



Facultada de Ciencia y Tecnología

Ingeniería de Producción

Caracterización del desempeño de una distribuidora de medias mediante la
aplicación de técnicas estadísticas

Trabajo previo a la obtención del grado académico de Ingeniero de la Producción

Carlos Alberto Encalada Pastrana

Dr. Julio Cesar Mosquera G.

Cuenca – Ecuador

2025

Agradecimiento

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a la universidad por haberme brindado la oportunidad de acceder a una educación superior de calidad y por confiar en mi potencial como estudiante. Esta institución se convirtió en el espacio donde pude crecer académicamente, formarme como profesional y desarrollar habilidades que marcarán mi futuro.

De igual manera, agradezco profundamente a Fernanda Asitimbay, quien fue una pieza clave en este proceso. Gracias a su apoyo constante, su gestión oportuna dentro de la universidad y su fe en mis capacidades, pude iniciar y sostener este camino académico. Fernanda no solo me orientó, sino que me abrió puertas cuando más lo necesitaba, demostrando un compromiso genuino con mi desarrollo.

Este logro no habría sido posible sin la conjunción del respaldo institucional y el acompañamiento humano. A ambos, la universidad y Fernanda, les debo una parte fundamental de este capítulo culminante en mi vida. Gracias por creer en mí y por ser parte esencial de este logro

Resumen

El objetivo de este artículo es caracterizar el desempeño de una distribuidora de medias a través de la aplicación de técnicas estadísticas multivariantes y de análisis de eficiencia. En particular, se utiliza el análisis ABC-XYZ, regresión lineal múltiple y el análisis Envolvente de Datos (DEA) para evaluar y clasificar los productos de la distribuidora Charlie. Se realiza un diagnóstico de la situación actual de la empresa, aplicando los métodos mencionados para clasificar los productos según su importancia y comportamiento de demanda, identificando los factores que afectan el desempeño. Además, se emplea la regresión lineal múltiple para modelar las relaciones entre las variables que impactan en la eficiencia de la distribuidora. El análisis DEA permite medir la eficiencia relativa de los productos, brindando una perspectiva detallada de las áreas de mejora. Con base en los resultados obtenidos, se proponen estrategias de mejora para optimizar los productos de la empresa. Este estudio contribuye a la comprensión del desempeño de las distribuidoras de medias mediante el uso de herramientas estadísticas avanzadas y proporciona recomendaciones prácticas para mejorar la competitividad y la eficiencia operativa de la empresa.

Palabras clave: análisis ABC-XYZ, regresión múltiple, análisis DEA, eficiencia, distribuidora de medias, optimización de procesos.

Abstract

The objective of this paper is to characterize the performance of an average distributor through the application of multivariate statistical techniques and efficiency analysis. In particular, ABC-XYZ analysis, multiple linear regression and Data Envelopment Analysis (DEA) are used to evaluate and classify Charlie's products. A diagnosis of the company's current situation is made, applying the aforementioned methods to classify the products according to their importance and demand behavior, identifying the factors that affect performance. In addition, multiple linear regression is used to model the relationships between the variables that impact the distributor's efficiency. The DEA analysis allows measuring the relative efficiency of the products, providing a detailed perspective of the areas for improvement. Based on the results obtained, improvement strategies are proposed to optimize the company's products. This study contributes to the understanding of the performance of hosiery distributors through the use of advanced statistical tools and provides practical recommendations to improve the company's competitiveness and operational efficiency.

Keywords: ABC-XYZ analysis, multiple regression, DEA analysis, efficiency, stocking distributor, process optimization.

Índice de Contenido

Agradecimiento.....	i
Resumen	ii
Abstract	iii
Índice de Contenido	iv
Índice de Tablas	vi
Índice de Figuras.....	vii
Introducción.....	1
Marco Teórico.....	3
Métodos.....	6
Diagnóstico de la Situación Actual.....	6
1. Evaluación de la Capacidad y Producción	6
2. Evaluación de la Eficiencia y Costos	7
3. Evaluación de los Resultados y Desempeño	8
Análisis ABC-XYZ	8
Datos para el Análisis ABC-XYZ.....	8
Metodología del Análisis ABC	9
Metodología del Análisis XYZ.....	9
Integración del Análisis ABC-XYZ.....	10
Regresión lineal múltiple	11
Análisis de Variables y Relaciones	11
Análisis DEA	12
Datos Utilizados.....	13
Resultados.....	13
Clasificación ABC	14
Clasificación XYZ	14
Integración ABC-XYZ	15
Regresión lineal múltiple	18
Método de ortogonalidad empresa.....	22
Análisis DEA	23
Discusiones	24
Conclusión.....	25

Referencias	27
Anexos.....	30

Índice de Tablas

Tabla 1 Análisis de Capacidad de Producción y Logística	6
Tabla 2 Indicadores Financieros Clave de la Distribuidora	7
Tabla 3 Clasificación ABC de productos según contribución a ingresos y análisis estadístico de valores	14
Tabla 4 Clasificación ABC de productos según contribución	15
Tabla 5 Asignación de productos a categorías combinadas ABC-XYZ.....	15
Tabla 6 Matriz ABC-XYZ que integra ambas clasificaciones y permite visualizar los grupos estratégicos de productos.....	17

Índice de Figuras

Figura 1 Diagrama de Pareto que muestra la contribución acumulada de los productos a los ingresos totales (análisis ABC).....	16
Figura 2 Gráfico de dispersión que relaciona el coeficiente de variación (CV) con los ingresos generados por cada producto (análisis XYZ).....	17
Figura 3 Residuos vs. Valores Ajustados.....	19
Figura 4 Q-Q Normal.....	20
Figura 5 Escala - Ubicación	21
Figura 6 <i>Residuos Apalancados</i>	21
Figura 7 Eficiencia DEA-BCC de Productos (modelo orientado a insumos)	23

Índice de Anexos

Anexo 1	Ventas totales por producto (2024)	29
Anexo 2	Estadísticos descriptivos de ingresos por producto (2024)	28
Anexo 3	Clasificación ABC-XYZ de productos según ventas	29
Anexo 4	Variables predictoras del modelo de ventas (2024)	30
Anexo 5	Inputs y Outputs para el modelo DEA	31
Anexo 6	Resultados del modelo de regresión lineal	32
Anexo 7	Prueba de Durbin-Watson	33
Anexo 8	ANOVA	34
Anexo 9	Resultados del análisis DEA para el producto SAHT1	34
Anexo 10	Resultados del análisis DEA para el producto STHT1	45

Introducción

La industria textil, especialmente el segmento de las medias, es altamente dinámica y combina funcionalidad y moda, adaptándose a las necesidades cambiantes del mercado. Este sector ha evolucionado gracias a tecnologías avanzadas, materiales innovadores y estrategias centradas en tendencias globales, enfrentando desafíos como la estacionalidad y la fluctuación en la demanda (Masaquiza, 2018).

En Ecuador, la industria de las medias, impulsada principalmente por PYMES, ha crecido en ciudades como Quito, Guayaquil y Cuenca. Sin embargo, enfrenta retos como la competencia con productos importados y limitaciones tecnológicas. Empresas locales, como Charlie en Cuenca, destacan por su diversificación y personalización, pero enfrentan dificultades en la gestión de inventarios y segmentación de clientes. Esto subraya la necesidad de aplicar herramientas estadísticas para optimizar operaciones y fortalecer la competitividad en un mercado cambiante (Cevallos et al., 2022).

La problemática actual en la distribuidora Charlie se manifiesta en acumulaciones innecesarias de inventario o desabastecimientos en momentos críticos, lo que incrementa los costos operativos y afecta la eficiencia de sus procesos. Este escenario resalta la necesidad de implementar herramientas analíticas que permitan evaluar y mejorar el desempeño de la empresa. Como señalan Berúdez et al., 2014 las técnicas estadísticas multivariantes, como el análisis de regresión, junto con métodos de gestión de inventarios y clasificación de productos, como el análisis ABC-XYZ, son altamente efectivas para mejorar la gestión de inventarios, segmentar clientes y optimizar la rentabilidad. Estas herramientas no solo facilitan la identificación de patrones y tendencias en los datos, sino que también permiten tomar decisiones basadas en evidencia para fortalecer la competitividad de la empresa. Martínez (2005) muestra que estas

técnicas permiten monitorear el desempeño a largo plazo, mientras que Beach (2019) destaca su utilidad para identificar áreas de mejora en entornos competitivos. Asimismo, Luicin Alexandra (2006) enfatiza la importancia de realizar un diagnóstico inicial para establecer líneas base que guíen la optimización de procesos.

El presente estudio tiene como objetivo principal caracterizar el desempeño de la distribuidora Charlie mediante la aplicación de técnicas estadísticas. Para ello, primero se realiza un diagnóstico de la situación actual de la empresa, seguido de la clasificación de productos mediante el análisis ABC-XYZ y la aplicación de regresión multivariante junto con un análisis DEA. Finalmente, se proponen estrategias de mejora para optimizar tanto los productos como los procesos de la distribuidora

El enfoque metodológico de esta investigación es cuantitativo y se centra en el análisis de datos históricos de ventas y registros operativos de la empresa. La investigación se desarrollará en etapas que incluyen un diagnóstico inicial de las operaciones de Charlie, la aplicación de técnicas multivariantes para identificar factores clave de la demanda, y el uso del análisis ABC-XYZ y DEA para optimizar la gestión de inventarios y evaluar la eficiencia operativa.

Este artículo está organizado de la siguiente manera: primero, se presenta el marco teórico, que contiene los fundamentos conceptuales que sustentan el estudio. Luego, se detalla la metodología empleada, incluyendo las técnicas estadísticas y los procedimientos de análisis aplicados. A continuación, se exponen los resultados obtenidos de la caracterización del desempeño de Charlie, respaldados por datos cuantitativos y representaciones gráficas. Después, se interpretan los resultados en relación con la literatura previa, destacando su relevancia y contribución al campo de estudio. Finalmente, se ofrecen las conclusiones derivadas del análisis, junto con recomendaciones prácticas para la optimización del desempeño empresarial.

Marco Teórico

La distribución de productos textiles involucra una serie de actividades diseñadas para gestionar la oferta y demanda de artículos como las medias (Núñez,2019). La distribución representa la etapa final en la cadena de suministro, cuya función es entregar los productos al cliente final, coordinando la gestión de inventarios, el transporte y los canales de venta. La distribución textil es un proceso vital que conecta a los fabricantes con los consumidores, la etapa final de la cadena de suministro, gestionando la disponibilidad de productos en el punto de venta (Gonzales, 2022). Una distribuidora se encarga de actuar como intermediaria entre los productores y los consumidores, facilitando la entrega de productos al mercado final. Ofreciendo un producto que responda diversas necesidades del mercado, y su enfoque en la calidad es esencial para garantizar un crecimiento sostenido y la satisfacción de los clientes a lo largo del tiempo (Guerra & Cárdenas, 2013).

La demanda en el sector textil, particularmente en el mercado de medias, es altamente dinámica y está influenciada por factores estacionales, tendencias de moda y estrategias de marketing (Masaquiza, 2018). Estos factores afectan directamente las fluctuaciones en la demanda. No obstante, la ausencia de una segmentación detallada de la clientela puede dificultar la precisión en los pronósticos de demanda, limitando la capacidad de ajustar la oferta de productos para satisfacer las necesidades específicas de los consumidores.

Desde otro enfoque las técnicas multivariantes, como el análisis DEA (Data Envelopment Analysis), regresión lineal múltiple, junto con métodos de clasificación y gestión de inventarios, como el análisis ABC-XYZ, desempeñan un papel clave en la evaluación de la eficiencia operativa y la optimización de recursos en una empresa. La regresión permite analizar la relación entre variables clave, como las ventas y los factores que las influyen (Mejia & Zhimnay, 2019), mientras

que el análisis ABC clasifica los productos según su valor o contribución a los ingresos, y el análisis XYZ se enfoca en la variabilidad de la demanda. La implementación de estas herramientas resultó fundamental para clasificar los datos recopilados y comprender el comportamiento de los inventarios en distintos escenarios, tal como se evidenció en la investigación de (Preciado, 2015). Por otro lado, el análisis DEA es una metodología utilizada para evaluar la eficiencia relativa de diversas unidades productivas, comparando la relación entre entradas y salidas, como señalan (Sergio & Emiro, 2020). Esta técnica es especialmente útil en el ámbito de las distribuidoras, porque permite explorar nuevas herramientas y metodologías que complementan las ya existentes, contribuyendo a la optimización tanto de los procesos operativos como de la toma de decisiones estratégicas. El trabajo de la Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA presenta el estudio "El sector textil en la zona del Alcoià. Un análisis fuzzy de eficiencia", donde se emplea el DEA para medir la eficiencia en el sector textil, proporcionando una visión detallada sobre cómo esta herramienta puede aplicarse para mejorar la competitividad de las empresas, lo que también es aplicable a otros sectores, como el de la distribución (Leonor, 2012).

La gestión eficiente de las operaciones es clave para que una empresa se mantenga competitiva en el mercado. García (2020) señala que una gestión eficiente no solo disminuye costos, sino que también optimiza el servicio al cliente y facilita una mejor adaptación a las variaciones en la demanda. En una distribuidora, la eficiencia se alcanza a través de herramientas como el control detallado de inventarios y la mejora continua de los procesos. La implementación de un análisis DEA permite identificar oportunidades de mejorar, maximizando la rentabilidad y ajustando la combinación de productos de acuerdo con la demanda de los clientes (Sergio & Emiro, 2020).

En el ámbito del control y mejora de la calidad, la aplicación de técnicas estadísticas multivariantes ha demostrado ser fundamental en diversos sectores, incluido el textil. Un ejemplo de ello es la investigación Martínez (2005) donde se implementaron estas técnicas para analizar y optimizar procesos productivos. De manera similar, en una distribuidora de medias, la formulación de estrategias de mejora para sus productos y procesos basada en el análisis multivariante resulta esencial para la optimización de la gestión empresarial. Este enfoque permite identificar las interrelaciones complejas entre diversas variables que influyen en el rendimiento organizacional, lo que facilita una toma de decisiones más informada. Como señalan Carot y Jabaloyes, (2005) , el análisis multivariante proporciona una base sólida para descomponer y entender los factores que afectan la eficiencia y efectividad de los procesos, permitiendo diseñar estrategias que se ajusten a las necesidades del mercado y de los consumidores. La implementación de estas estrategias no solo busca mejorar la calidad de los productos, sino también optimizar los procesos internos, aumentando la competitividad en un entorno comercial dinámico.

Métodos

Diagnóstico de la Situación Actual

El diagnóstico de la situación actual de la distribuidora de medias tuvo como objetivo identificar áreas críticas y oportunidades de mejora en sus operaciones. Para lograrlo, se implementó un enfoque metodológico basado en el análisis detallado de la capacidad de producción, la eficiencia operativa, los costos asociados y el desempeño general de la empresa. Las actividades específicas realizadas se describen a continuación:

1. Evaluación de la Capacidad y Producción

Se analizaron los registros históricos de producción y operaciones para determinar los niveles de capacidad instalada y utilizada, así como su relación con la demanda del mercado. Se emplearon herramientas estadísticas para identificar cuellos de botella e ineficiencias en los procesos productivos. Los datos recopilados incluyeron:

Tabla 1

Análisis de Capacidad de Producción y Logística

Indicador	Valor
Número de productos en el catálogo	130 productos.
Promedio de ventas mensuales	287 docenas.
Capacidad de almacenamiento	608 docenas.
Tiempo de reposición de inventario	1 semana.
Capacidad de distribución mensual	380 docenas.

Se realizó un análisis cuantitativo de datos operativos mensuales para caracterizar el desempeño de la distribuidora. Se calcularon promedios de ventas y se comparó la capacidad de

distribución con las ventas promedio mediante una razón matemática. Los datos incluyeron: capacidad de almacenamiento y distribución, número de productos, ventas promedio y tiempo de reposición (Tabla 1). Este análisis identificó limitaciones en la capacidad de distribución en relación con las ventas.

2. Evaluación de la Eficiencia y Costos

Para medir la eficiencia operativa, se analizaron los costos asociados a la gestión de la distribuidora mediante indicadores clave de desempeño (KPI), cuyos resultados se presentan en la Tabla 2. Indicadores Financieros Clave de la Distribuidora. Este análisis incluyó métricas como productividad laboral, costos operativos por unidad y tiempos de respuesta, evaluando tanto costos fijos como variables para identificar oportunidades de optimización.

Tabla 2

Indicadores Financieros Clave de la Distribuidora

Indicador	Valor
Costo de almacenamiento mensual	\$80.
Costo de adquisición por docena	≈ \$4,80.
Costo de transporte por pedido	entre \$5 y \$10.
Margen de ganancia por docena	\$1,00 - \$2,20 (según el precio de venta, que oscila entre \$5,80 y \$7,00).

Estos datos se compararon con los ingresos generados para determinar la rentabilidad mensual en diferentes escenarios de ventas. Por ejemplo, se identificó que los costos de transporte representan un porcentaje significativo de los costos totales, lo que sugiere la necesidad de optimizar las rutas de distribución.

3. Evaluación de los Resultados y Desempeño

Se recopilaron y analizaron los resultados históricos de la distribuidora en términos de ventas, rotación de inventarios y satisfacción del cliente. Este análisis incluyó el uso de técnicas estadísticas para detectar patrones, tendencias y posibles desviaciones en los resultados.

Análisis ABC-XYZ

El análisis ABC-XYZ es una técnica combinada que permite clasificar los productos de la distribuidora de medias en función de su importancia (análisis ABC) y su variabilidad en la demanda (análisis XYZ). Esta metodología es fundamental para optimizar la gestión de inventarios, priorizar recursos y mejorar la rentabilidad del negocio. A continuación, se detallan los pasos y los datos utilizados para llevar a cabo este análisis (Medina & Lara, 2017).

Datos para el Análisis ABC-XYZ

Para realizar el análisis ABC-XYZ, se recopilaron los siguientes datos correspondientes al año 2024 de la empresa, incluyendo la cantidad de docenas vendidas en cada mes:

- **Historial de ventas:** se obtuvieron los datos de ventas de cada producto durante el periodo mensual, trimestral y anual. Esta información permitió evaluar el volumen de ventas y su contribución relativa al total de ingresos, identificando los productos más relevantes para el negocio. Los datos se organizaron en una base de datos estructurada para facilitar su procesamiento y análisis.
- **Datos de demanda:** se recopilaron las cantidades vendidas de cada producto en diferentes periodos de tiempo (mensuales). Estos datos fueron esenciales para el análisis XYZ, ya que permitieron evaluar la estabilidad o variabilidad de la

demanda de cada producto, lo que es crucial para la planificación de inventarios. Además, se calcularon métricas como la media y la desviación estándar de la demanda para cada producto.

Metodología del Análisis ABC

El análisis ABC se basó en el principio de Pareto, que establece que un pequeño porcentaje de productos genera la mayor parte de los ingresos. Los productos se clasificaron en tres categorías Pinto, (2018):

- Categoría A: Productos que representan el 20% del total y generan aproximadamente el 80% de los ingresos.
- Categoría B: Productos que representan el 30% del total y contribuyen con el 15% de los ingresos.
- Categoría C: Productos que representan el 50% restante y generan solo el 5% de los ingresos.

Esta clasificación permitió identificar los productos más críticos para la rentabilidad de la empresa y priorizar su gestión.

Metodología del Análisis XYZ

El análisis XYZ se enfocó en la variabilidad de la demanda de los productos. Para ello, se calculó el coeficiente de variación (CV) de la demanda de cada producto, definido como la relación entre la desviación estándar y la media de las ventas (N. Martinez, 2019). Los productos se clasificaron en tres categorías:

- Categoría X: Productos con baja variabilidad ($CV \leq 10\%$).

- Categoría Y: Productos con variabilidad moderada ($10\% < CV \leq 25\%$).
- Categoría Z: Productos con alta variabilidad ($CV > 25\%$).

Esta clasificación permitió identificar productos con demanda estable (X), moderadamente variable (Y) y altamente impredecible (Z), lo que es esencial para la planificación de inventarios y la gestión de riesgos.

Integración del Análisis ABC-XYZ

Finalmente, se integraron los resultados del análisis ABC y XYZ para obtener una clasificación combinada. Esta integración permitió identificar:

- Productos críticos (A-X): Aquellos con alta contribución a los ingresos y baja variabilidad en la demanda. Estos productos requieren una gestión prioritaria y niveles óptimos de inventario.
- Productos estratégicos (A-Z): Aquellos con alta contribución a los ingresos, pero alta variabilidad en la demanda. Necesitan estrategias de pronóstico y gestión de inventario más robustas.
- Productos de bajo impacto (C-Z): Aquellos con baja contribución a los ingresos y alta variabilidad en la demanda. Estos productos pueden ser candidatos para la reducción de inventario o la eliminación del catálogo.

Regresión lineal múltiple

Análisis de Variables y Relaciones

Además del análisis ABC-XYZ, se realizó un estudio para identificar los factores que influyen en las ventas de la distribuidora de medias. La variable dependiente seleccionada fue las ventas (Y), mientras que las variables independientes consideradas fueron:

- Precio del producto (x1): Representa el precio de venta al público, un factor clave en la competitividad de la empresa.
- Desviación estándar de la demanda (x2): Mide la variabilidad en la demanda de cada producto, lo que permite evaluar su estabilidad.
- Características del producto (x3): Clasifica los productos según sus atributos específicos, como tipo, marca o categoría.
- Costo de adquisición (x4): Representa el costo al que la empresa adquiere los productos de sus proveedores, impactando directamente en los márgenes de ganancia.

Para evaluar la relación entre las variables independientes y las ventas, se utilizó un modelo de regresión lineal múltiple. Este modelo se expresa de la siguiente manera (Barona, 2019):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \epsilon$$

Donde:

- Y: Ventas (variable dependiente).
- x1, x2, x3, x4: Variables independientes.

- β_0 : Término constante (intercepto).
- $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$: Coeficientes que miden el impacto de cada variable independiente en las ventas.
- ϵ : Término de error.

Análisis DEA

El Análisis Envolvente de Datos (DEA) es una técnica no paramétrica para medir la eficiencia relativa de unidades productivas (DMUs) con múltiples insumos y productos (Ruiz, 2022). En este estudio, se aplicó el modelo BCC (rendimientos variables a escala) orientado a insumos, cuya formulación se detalla a continuación, para evaluar la eficiencia técnica pura de los productos principales de la distribuidora, previamente clasificados mediante análisis ABC-XYZ:

Figura 1

Formula del modelo BCC

$$\max \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + u_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}$$

Sujeto a:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + u_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad \forall j = 1, \dots, n$$

$$u_r \geq 0, \quad v_i \geq 0, \quad \forall r, i$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1 \quad (\text{normalización})$$

En la Figura 1, Fórmula del modelo BCC, se muestra el modelo donde:

- x_{ij} : Cantidad del insumo i usado por la unidad j

- y_{rj} : Cantidad del producto r producido por la unidad j
- u_r : Peso (o valor) asignado al producto r
- u_0 : variable libre que permite modelar los rendimientos variables a escala
- v_i : Peso (o valor) asignado al insumo i
- x_{i0}, y_{r0} : Insumos y productos de la DMU que está siendo evaluada
- El cociente representa la eficiencia de la DMU evaluada

Este enfoque permite identificar oportunidades de mejora sin asumir proporcionalidad entre recursos y resultados, adaptándose mejor a entornos operativos reales con posibles economías o deseconomías de escala (Gamarra & Diaz, 2018).

Datos Utilizados

Se recopilaron los siguientes datos de la empresa:

- Entradas: Costos de almacenamiento, costos de adquisición y capacidad de distribución.
- Salidas: Volumen de ventas, rotación de inventario y margen de ganancia.

Se utilizó el modelo DEA orientado a insumos para minimizar costos y optimizar el uso de recursos. La eficiencia de cada periodo fue calculada con R Studio, comparando los datos operativos de distintos meses.

Resultados

Los resultados del análisis ABC-XYZ permitieron clasificar los productos de la distribuidora de medias en función de su contribución a los ingresos (análisis ABC) y su

variabilidad en la demanda (análisis XYZ). A continuación, se presentan los hallazgos más relevantes.

Clasificación ABC

El análisis ABC, basado en el principio de Pareto (80/20), reveló que el 20% de los productos (categoría A) genera aproximadamente el 78% de los ingresos totales, como se aprecia en la Figura 2. Diagrama de Pareto de contribución acumulada de productos. Esta distribución se detalla cuantitativamente en la Tabla 3, que especifica los porcentajes exactos por categoría (A, B y C) y su correspondiente impacto financiero.

Tabla 3

Clasificación ABC de productos según contribución a ingresos y análisis estadístico de valores

Categoría	Porcentaje de Productos	Contribución a los Ingresos	Promedio			
			Ingresos	Desviación Estándar	Mínimo Valor ingresos	Máximo Valor de ingresos
A	20%	78%	\$ 1.129,39	\$ 846,08	\$ 443,48	\$ 2.914,08
B	30%	15%	\$ 407,25	\$ 336,86	\$ 138,10	\$ 1.104,17
C	50%	5%	\$ 62,08	\$ 58,39	-	\$ 217,25

Clasificación XYZ

El análisis XYZ se centró en la variabilidad de la demanda de los productos. Utilizando el coeficiente de variación (CV), los productos se clasificaron en tres categorías, como se muestra en la Tabla 4. Además, en la Figura 3 se presenta un gráfico de dispersión que relaciona el coeficiente de variación con los ingresos generados por cada producto, lo que permite visualizar patrones entre la variabilidad y la importancia económica de los productos.

Tabla 4*Clasificación ABC de productos según contribución*

Categoría	Coefficiente de Variación (CV)	Porcentaje de Productos
X	$CV \leq 10\%$	15%
Y	$10\% < CV \leq 25\%$	55%
Z	$CV > 25\%$	30%

Integración ABC-XYZ

La combinación de los análisis ABC y XYZ permitió identificar grupos estratégicos de productos. En este caso, los resultados mostraron que la mayoría de los productos se clasificaron en la categoría Z (alta variabilidad en la demanda). A continuación, se presenta la matriz ABC-XYZ con los productos clasificados (Tabla 5):

Tabla 5*Asignación de productos a categorías combinadas ABC-XYZ*

Clasificación ABC-XYZ	Productos Incluidos
A-Z	SAHT1, STHT1, STMT1, STUT1, STMT8, SAUT8, SAUT1, STUT8, JTHT1, JAHT1, STHT8, SAHT6
B-Z	SAHT2, DFHL1, SAHT4, SAMT1, QCUA1, STMT6, SAMT8, SCUT1, STHT4, STMT2
C-Z	STHT6, STMT4, STHT2, JAHT8, SAMT6, JAHT4, SAMT2, DFHA1, JTMT8, SAMT4, JTMT1, SAUT6, JTHA1, SAHT8, JAMT1, JTMT6, DAHT1, SCUA1, SCHAT1, JTMA1, JTHT8, JTMT4, JTMT2

- Productos A-Z: Representan los productos con alta contribución a los ingresos (categoría A) pero alta variabilidad en la demanda (categoría Z). Estos productos, aunque

generan un alto porcentaje de los ingresos, presentan desafíos significativos en la gestión de inventarios debido a su demanda impredecible.

- Productos B-Z: Corresponden a productos con una contribución moderada a los ingresos (categoría B) y alta variabilidad en la demanda (categoría Z). Estos productos, requieren una gestión cuidadosa para evitar excesos o faltantes en el inventario.

- Productos C-Z: Incluyen productos con baja contribución a los ingresos (categoría C) y alta variabilidad en la demanda (categoría Z). Estos productos, tienen un impacto marginal en la rentabilidad y podrían ser candidatos para la reducción de inventario o la eliminación del catálogo.

Para complementar los resultados, se incluyen los siguientes gráficos:

Figura 2

Diagrama de Pareto que muestra la contribución acumulada de los productos a los ingresos totales (análisis ABC).

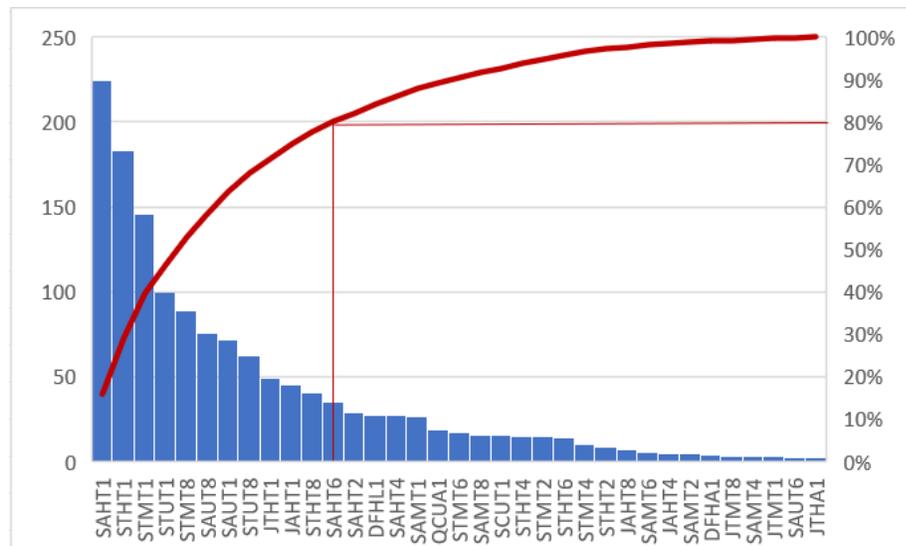
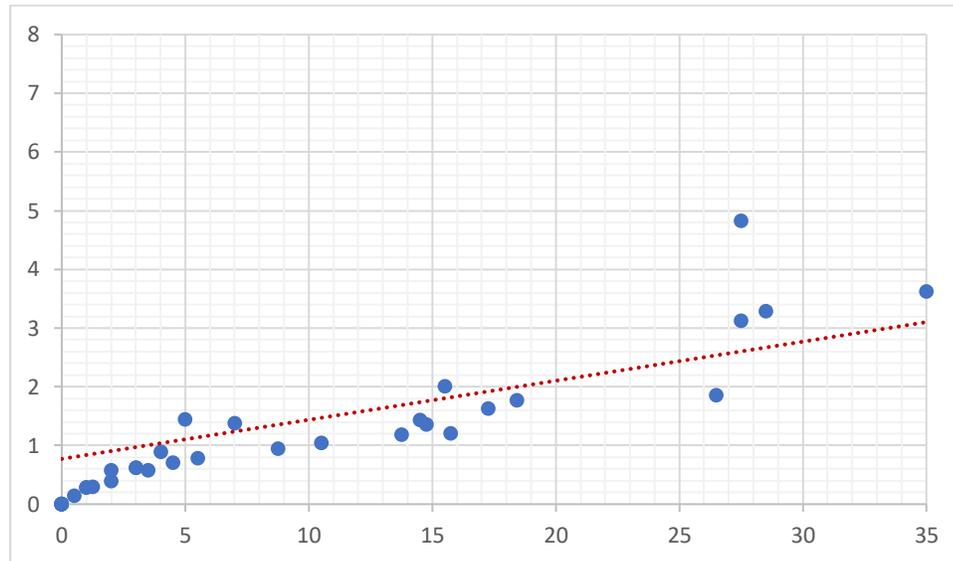


Figura 3

Gráfico de dispersión que relaciona el coeficiente de variación (CV) con los ingresos generados por cada producto (análisis XYZ).



En la Figura 3 de dispersión muestra la relación entre el coeficiente de variación (CV) y los ingresos generados por cada producto, donde se observa una ligera tendencia positiva: a mayor ingreso, tiende a haber mayor variabilidad en la demanda. Los productos con CV bajo (parte inferior del eje Y) presentan una demanda más estable, mientras que los productos con CV alto reflejan mayor incertidumbre. La línea de tendencia sugiere que los productos más rentables no siempre son los más estables, lo cual es clave para clasificar los productos en el análisis XYZ y tomar decisiones estratégicas en la gestión de inventarios.

Tabla 6

Matriz ABC-XYZ que integra ambas clasificaciones y permite visualizar los grupos estratégicos de productos.

Matriz ABC - XYZ	A	B	C
Z	AZ = 12	BZ = 10	CZ = 23

Como muestra la Tabla 6 se identificaron grupos estratégicos de productos:

- El segmento AZ (alta contribución/baja variabilidad) contiene 12 productos clave
- El grupo CZ (baja contribución/alta variabilidad) agrupa 23 productos con menor prioridad

Regresión lineal múltiple

Ecuación 1

Ecuación de la empresa

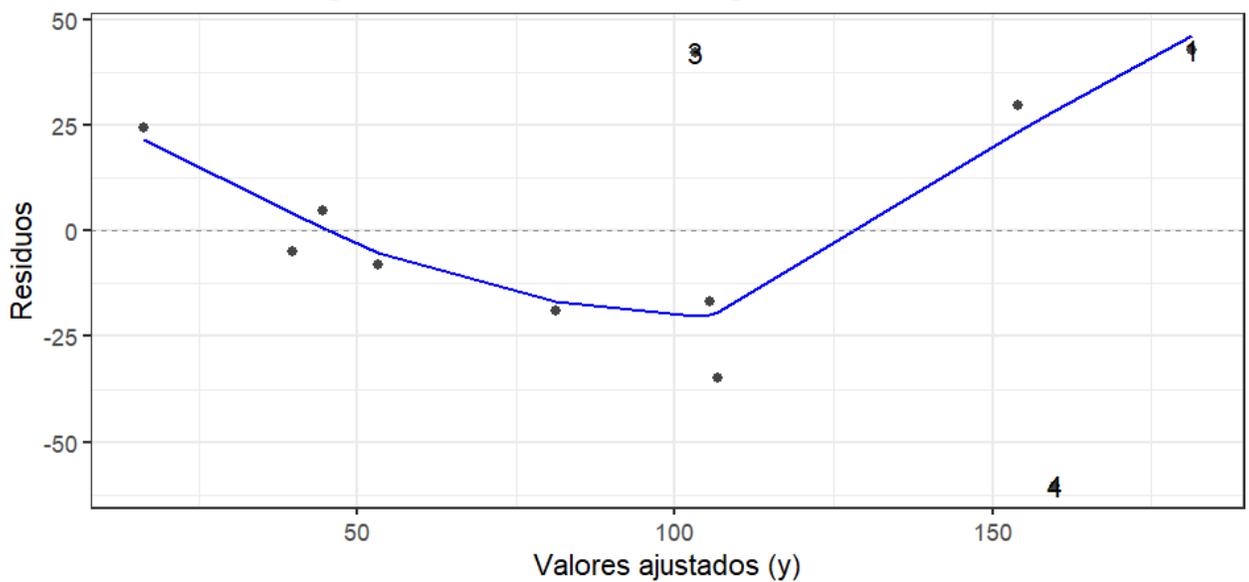
$$y = -11,136 + 15,028x_2$$

- INTERCEPTO (β_0): -11,136 este valor representa el valor estimado de la demanda cuando x_2 son cero. En este caso, es estadísticamente significativo ($p=0.000969$), lo que sugiere que su contribución al modelo es relevante bajo las condiciones actuales.
- COEFICIENTE x_2 : 15.028 este valor muestra que por cada unidad que aumenta x_2 , la demanda crece en 15.028 unidades. Este coeficiente es altamente significativo ($p=0.000969$), confirmando que x_2 es un predictor clave para explicar la variabilidad de la demanda.
- RESIDUAL STANDARD: Es el residuo del error estándar es 35,25 y tuvo que hacerse 9 estudios para este caso, es decir me está indicando el error que se comete por cada unidad de Y.
- R cuadrado: es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo. Mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos.

El R2 siempre está entre 0% y 100%. Para este caso se observa un valor de 0,7194 es decir del 71,94%, pero un valor de R2 alto no indica que el modelo cumple con los supuestos del modelo. Debe examinar las gráficas

- r ajustado: Nos indica que el 68.82% de la variabilidad de la variable dependiente (y) es explicada por el modelo, ajustado por el número de predictores. A diferencia del R² simple, este valor penaliza la inclusión de variables innecesarias, lo que lo hace más preciso para comparar modelos.
- p-valor: Si es menor a 0.05 es que el modelo es estadísticamente significativo ya que nos dio un p= 0,000969 por lo que podemos decir que las variables independientes explican una relación de entre la variable dependiente e independientes.

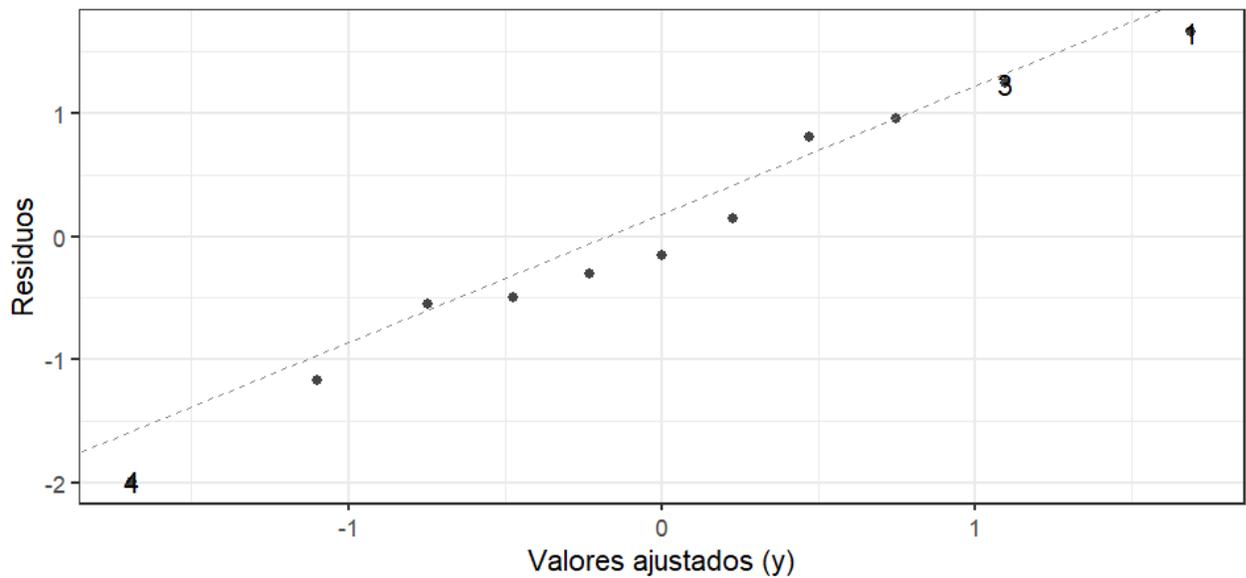
Figura 4
Residuos vs. Valores Ajustados



La Figura 4 muestra residuos (eje Y) vs. valores ajustados (eje X). La mayoría de residuos se ubican entre -25 y +25, pero hay 3 atípicos (± 50). No hay patrones claros, aunque se observa una leve concentración de residuos negativos para valores ajustados entre 3-15. En general, el modelo cumple los supuestos de linealidad.

Figura 5

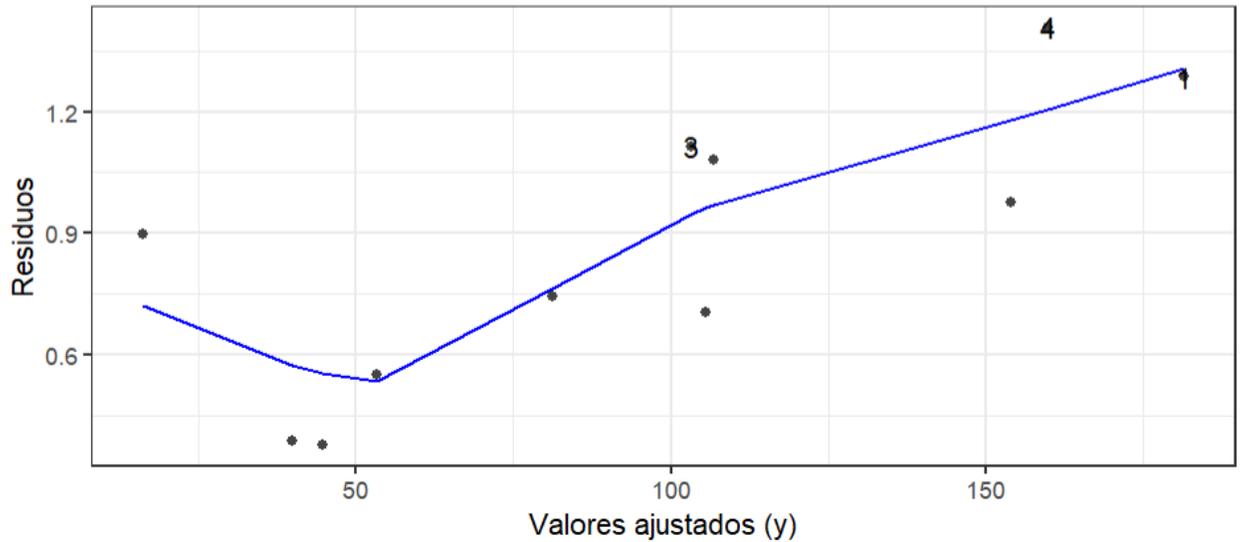
Q-Q Normal



Como revela la Figura 4, los residuos se distribuyen aleatoriamente entre -4 y +3, sin patrones claros, validando los supuestos de linealidad. Se observan puntos levemente atípicos, pero no comprometen el modelo.

Figura 6

Escala - Ubicación



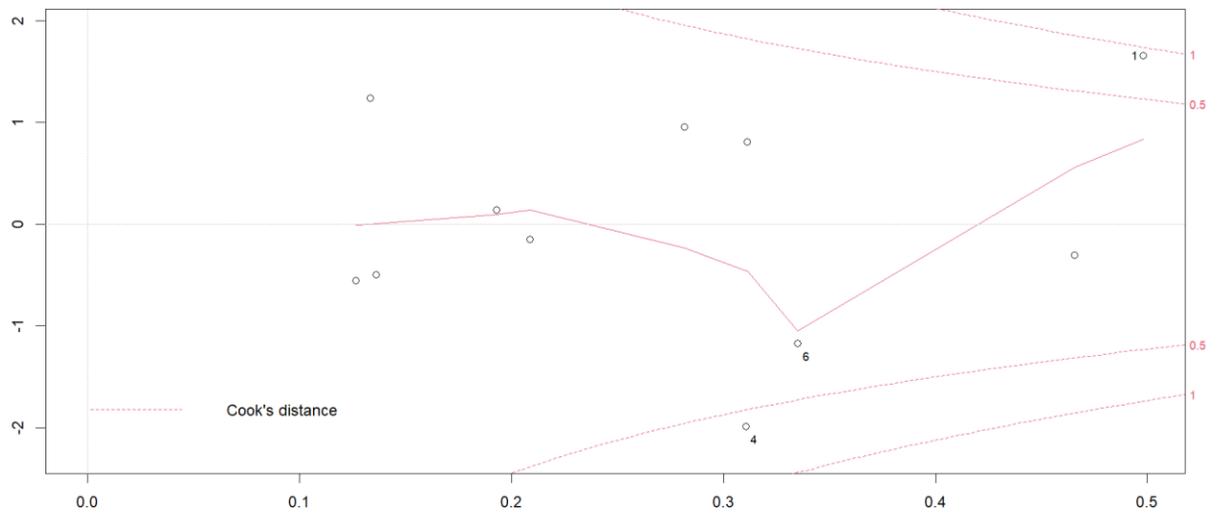
Como se aprecia en la Figura 6, los residuos presentan una distribución aleatoria alrededor de cero sin patrones sistemáticos, cumpliendo así el supuesto de linealidad del modelo. Se identifican 2-3 valores marginalmente atípicos que no afectan significativamente los resultados.

Gráfica de Residuales vs. Apalancamiento

La gráfica Residuales vs. Apalancamiento es una herramienta clave para identificar observaciones influyentes en un modelo de regresión. Estas observaciones pueden tener un impacto desproporcionado en los resultados del modelo, ya sea debido a su alto apalancamiento (valores extremos en las variables independientes) o a sus grandes residuos (valores atípicos en la variable dependiente). La gráfica también incluye curvas de distancia de Cook, que miden la influencia de cada observación en el modelo.

Figura 7

Residuos Apalancados



Como muestra la Figura 7, se identifican dos observaciones influyentes (valores > 0.5) que exceden el umbral recomendado. Estas podrían distorsionar los resultados del modelo y deberían ser eliminadas para que el modelo sea más preciso.

Método de ortogonalidad empresa

Durbin-Watson

Si el valor es cercano a 2 significa que el experimento se puede replicar en tiempo y espacio, pero si es alejado de 2 el experimento no se puede replicar. En este caso el análisis mediante el método de ortogonalidad aplicado a la empresa, se obtuvo un valor del estadístico Durbin-Watson de 1.3739. Por lo que podemos decir que el experimento no se puede replicar en tiempo y espacio.

ANOVA

Se obtuvo un valor p de 0.0009686 para la variable x_2 . Este resultado evidencia una diferencia significativa en las medias de los grupos asociados a x_2 dentro del modelo lineal

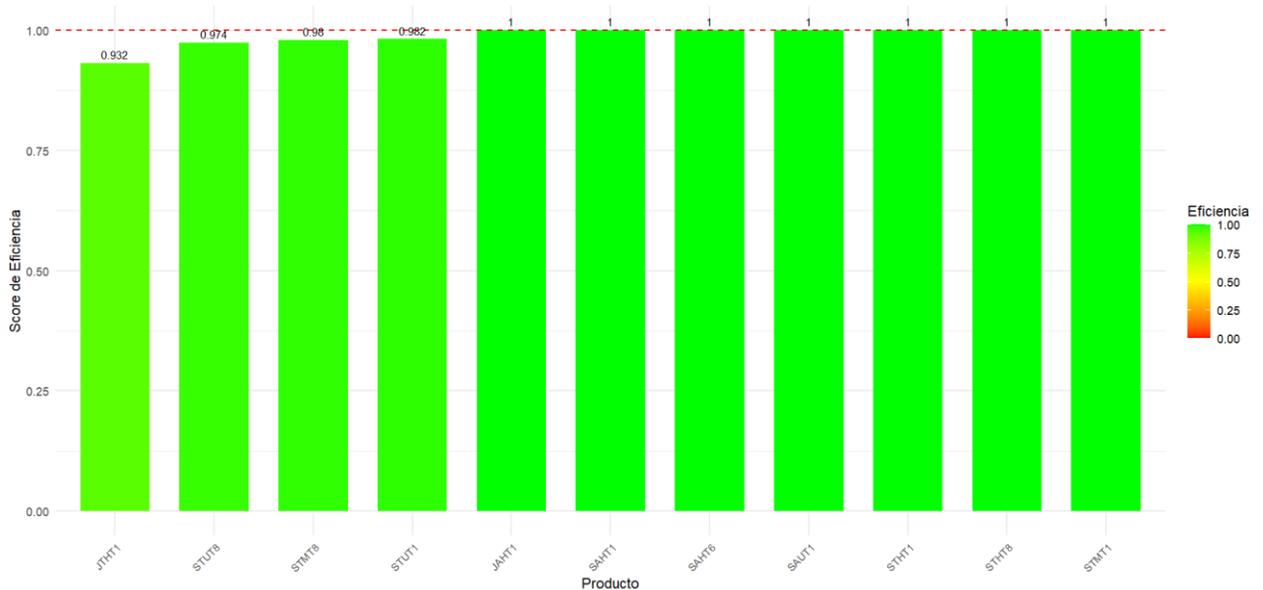
planteado ($F = 23.076$). Se rechaza H_0 (igualdad de medias) .El ANOVA confirma que x_2 tiene un impacto estadísticamente significativo en la variable respuesta y .

Análisis DEA

En la Figura 8 se presenta el análisis de eficiencia técnica bajo el modelo DEA-BCC orientado a insumos, el cual asume rendimientos variables a escala (VRS). Este modelo fue aplicado a una muestra de productos de la distribuidora con el objetivo de evaluar su desempeño relativo, considerando los recursos utilizados para generar los outputs.

Figura 8

Eficiencia DEA-BCC de Productos (modelo orientado a insumos)



Como se observa en la Figura 8, la mayoría de los productos alcanzan un score de eficiencia igual a 1.00, lo cual indica un uso óptimo de los recursos. En particular, productos como STUT1, JAHT1, SAHT1, SAHT6, SAUT1, STHT1, STHT8 y STMT1 se encuentran en la frontera eficiente. Por otro lado, productos como JTHT1 (0.932), STUT8 (0.974), STMT8 (0.980) y STMT8 (0.982) presentan ligeras ineficiencias, señalando oportunidades de mejora operativa.

Discusiones

Este estudio tuvo como objetivo caracterizar el desempeño de la distribuidora mediante técnicas estadísticas multivariantes. Los resultados obtenidos ofrecen información valiosa para mejorar la gestión de productos, entender factores que afectan la demanda y evaluar la eficiencia operativa.

El análisis ABC-XYZ mostró que la mayoría de productos se ubican en la categoría C-Z, lo que indica baja rotación y alta variabilidad. Esto sugiere la necesidad de revisar su permanencia en el catálogo. Por otro lado, los productos A-Z, con alta demanda estable, deben priorizarse en inventario y promoción.

La regresión múltiple indicó que la desviación estándar de la demanda (x_2) tiene un efecto significativo y positivo sobre las ventas (coef. = 15.028; $p < 0.001$). El modelo reducido explicó el 71.94% de la variabilidad de la demanda, demostrando su utilidad para predecir el comportamiento de ventas a partir de la variabilidad en la demanda.

El análisis DEA mostró que cinco de once productos analizados (45.5%) fueron eficientes (puntaje DEA = 1). Estos productos, como SAHT1 y STHT1, combinan buenos niveles de ventas con bajos costos, por lo que deben tomarse como referencia para mejorar la eficiencia de los demás.

Estos hallazgos permiten a la empresa segmentar productos, anticipar la demanda y tomar decisiones informadas sobre inventarios, precios y estrategias de marketing.

Entre las limitaciones del estudio se enfrentaron dificultades técnicas en RStudio (errores de ejecución y conflictos entre paquetes), escasez de datos que limitaron la potencia estadística del modelo, y falta de estandarización en las etapas iniciales del análisis. Estas problemáticas retrasaron el proceso y redujeron la capacidad para generalizar resultados. Para futuras

investigaciones, se recomienda implementar controles de calidad del software, ampliar la base de datos con muestreos estratificados y documentar protocolos analíticos que aseguren la reproducibilidad del estudio.

Conclusión

El estudio permitió caracterizar el desempeño de la distribuidora de medias mediante técnicas estadísticas multivariantes, revelando hallazgos clave para la optimización de sus operaciones.

El diagnóstico inicial identificó limitaciones críticas en la capacidad de distribución, que alcanza las 380 docenas mensuales frente a unas ventas promedio de 287 docenas, junto con costos logísticos elevados que llegan hasta 10 docenas por pedido, lo que impacta significativamente los márgenes de ganancia que oscilan entre \$1,00 y \$2,20 por docena.

La aplicación del análisis ABC-XYZ demostró que un pequeño porcentaje de productos (20%) genera la mayor parte de los ingresos (78%), pero presenta alta variabilidad en la demanda, lo que plantea desafíos importantes para la gestión de inventarios. Los productos clasificados como AZ, que incluyen referencias clave como SAHT1 y STHT1, requieren especial atención debido a su combinación de alta rentabilidad y demanda impredecible.

Los resultados de la regresión multivariante destacaron la importancia de la variable x_2 como predictor crítico de la demanda, explicando el 71.94% de su variabilidad. Sin embargo, la presencia de residuos atípicos y ciertas limitaciones en el modelo sugieren la necesidad de incorporar variables adicionales para mejorar su poder predictivo. Por otro lado, el análisis DEA reveló que mientras la mayoría de los productos opera con alta eficiencia, existen oportunidades de mejora en algunos casos específicos donde la eficiencia no alcanza el nivel óptimo.

Como estrategias prioritarias, se propone optimizar las rutas de distribución para reducir los costos logísticos actuales, implementar un sistema de gestión de inventarios diferenciado que considere la clasificación ABC-XYZ de los productos, y desarrollar modelos predictivos más robustos que incorporen variables adicionales para una mejor planificación. Estas medidas, basadas en el análisis cuantitativo realizado, tienen el potencial de incrementar significativamente la eficiencia operativa y la rentabilidad del negocio.

Este trabajo evidencia el valor de las técnicas estadísticas multivariantes para el diagnóstico y la mejora del desempeño en empresas distribuidoras. Los resultados obtenidos proporcionan una base sólida para la toma de decisiones estratégicas, destacando la importancia de un enfoque basado en datos para la gestión empresarial. Futuras investigaciones podrían ampliar este estudio incorporando más análisis y evaluando el impacto de factores externos en las variables críticas identificadas.

Referencias

Barona, J. (2019). Desarrollo de un modelo econométrico de regresión múltiple para predecir las ventas de una empresa comercializadora de productos de limpieza. Escuela superior politécnica del litoral.

Beach, J. (2019). Analisis Multivariado. Universidad autonoma de aguascalientes.

Berúdez, A., Londoño, S., & Valencia, M. (2014). Optimización de inventarios multiproducto, basado en estimación de demanda y minimización de costos.

Carot, J., & Jabaloyes, J. (2005). Técnicas Estadísticas para el control y la mejora de la calidad en el sector Textil: Aplicación en la manta y la napa termofusionada. Universidad Politécnica de Valencia.

Cevallos, M., Ponce, W., & Noroña, G. (2022). Competitividad de las pymes textiles en el Distrito Metropolitano de Quito en el contexto pandemia pp. 91—112. Universidad Central de Ecuador.

Gamarra, G., & Diaz, J. (2018). Modelo basado en Análisis Envolvente de Datos (DEA) para medir la competitividad de las manufactureras peruanas del sector textil.

Gonzales, J. (2022). Modelo de gestión logística en la distribución del sector textil caso: Organización neymatex desde su matriz guayaquil hacia sus sucursales Quito y Guano. Escuela superior politécnica de Chimborazo.

Guerra, G., & Cardenas, K. (2013). Proyecto de factibilidad para la creación de una microempresa dedicada a la fabricación y comercialización de mallas de nylon y orlón ubicada en el sector norte de la ciudad de Quito. Universidad Politécnica Salesiana sede Quito.

- Leonor, F. (2012). El sector textil en la zona del alcoià. Un análisis fuzzy de eficiencia. 13.
- Luicin Alexandra. (2006). Plan de marketing internacional para la exportación de casimires con mezcla de lana y poliéster elaborados en la fábrica Textil Morlatex S.A. a la República de Colombia.
- Martinez, N. (2019). Análisis del entorno de la industria de la moda en el ámbito textil en Ecuador. Escuela Politécnica Nacional.
- Martinez, P. (2005). Técnicas Estadísticas para el control y la mejora de la calidad en el sector Textil: Aplicación en la manta y la napa termofusionada. Universidad Politécnica de Valencia.
- Masaquiza, M. (2018). Factores que determinan la demanda en el sector textil en la comunidad de Llicacama en la parroquia de Salasaka. Universidad técnica de Ambato.
- Medina, M., & Lara, K. (2017). Análisis de la cadena productiva textil del Ecuador y oportunidades de exportación al mercado de la unión europea. Universidad Central del Ecuador.
- Mejia, S., & Zhimnay, V. (2019). Función Cobb-Douglas y productividad de la industria textil en el Ecuador (Vol. 2). Universidad del Azuay.
- Núñez, A. (2019). Logística para el sector textil. FUOC.
- Pinto, D. (2018). Mejoramiento de la estructura de costos mediante la gestión de inventarios en el sector textil. Universidad técnica de Ambato.
- Preciado, M. (2015). Cálculo de inventarios para la relocalización de proveedores en la cadena de suministro. Universidad autónoma de nuevo león.

Ruiz, M. (2022). Análisis espacial de la eficiencia de las empresas manufactureras del Ecuador. Tecnica de Ambato.

Sergio, A., & Emiro, A. (2020). Aplicación de DEA en el análisis de la eficiencia del proceso de fabricación de puertas de una empresa metalmecánica en Colombia.

Anexos

Anexo 1 Tabla de ventas totales por producto (2024)

Index	Items	Suma de las ventas del 2024
1	SAHT1	224,25
2	STHT1	183,5
3	STMT1	145,5
4	STUT1	99,5
5	STMT8	88,75
6	SAUT8	75,75
7	SAUT1	72
8	STUT8	62,25
9	JTHT1	49,25
10	JAHT1	45,25
11	STHT8	40,75
12	SAHT6	35
13	SAHT2	28,5
14	DFHL1	27,5
15	SAHT4	27,5
16	SAMT1	26,5
17	QCUA1	18,41666667
18	STMT6	17,25
19	SAMT8	15,75
20	SCUT1	15,5
21	STHT4	14,75
22	STMT2	14,5
23	STHT6	13,75
24	STMT4	10,5
25	STHT2	8,75
26	JAHT8	7
27	SAMT6	5,5
28	JAHT4	5
29	SAMT2	4,5
30	DFHA1	4
31	JTMT8	3,5
32	SAMT4	3
33	JTMT1	3
34	SAUT6	2
35	JTHA1	2
36	SAHT8	1,25
37	JAMT1	1
38	JTMT6	1

39	DAHT1	0,5
40	SCUA1	0
41	SCHT1	0
42	JTMA1	0
43	JTHT8	0
44	JTMT4	0
45	JTMT2	0

Anexo 2 Tabla de estadísticos descriptivos de ingresos por producto (2024): clasificación, tendencia central y dispersión

Index	Items	Clasificación	Total, de Ingresos 2024	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo Valor ingresos	Máximo Valor ingresos	de
1	SAHT1	A	2914,075					
2	STHT1	A	2545,35					
3	STMT1	A	1826,05					
4	STUT1	A	1116,15					
5	STMT8	A	1006,565					
6	SAUT8	A	648,805	\$	\$	\$	\$	
7	SAUT1	A	934,6	1.129,39	846,08	443,48	2.914,08	
8	STUT8	A	583,9					
9	JTHT1	A	521,5					
10	JAHT1	A	492,05					
11	STHT8	A	520,2125					
12	SAHT6	A	443,48					
13	SAHT2	B	385,285					
14	DFHL1	B	1104,166667					
15	SAHT4	B	368,23					
16	SAMT1	B	368,305					
17	QCUA1	B	930,2361904	\$	\$	\$	\$	
18	STMT6	B	138,1	407,25	336,86	138,10	1.104,17	
19	SAMT8	B	227,475					
20	SCUT1	B	232,9					
21	STHT4	B	156,1					
22	STMT2	B	161,7					
23	STHT6	C	133,1875					
24	STMT4	C	153,725					
25	STHT2	C	98,7					
26	JAHT8	C	63,8	\$	\$	\$	\$	
27	SAMT6	C	97,45	62,08	58,39	-	217,25	
28	JAHT4	C	31,5					
29	SAMT2	C	85,9					

30	DFHA1	C	112,05
31	JTMT8	C	33,1
32	SAMT4	C	92,925
33	JTMT1	C	42,7
34	SAUT6	C	12,25
35	JTHA1	C	85
36	SAHT8	C	217,25
37	JAMT1	C	6,75
38	JTMT6	C	5,5
39	DAHT1	C	3,25
40	SCUA1	C	53
41	SCHT1	C	0
42	JTMA1	C	94,8
43	JTHT8	C	0
44	JTMT4	C	5
45	JTMT2	C	0

Anexo 3 Tabla de clasificación ABC-XYZ de productos según ventas

Clasificación			
Items	Ventas	Clasificación	
SAHT1	224,25	A	Z
STHT1	183,5	A	Z
STMT1	145,5	A	Z
STUT1	99,5	A	Z
STMT8	88,75	A	Z
SAUT8	75,75	A	Z
SAUT1	72	A	Z
STUT8	62,25	A	Z
JTHT1	49,25	A	Z
JAHT1	45,25	A	Z
STHT8	40,75	A	Z
SAHT6	35	A	Z
SAHT2	28,5	B	Z
DFHL1	27,5	B	Z
SAHT4	27,5	B	Z
SAMT1	26,5	B	Z
QCUA1	18,4166667	B	Z
STMT6	17,25	B	Z
SAMT8	15,75	B	Z
SCUT1	15,5	B	Z
STHT4	14,75	B	Z

STMT2	14,5	B	Z
STHT6	13,75	C	Z
STMT4	10,5	C	Z
STHT2	8,75	C	Z
JAHT8	7	C	Z
SAMT6	5,5	C	Z
JAHT4	5	C	Z
SAMT2	4,5	C	Z
DFHA1	4	C	Z
JTMT8	3,5	C	Z
SAMT4	3	C	Z
JTMT1	3	C	Z
SAUT6	2	C	Z
JTHA1	2	C	Z
SAHT8	1,25	C	Z
JAMT1	1	C	Z
JTMT6	1	C	Z
DAHT1	0,5	C	Z

Anexo 4 Tabla variables predictoras del modelo de ventas (2024): precios, variabilidad de demanda y costos por producto

Index	Items	Ventas del 2024	Precio del producto	Desviación estándar de la demanda	Características del producto	Costo adquirido
1	SAHT1	224,25	\$ 6,50	12,14454844	TOBILLERA	\$ 5,25
2	STHT1	183,5	\$ 6,00	11,31211807	TALONERA	\$ 4,75
3	STMT1	145,5	\$ 6,00	7,897424782	TALONERA	\$ 4,75
4	STUT1	99,5	\$ 6,00	11,70510443	TALONERA	\$ 4,75
5	STMT8	88,75	\$ 6,00	8,052003092	TALONERA	\$ 4,75
6	SAUT1	72	\$ 6,50	7,122308104	TOBILLERA	\$ 5,25
7	STUT8	62,25	\$ 6,00	6,407670297	TALONERA	\$ 4,75
8	JTHT1	49,25	\$ 6,00	3,944873447	TALONERA	\$ 5,00
9	JAHT1	45,25	\$ 6,50	3,515320904	TOBILLERA	\$ 5,50
10	STHT8	40,75	\$ 6,00	2,0322914	TALONERA	\$ 4,75
11	SAHT6	35	\$ 6,00	3,623366926	TOBILLERA	\$ 4,60

Anexo 5 Tabla de inputs y Outputs para el modelo DEA: Variables de productos (2024)

Outputs	Input
---------	-------

Index	Items	Ventas del 2024	Precio del producto	Desviación estándar de la demanda	Características del producto
1	SAHT1	224,25	\$ 6,50	\$ 5,25	12,1445484
2	STHT1	183,5	\$ 6,00	\$ 4,75	11,3121181
3	STMT1	145,5	\$ 6,00	\$ 4,75	7,89742478
4	STUT1	99,5	\$ 6,00	\$ 4,75	11,7051044
5	STMT8	88,75	\$ 6,00	\$ 4,75	8,05200309
6	SAUT1	72	\$ 6,50	\$ 5,25	7,1223081
7	STUT8	62,25	\$ 6,00	\$ 4,75	6,4076703
8	JTHT1	49,25	\$ 6,00	\$ 5,00	3,94487345
9	JAHT1	45,25	\$ 6,50	\$ 5,50	3,5153209
10	STHT8	40,75	\$ 6,00	\$ 4,75	2,0322914
11	SAHT6	35	\$ 6,00	\$ 4,60	3,62336693

Anexo 6 Resultados del Modelo de Regresión Lineal

```
> summary(ec4)
```

Call:

```
lm(formula = y ~ x2)
```

Residuals:

```
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-65.263 -22.011   1.105   22.994   52.883
```

Coefficients:

```
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -11.136     24.535  -0.454 0.660648
x2             15.028      3.128   4.804 0.000969 ***
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 35.25 on 9 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7194, Adjusted R-squared: 0.6882

F-statistic: 23.08 on 1 and 9 DF, p-value: 0.0009686

Anexo 7 Prueba de Durbin-Watson

```
> dwtest(ec4)
```

Durbin-Watson test

data: ec4

DW = 1.3739, p-value = 0.06586

alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0

Anexo 8 ANOVA

```
> anova(ec4)
```

Analysis of Variance Table

Response: y

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
x2	1	28676	28676.0	23.076	0.0009686	***
Residuals	9	11184	1242.7			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Anexo 9 Ilustración de producto SAHT1: Resultados del análisis DEA



Anexo 10 Ilustración de producto STHT1: Resultados del análisis DEA

