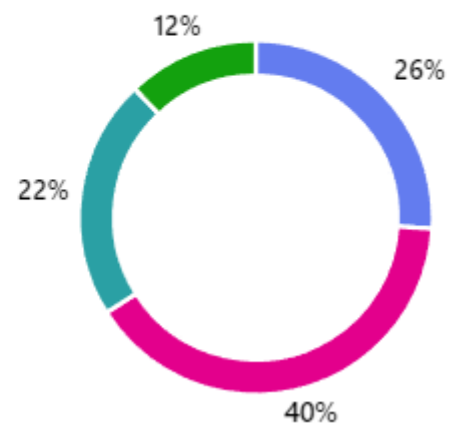
A propósito de las entregas completas, 28 de los encuestados indicó que la principal razón para dicho incumplimiento se debe a Problemas Logísticos, así mismo, 22 encuestados coincidió en que los Retrasos en Producción fueron la principal razón.

**Ilustración 3131.**

*Porcentaje de materia prima que se desperdicia*

15. ¿Qué porcentaje de materia prima o productos terminados se desperdicia en su empresa?

● Menos del 2%	13
● 2% - 5%	20
● 6% - 10%	11
● Más del 10%	0
● No se mide	6

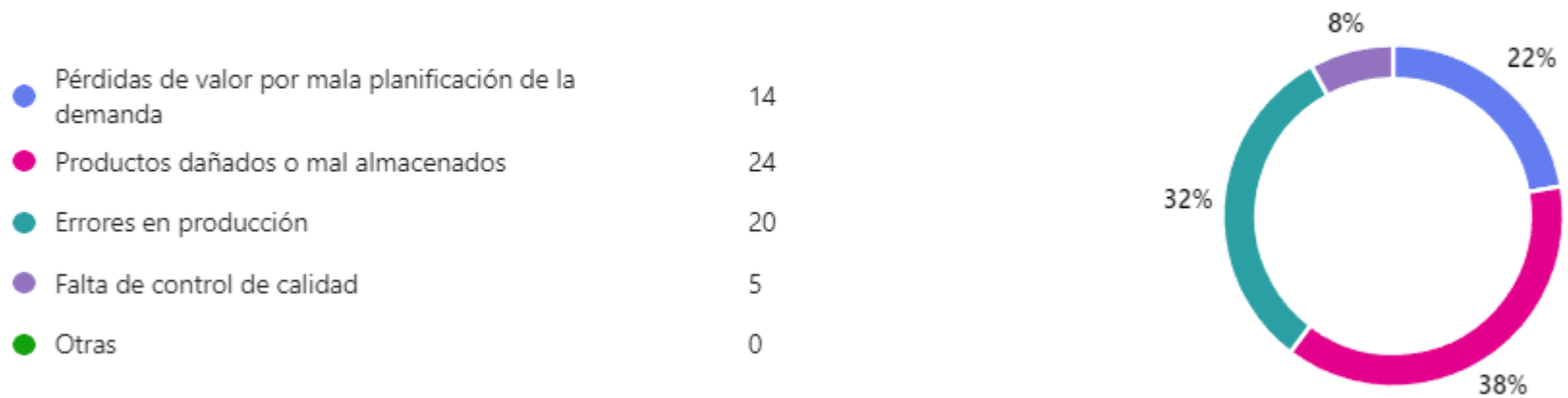


Relacionado con la materia prima que se desperdicia, el 40% de los participantes coincide en que se desperdicia entre el 2 y el 5%, mientras que el 12% de ellos manifiesta que dicha situación No se mide.

**Ilustración 3232.**

*Causas de Desperdicio*

16. ¿Cuáles son las principales causas de desperdicio en su empresa? (Puede seleccionar más de una opción)



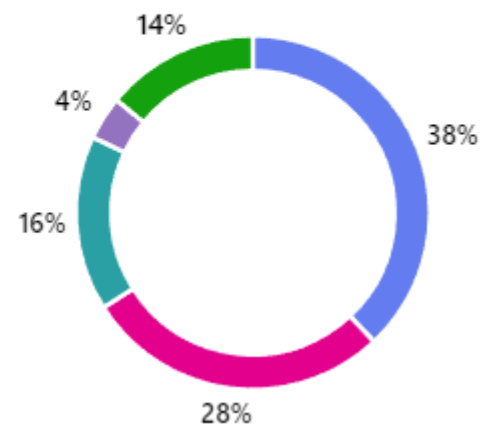
Dentro de las causas de desperdicio más frecuentes se encuentra productos dañados (38%), Errores de producción (32%) y Pérdidas por mala planificación de demanda (22%).

**Ilustración 3333.**

*Producto No conforme*

17. ¿Qué porcentaje de su producción es clasificado como producto no conforme (defectuoso o fuera de especificaciones)?

● Menos del 1%	19
● 1% - 3%	14
● 4% - 7%	8
● Más del 7%	2
● No se tiene esta información	7



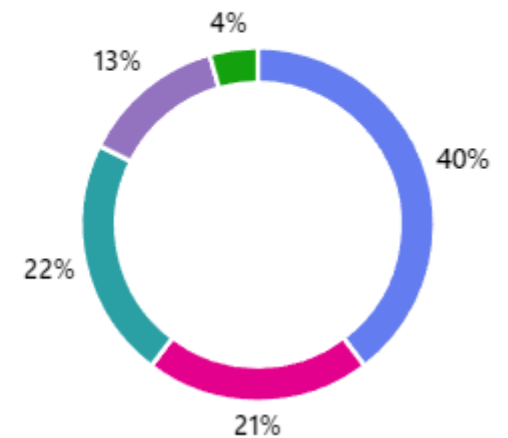
De los encuestados, 19 de ellos manifestó que Menos del 1% en su empresa es clasificado como Producto No Conforme, mientras que 7 de ellos indicado No contar con dicha información. Así mismo, 2 de los encuestados indicó que más del 7% de su producción se clasifica como Producto No Conforme.

**Ilustración 3434.**

*Causas Producto No conforme*

18. ¿Cuáles son las principales causas del producto no conforme en su empresa? (Puede seleccionar más de una opción)

● Errores en procesos de producción	27
● Fallas en control de calidad	14
● Materia prima defectuosa	15
● Problemas en almacenamiento o transporte	9
● Otras	3

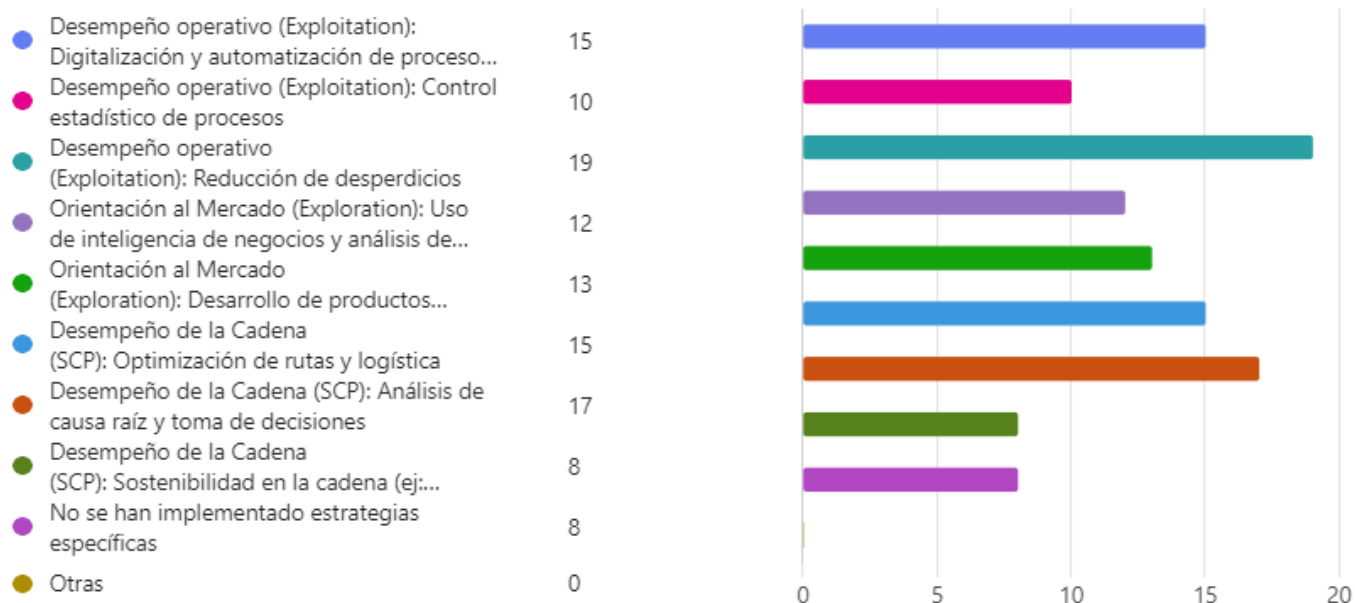


Dentro de las causas más comunes fueron Errores de Producción (27 veces), Materia prima defectuosa (15 encuestas) y solo tres encuestados indicaron Otras causas.

**Ilustración 3535.**

*Estrategias para mejorar la cadena de suministro*

19. ¿Qué estrategias ha implementado su empresa para mejorar la eficiencia en la cadena de abastecimiento? (Puede seleccionar más de una opción)



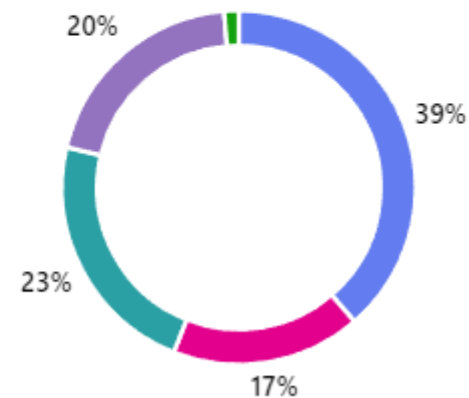
Con respecto a las estrategias implementadas por la organización para el mejoramiento de la Cadena de Suministro, se halló que 19 de los encuestados indica haber implementado Desempeño operativo (Exploitation): Reducción de desperdicios, también 17 de ellos indica haber implementado Desempeño de la Cadena (SCP): Análisis de causa raíz y toma de decisiones.

**Ilustración 3636.**

*Barreras para mejorar la eficiencia operativa*

20. ¿Cuáles considera que son las principales barreras para mejorar la eficiencia en su cadena de abastecimiento? (Puede seleccionar más de una opción)

● Costos de implementación de tecnología	29
● Falta de capacitación o personal calificado	13
● Resistencia al cambio dentro de la empresa	17
● Falta de información y medición de indicadores	15
● Otras	1



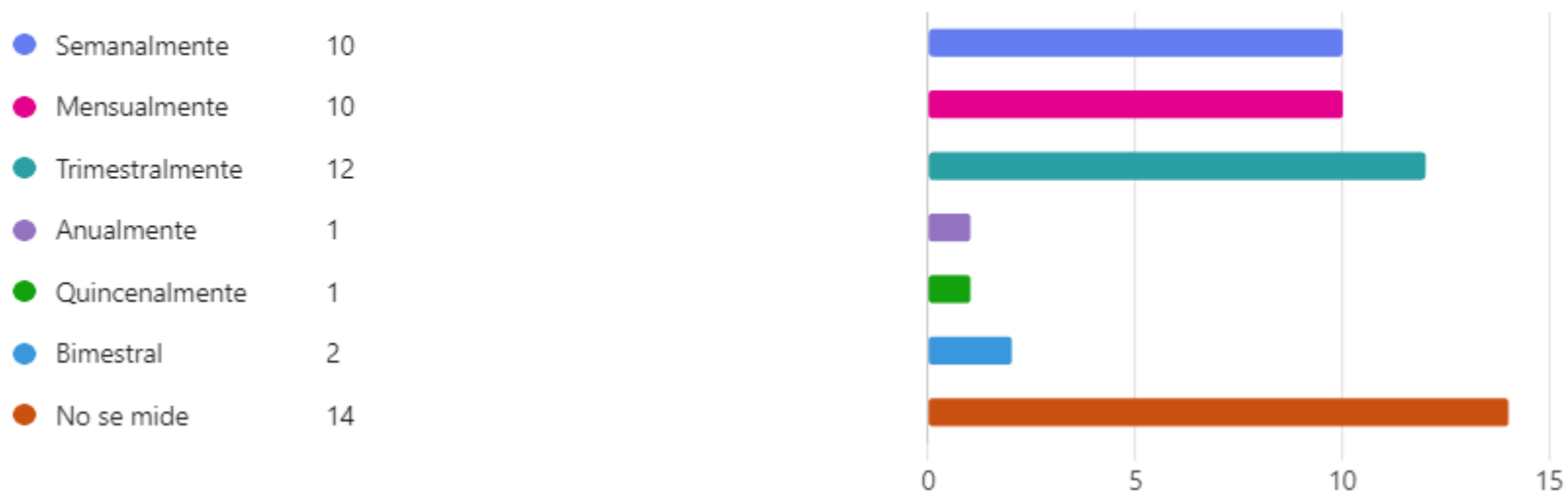
A propósito de las barreras para mejorar la eficiencia de la cadena de suministro, el 39% de los encuestados coincidió en el Costo de implementación de tecnología como la principal barrera, además, el 23% de ellos considera que la Resistencia al cambio dentro de la empresa es

una barrera también importante. El 20% de los encuestados considera a la Falta de información como una barrera y el 17% de ellos indicó la Falta de capacitación o personal cualificado como una barrera para mejorar la eficiencia de la cadena de suministro.

**Ilustración 3737.**

*Frecuencia de evaluación de pronósticos*

21. ¿Con qué frecuencia su empresa evalúa la precisión de sus pronósticos de demanda?

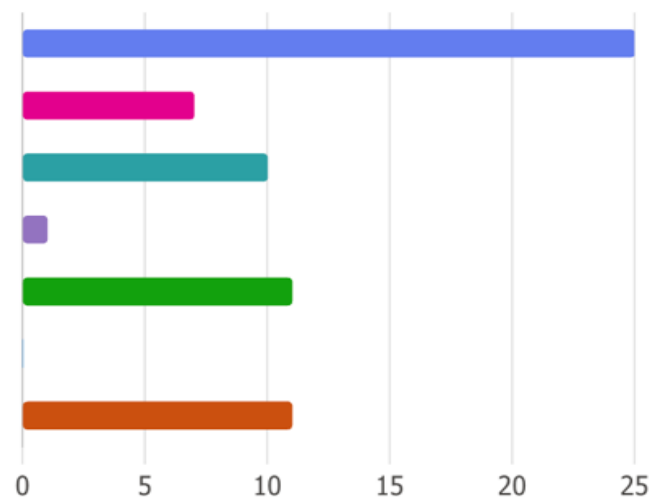


14 de los encuestados indica que en su empresa No se evalúa la precisión de los pronósticos de demanda, sin embargo, 36 de ellos indica que su empresa realiza dicha evaluación, al menos, una vez al año, siendo Trimestral y Mensual, la periodicidad más frecuente.

**Ilustración 3838.**

*Herramientas para pronósticos*

● Excel u hojas de cálculo manuales	25
● Software de planificación de demanda (Ej: SAP IBP, Oracle, O9)	7
● Métodos estadísticos tradicionales (Ej: Suavización exponencial, regresión)	10
● Modelos avanzados de Machine Learning / Inteligencia Artificial	1
● Estimaciones basadas en experiencia de la empresa	11
● DDT (Demand Driven Technology)	0
● No se cuenta con un método estructurado	11



Con relación a las herramientas más usadas para pronósticos, 25 encuestados coincidieron en el uso de Excel u Hojas de Cálculo, así mismo, 11 de ellos manifiesta que en su empresa usan Estimaciones basadas en experiencia de la empresa y 11 más confirman No contar con un método estructurado para la realización de pronósticos. Solo 7 de los encuestados coincidió en que en su empresa utilizan Software de planificación de demanda y uno indica el uso de Modelos avanzados de Machine Learning.

**Ilustración 3939.**

*Indicadores para evaluar pronósticos*

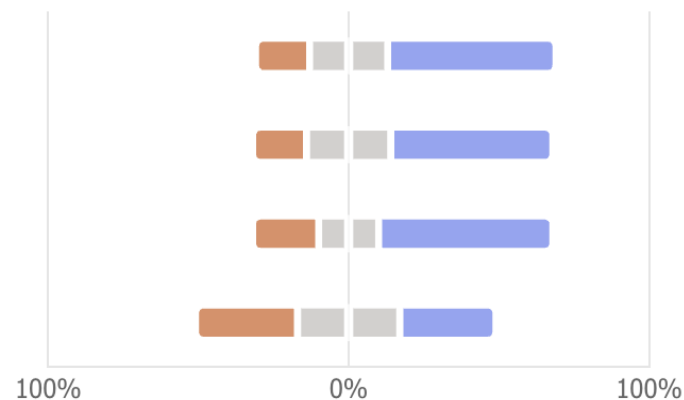
● Sí   ● No   ● No estoy seguro

MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

BIAS (indica si los pronósticos tienden a sobreestimar o subestimar la demanda)

MSE (Mean Squared Error)

Definición de OKRs (*Metodología para definir y alcanzar metas estratégicas mediante objetivos cualitativos y resultados medibles*)

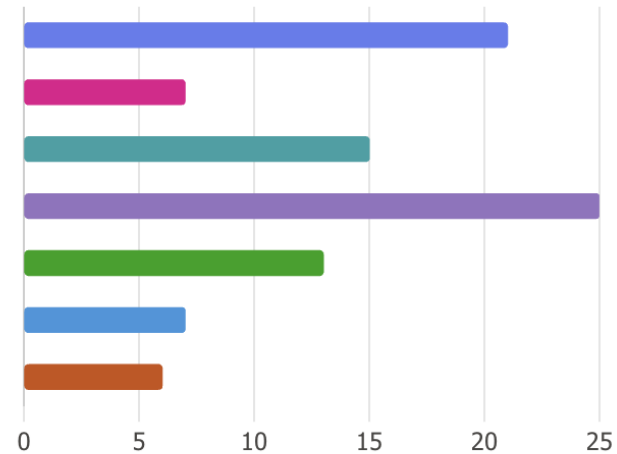


Para evaluar pronósticos se mencionaron cuatro alternativas, en los que los encuestados debían indicar sí en su empresa se utiliza alguno de los indicadores para evaluar pronósticos, de estos, se evidenció que la respuesta positiva más usual fue la Definición de OKRs, indicado por el 34% de los encuestados. Con respecto al uso de MSE (Mean Squared Error), el 22% indicó utilizarlo. En definitiva, la mayoría de los encuestados No está seguro del tipo de herramientas utilizadas para evaluar pronósticos en su empresa.

**Ilustración 4040.**

*Estrategias para mejorar pronósticos*

● Optimización de modelos estadísticos	21
● Implementación de software de predicción avanzada	7
● Integración de datos en tiempo real para ajustar pronósticos	15
● Capacitación del personal en técnicas de pronóstico	25
● Análisis de estacionalidad y patrones cíclicos (demanda)	13
● Uso de Business Intelligence (BI) para correlacionar diferentes datos	7
● Monitoreo continuo de la exactitud del pronóstico (Forecast Accuracy)	6

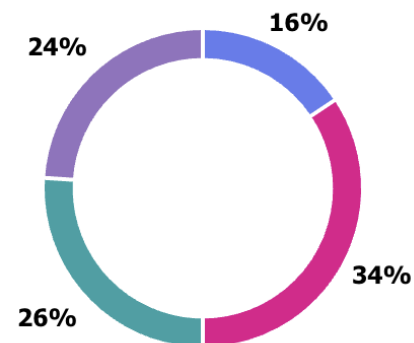


Como estrategia para mejorar la precisión de los pronósticos más utilizada se encuentra la Capacitación al personal, seguido por la Optimización de modelos estadísticos e Integración de datos en tiempo real. La estrategia menos usada es el Monitoreo continuo de la exactitud de los pronósticos.

**Ilustración 4141.**

*Principales barreras para mejorar la precisión de pronósticos*

● Falta de datos históricos confiables	15
● Uso de métodos obsoletos o manuales	33
● Falta de capacitación del personal	25
● Baja inversión en tecnología	23
● Otras	0



Las encuestas realizadas indican que la principal barrera es el uso de métodos obsoletos, seguido por la falta de capacitación de personal y la baja inversión en tecnología. La barrera menos coincidente fue la Falta de datos históricos, lo que indica que las empresas sí cuentan con información para realizar pronósticos, pero que no cuentan ni con la capacitación ni con la tecnología requerida para hacerlo.

**Ilustración 4242.**

*Frecuencia control de inventario*

26. ¿Con qué frecuencia realiza un control de inventario en su empresa?

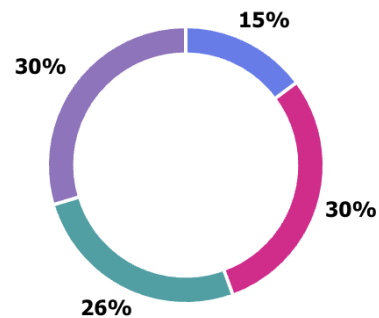


El 64% de los encuestados indicaron que en su empresa se realiza, de manera mensual, el control de inventarios, mientras que el 28% indica que este proceso se desarrolla de manera semanal. Adicionalmente, solo el 4% de los encuestados indica que en su empresa No se hace control de inventarios.

**Ilustración 4343.**

*Factores que influyen en la gestión de inventario*

● Falta de capacitación del personal para interpretar dashboards de BI	12
● Resistencia al cambio entre procesos manuales y automatizados	24
● Cultura organizacional enfocada en métodos tradicionales	21
● Recursos tecnológicos insuficientes	24
● Otras	0



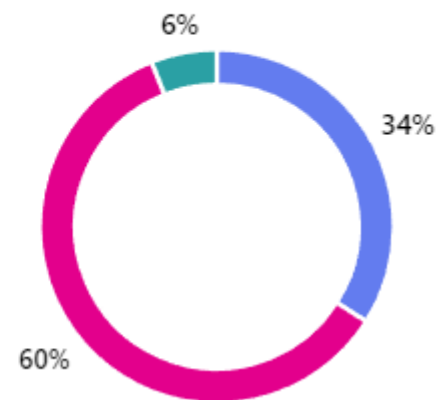
Como los factores que más influyen en la gestión de inventario, se tienen la Resistencia al cambio, seguido por la insuficiencia de recursos tecnológicos, estos hechos se presentaron en 24 respuestas, respectivamente. Así mismo, se identificó que el factor de menor influencia obedece a la falta de capacitación de personal.

**Ilustración 444.**

*Tiempo de permanencia del inventario*

28. ¿Cuánto tiempo, en promedio, permanecen los productos en su inventario antes de ser vendidos?

● Menos de 7 días	17
● 7 a 30 días	30
● 1 a 3 meses	3
● Más de 3 meses	0



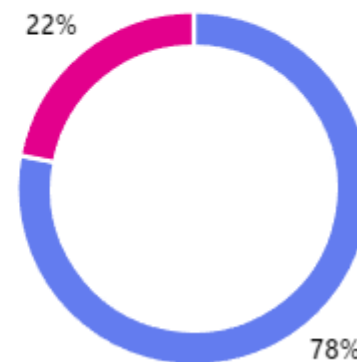
El 60% de los encuestados indicó que el inventario de su empresa permanece entre 7 y 30 días, el 34% de ellos manifiesta que su inventario permanece unos siete días, mientras que el 6% indica que el inventario está entre 1 a 3 meses.

**Ilustración 4545.**

*Stock de seguridad*

29. ¿Mantiene un nivel de stock de seguridad para evitar desabastecimientos?

● Sí	39
● No	11



El 78% de los encuestados (39), manifiesta que en su empresa Si se mantiene un stock de seguridad de inventario, mientras que 11 de ellos (el 22%) indica que no.

**Ilustración 4646.**

*Porcentaje de stock de seguridad*

30. ¿Qué porcentaje de su inventario total corresponde al stock de seguridad?



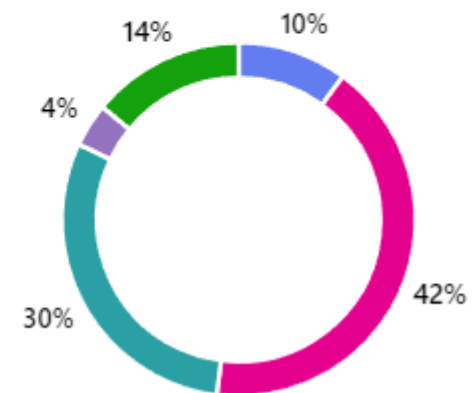
De los resultados obtenidos, se pudo identificar que el 38% de los encuestados indica que en su empresa el porcentaje de Stock de seguridad se encuentra entre el 10 y 20%, mientras que el 46% manifiesta que dicho stock corresponde a Menos del 10%.

**Ilustración 4747.**

*Frecuencia de uso de stock*

31. ¿Con qué frecuencia la empresa en la que trabaja debe recurrir al stock de seguridad por falta de inventario disponible?

● Nunca	5
● Rara vez	21
● Ocasionalmente	15
● Frecuentemente	2
● No sabe	7



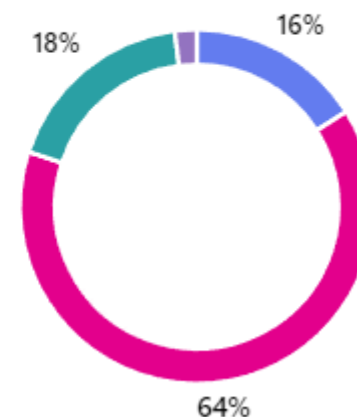
Se les preguntó a los participantes por la frecuencia de uso del stock de seguridad y 21 de ellos manifiesta que rara vez se hace uso del stock de seguridad, mientras que 15 de ellos indica que Ocasionalmente hacen uso del stock. Cinco encuestados más indicaron que nunca hacen uso del stock de seguridad en su empresa y solo dos de ellos manifiesta que con frecuencia se hace uso de dicho stock.

**Ilustración 4848.**

*Calificación de gestión de inventario*

32. ¿Cómo calificaría la eficiencia de su gestión de inventario en términos de disponibilidad de productos?

● Muy eficiente	8
● Eficiente	32
● Regular	9
● Ineficiente	1



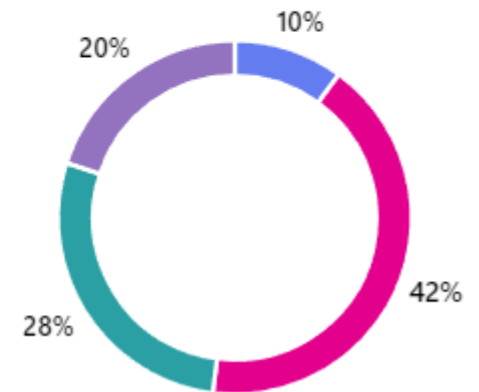
32 de los encuestados indica que la gestión de inventarios en términos de disponibilidad de productos en su empresa es eficiente, mientras que 8 de ellos consideran que es Muy eficiente. De otro lado, 9 de los participantes indica que la gestión de inventario es Regular, mientras que uno considera que es Ineficiente.

**Ilustración 4949.**

*Implementación de herramientas de BI para la gestión de la cadena de suministro*

33. ¿La empresa ha implementado herramientas de BI para la gestión de la cadena de suministro?

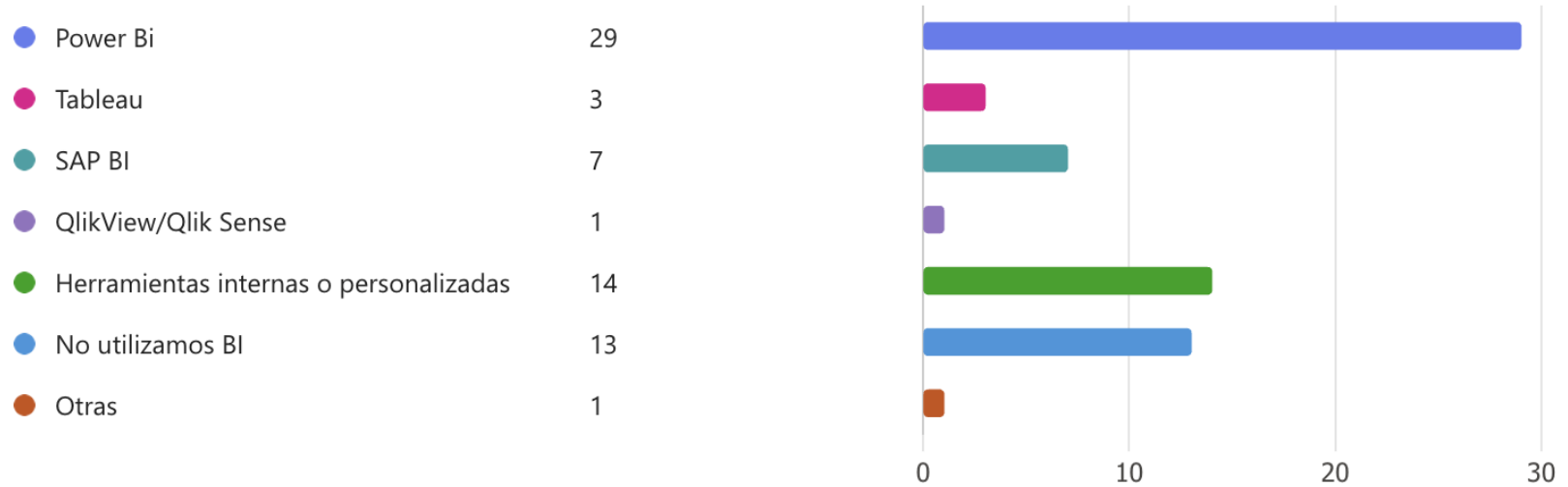
● Sí, completamente implementadas	5
● Sí, parcialmente implementadas	21
● No, pero estamos en proceso de implementación	14
● No se ha considerado la implementación	10



Los resultados evidencian que, aunque todavía hay empresas en proceso de adopción, una parte significativa ya ha iniciado la implementación de herramientas de inteligencia de negocios. La mayoría de las respuestas indican que las empresas han implementado soluciones de BI de forma parcial. Solo una minoría afirma tener una implementación completa o aún no haber considerado la posibilidad.

**Ilustración 50.50**

*Herramientas de BI utilizadas*

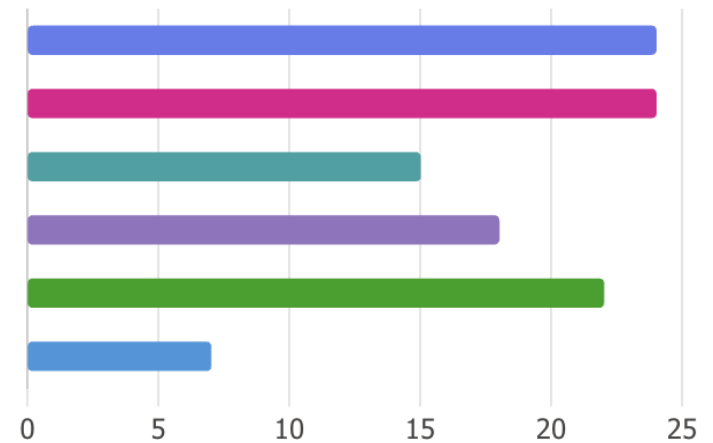


El 43% de los encuestados (29) indican que en su empresa utilizan Power BI, siendo esta la herramienta más usual, esta respuesta es seguida de Herramientas internas o personalizadas, donde el 21% de los participantes (14) indica su uso.

**Ilustración 51.51**

*Áreas de implementación de BI (En la cadena de suministro)*

● Planificación de demanda	24
● Optimización de inventarios	24
● Gestión de proveedores	15
● Control de costos operativos	18
● Logística y distribución	22
● Otras	7

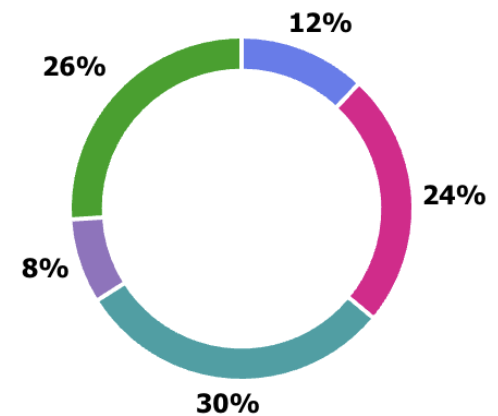


Las dos áreas en las que más uso se da a herramientas de BI corresponden a Planificación de demanda y Optimización de inventarios, seguido de logística y distribución. Por otro lado, se identificó que el área de menos uso de estas herramientas es Gestión de proveedores.

**Ilustración 52.52**

*Frecuencia de uso de herramientas de BI*

● Diariamente	6
● Semanalmente	12
● Mensualmente	15
● Esporádicamente	4
● No utilizamos herramientas de BI para este propósito	13



Según las respuestas, se identificó que solo 13 (el 26%) encuestados indican que en su empresa no usan herramientas de BI para analizar el comportamiento de cadena de suministro, mientras que el 74% restante, indica usar herramientas de BI, al menos, de manera mensual.

**Ilustración 53.53**

*Toma de decisiones estratégicas en la cadena de suministro*

37. ¿Cómo se toman actualmente las decisiones estratégicas en la cadena de suministro de su empresa?

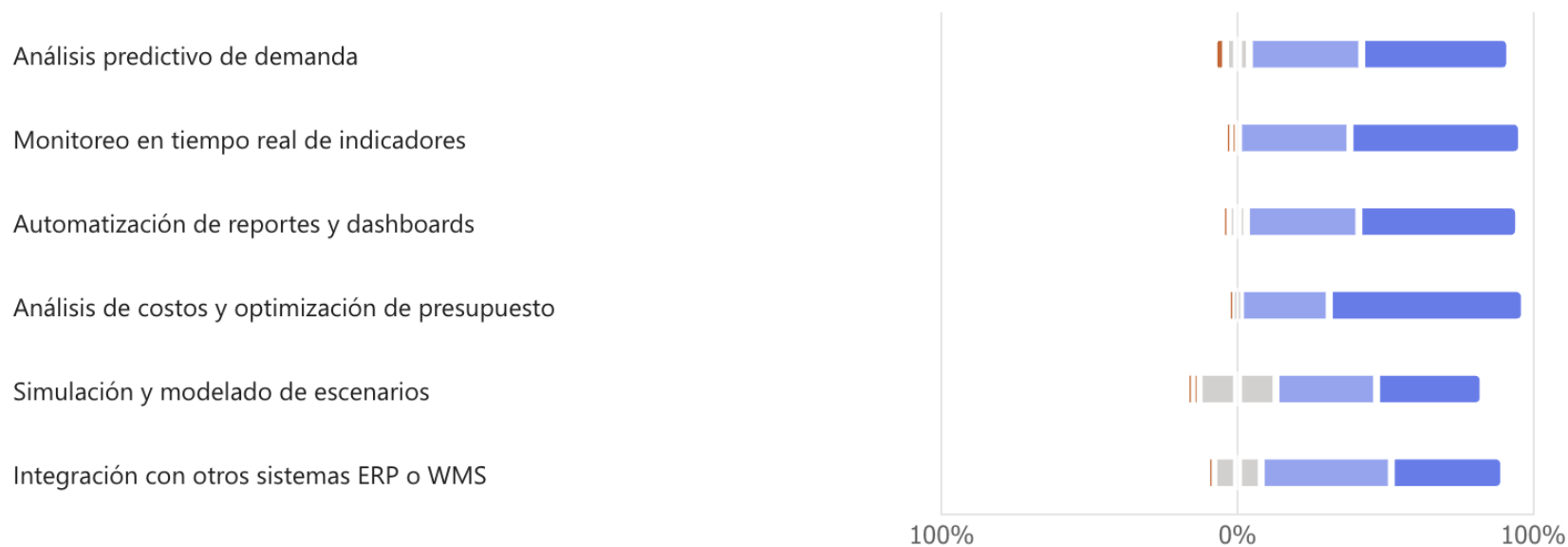


Los resultados evidencian que, aunque todavía hay empresas en proceso de adopción, una parte significativa ya ha iniciado la implementación de herramientas de inteligencia de negocios. La mayoría de las respuestas indican que las empresas han implementado soluciones de BI de forma parcial. Solo una minoría afirma tener una implementación completa o aún no haber considerado la posibilidad.

**Ilustración 5454.**

*Importancia de funcionalidades de BI*

● Nada importante   ● Poco importante   ● Neutral   ● Importante   ● Muy importante

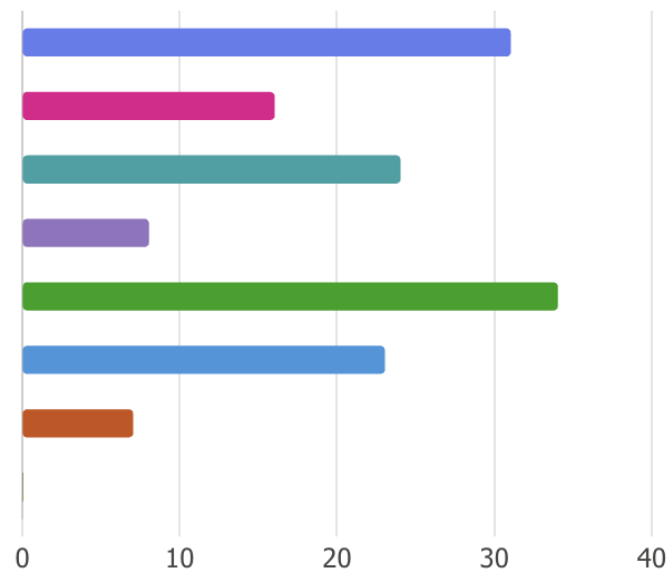


Ante la pregunta relacionada con la importancia de las funcionalidades principales en las herramientas de BI para la optimización de la cadena de suministro, los encuestados, en su mayoría, consideran importante y muy importante su aplicación en temas como: Monitoreo en tiempo real de indicadores, Automatización de reportes y Análisis de Costos.

**Ilustración 5555.**

*KPI utilizados*

● Costo total de operaciones	31
● Nivel de cumplimiento OTIF (On Time, In Full)	16
● Niveles de desperdicio o producto no conforme	24
● Precisión del pronóstico (MSE, MAPE, BIAS)	8
● Rotación de inventario	34
● Días de inventario disponible	23
● Customer Satisfaction Score (CSAT)	7
● Otras	0

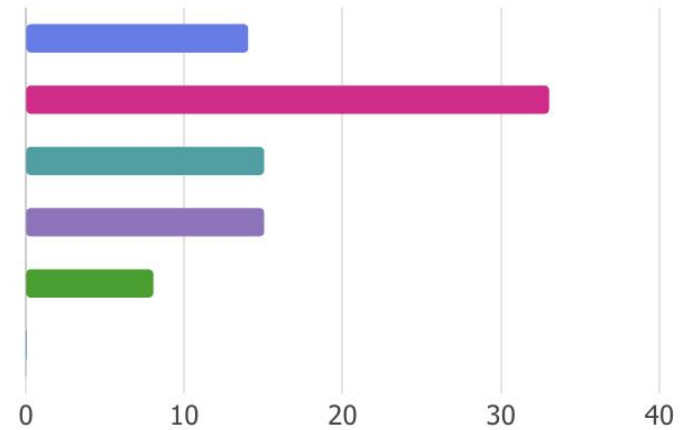


Según las respuestas otorgadas, se determina que entre los KPI más utilizados se encuentra la Rotación de Inventario, el Costo total de Operaciones y los Niveles de Desperdicio. En general todas las opciones de respuesta indican la apropiación en el uso de KPI's para estas operaciones.

**Ilustración 5656.**

*Desafíos para implementar BI*

● Alto costo de implementación	14
● Falta de conocimiento o capacitación en BI	33
● Resistencia al cambio en la empresa	15
● Problemas de integración con otros sistemas	15
● Falta de datos de calidad	8
● Otras	0

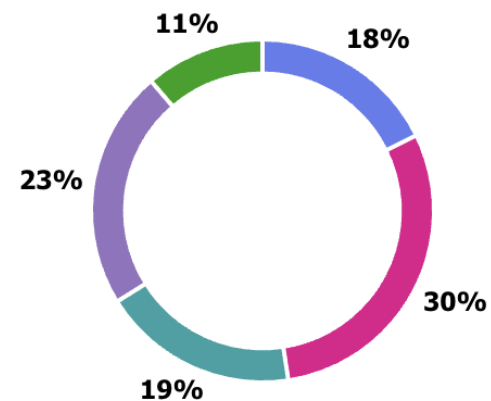


Entre los principales desafíos para la implementación de BI en la cadena de suministro está la Falta de conocimiento o capacitación, seguido por la resistencia al cambio y problemas de integración con otros sistemas.

**Ilustración 57.**

*Áreas de mayor aporte de BI*

● Reducción de costos operativos	22
● Mejora en la toma de decisiones estratégicas	37
● Optimización de rutas y logística	23
● Mayor precisión en la planificación de demanda	28
● Mejora en la satisfacción del cliente	14



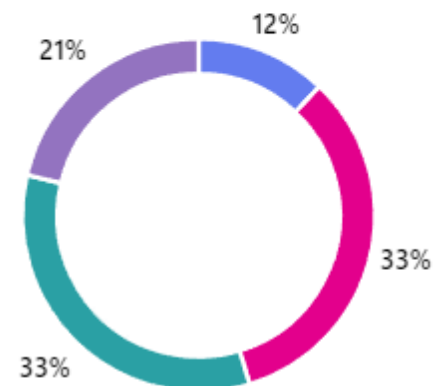
El área que, según los encuestados, aportaría más la aplicación de herramientas de BI es la Mejora en la toma de decisiones estratégicas, seguido por Mayor precisión en la planificación de la demanda. De igual manera, áreas como la Reducción de costos operativos y la Optimización de rutas, son áreas que, según los participantes, reciben beneficios tras la implementación de BI.

**Ilustración 5858.**

*Mejoras en las visibilidad y control sobre la cadena de suministro*

43. ¿En qué medida considera que el BI ha mejorado la visibilidad y control sobre la cadena de suministro de su empresa?

● Ha mejorado significativamente	9
● Ha mejorado de forma moderada	25
● Ha mejorado de forma moderada	25
● No utilizamos BI para mejorar la visibilidad de la cadena de suministro	16



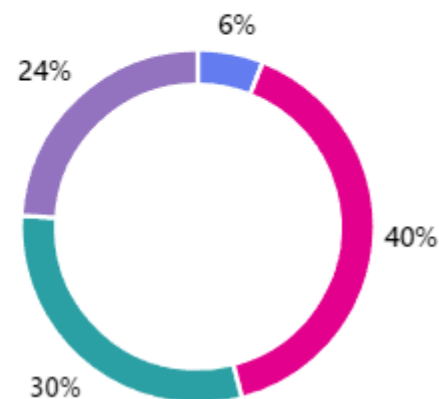
Sobre la visibilidad y el control de la cadena de suministro gracias al BI, se identificó que una buena parte de las empresas percibe una mejora moderada, y un grupo más reducido una mejora significativa. Sin embargo, también hay empresas que aún no utilizan BI, lo cual evidencia brechas que podrían ser abordadas mediante estrategias de capacitación y adopción tecnológica.

**Ilustración 5959.**

*Nivel de capacitación en el uso de herramientas BI*

44. ¿Qué nivel de capacitación ha recibido usted en su empresa en el uso de herramientas de BI para la gestión de la cadena de suministro?

● Capacitación avanzada (uso experto)	3
● Capacitación básica (uso intermedio)	20
● Capacitación mínima (uso básico)	15
● Sin capacitación	12



Respecto a la capacitación, los resultados muestran que la mayoría del personal cuenta con formación básica o mínima en el uso de herramientas BI, mientras que solo unos pocos han recibido entrenamiento avanzado. Esto sugiere que el conocimiento sobre estas tecnologías existe, pero aún no se ha desarrollado en profundidad ni de forma homogénea.