



APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS CUANTITATIVAS EN UNA CAFETERÍA

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE NEGOCIOS
2025

Integrantes:

Bichara Agustin - agustinbichara@gmail.com

Cabrera Sergio David - ser7mas@gmail.com

Gijón Pablo - pablogijon7@outlook.com.ar

Gonzalez Estefania Gabriela - etygonzalez13@gmail.com

Ibañez Valentina Nahir - valentinibanez20@gmail.com

Lobo Leila Nahir - leilanahirlobo@gmail.com





	1
Contenido	
Resumen	2
Introducción	2
Situación Problemática	3
Preguntas de Investigación	4
Objetivo General	4
Objetivos Específicos.....	4
Marco Metodológico.....	5
Marco Teórico	5
Aplicación.....	11
Recomendaciones	32
Conclusiones	33
Referencias.....	35
Apéndice	36
Anexo	38



Resumen

Este trabajo tiene como objetivo optimizar la gestión del inventario diario en la cafetería El Buen Aroma, un negocio ubicado en San Miguel de Tucumán, mediante la aplicación de herramientas cuantitativas de análisis de negocios. En un contexto de alta incertidumbre y márgenes reducidos, se busca minimizar los costos por excedentes y faltantes mediante decisiones de compra más precisas. La investigación adopta un enfoque cuantitativo, con un alcance descriptivo-explicativo y un diseño no experimental de tipo transversal, centrado en el análisis de registros históricos de ventas, observación directa en el local y encuestas al personal. Se identificaron como unidades de análisis los productos de panadería de mayor rotación (tortillas, medialunas y facturas) y se aplicaron modelos de series de tiempo (promedio móvil, descomposición multiplicativa y suavizamiento exponencial) para pronosticar la demanda diaria. Además, se implementó una simulación Monte Carlo para modelar distintos escenarios de compra considerando la variabilidad en la demanda y sus costos asociados. Los resultados permitieron identificar patrones de estacionalidad, evaluar el desempeño de los modelos y proponer cantidades óptimas de reposición, mejorando así la eficiencia operativa y la rentabilidad del negocio. Este estudio demuestra cómo la incorporación de métodos analíticos puede fortalecer la toma de decisiones en empresas del sector gastronómico.

Palabras Clave: gestión de inventario, simulación, pronósticos, modelos.

Introducción

En un contexto económico desafiante como el actual, donde los márgenes de ganancia son cada vez más estrechos y la competencia en el rubro gastronómico no deja de crecer, las decisiones basadas en datos se han vuelto un factor clave para la supervivencia de los pequeños



comercios. En especial, aquellos que ofrecen productos frescos enfrentan el difícil equilibrio entre satisfacer la demanda del cliente y evitar pérdidas por excedente.

La cafetería “El Buen Aroma”, ubicada en el tradicional Barrio Sur de San Miguel de Tucumán, es un claro ejemplo de este escenario. Recién inaugurada y con una propuesta basada en la frescura y calidad de sus productos, debe afrontar el reto cotidiano de estimar cuántas tortillas, medialunas y facturas comprar cada día. El más mínimo error puede traducirse en productos desechados —y, por ende, dinero perdido— o en clientes que se van sin comprar, frustrados por la falta de stock.

En este trabajo de campo, nos proponemos aplicar herramientas del análisis cuantitativo de negocios —como la simulación Monte Carlo y los modelos de pronóstico— para ayudar al negocio a tomar decisiones más precisas y eficientes. Se trata de un caso real, que refleja la urgencia de incorporar métodos analíticos incluso en los emprendimientos más pequeños, como una forma de transformar la incertidumbre en oportunidades.

Situación Problemática

La gestión del inventario es un desafío central para negocios que trabajan con productos frescos. La cafetería El Buen Aroma, enfrenta diariamente la incertidumbre sobre cuántas unidades de tortillas, medialunas y facturas comprar. La variabilidad en la demanda, sumada a la política de desechar lo no vendido al final del día, genera costos por excedentes. Al mismo tiempo, cuando la producción no alcanza para cubrir la demanda, se generan costos por faltantes, ya que se pierden ventas y se afecta la experiencia del cliente.

Estas situaciones impactan negativamente en la rentabilidad y dificultan la toma de decisiones eficientes. En un entorno competitivo y cambiante, ya no es suficiente basarse en la



intuición: se requiere el apoyo de herramientas cuantitativas que permitan anticipar la demanda, reducir pérdidas y mejorar la gestión diaria del inventario.

Preguntas de Investigación

- ¿Cuáles son los patrones de demanda diaria de los productos de alta rotación?
- ¿Qué modelos de pronósticos de series de tiempo permiten anticipar mejor la demanda futura?
- ¿Cómo puede modelarse la incertidumbre de la demanda y los costos mediante simulación?
- ¿Qué cantidades óptimas de compra minimizan los costos totales esperados?

Objetivo General

Diseñar y aplicar un modelo cuantitativo que combine simulación y técnicas de pronóstico de demanda para evaluar escenarios de compra diaria, reducir los costos asociados a la gestión de inventarios y favorecer la toma de decisiones eficientes.

Objetivos Específicos

- Examinar los patrones de demanda diaria de los productos clave.
- Implementar modelos de pronóstico para anticipar la demanda.
- Desarrollar un modelo de simulación para evaluar escenarios de compra.
- Estimar las cantidades óptimas de compra diaria que minimicen los costos totales esperados.



Marco Metodológico

La investigación adopta un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo-explicativo, ya que busca medir la demanda y explicar las relaciones entre variables como consumo, costos y decisiones de reposición en la cafetería. El diseño es no experimental y transversal, basado en registros históricos sin manipular variables. Se utiliza un muestreo no probabilístico por conveniencia, centrado en productos de alta rotación como tortillas, medialunas y facturas. La recolección de datos se realiza mediante revisión de ventas y costos diarios, observación directa y entrevistas breves al personal. El análisis incluye modelos de pronóstico (promedio móvil y suavizamiento exponencial) y simulación Monte Carlo para estimar la demanda y calcular las cantidades óptimas de reposición que minimicen los costos totales esperados.

Marco Teórico

Análisis Cuantitativo

Según Render et al. (2016), el enfoque del análisis cuantitativo consiste en definir un problema, desarrollar un modelo, obtener los datos de entrada, desarrollar una solución, probar la solución, analizar los resultados e implementarlos. No es necesario que un paso termine por completo antes de comenzar el siguiente; en la mayoría de los casos, uno o más de dichos pasos se modificarán en alguna medida antes de implementar los resultados finales.

Pronósticos

Según Render et al. (2016), pronosticar es la predicción de la evolución de un proceso o de un hecho futuro a partir de criterios lógicos y científicos. Existen muchas formas de pronosticar el futuro. En muchas empresas (sobre todo las pequeñas), el proceso completo es subjetivo e incluye los métodos improvisados, la intuición y los años de experiencia. También



existen diversos modelos de pronósticos cuantitativos, como promedios móviles, suavizamiento exponencial, proyecciones de tendencias y análisis de regresión por mínimos cuadrados.

Modelos de series de tiempo

Los modelos de series de tiempo intentan predecir el futuro usando datos históricos. Estos modelos suponen que lo que ocurra en el futuro es una función de lo que haya sucedido en el pasado. En otras palabras, los modelos de series de tiempo ven qué ha pasado durante un periodo y usan una serie de datos históricos para realizar un pronóstico.

Cuando se analizan varios modelos de pronósticos diferentes para saber qué tan bien funciona un modelo o para comparar un modelo con otros, los valores pronosticados se comparan con los valores reales u observados. El error del pronóstico (o desviación) se define como: $\text{Error de pronóstico} = \text{valor real} - \text{valor pronosticado}$ Una medida de exactitud es la desviación media absoluta (DMA), que se calcula tomando la suma de los valores absolutos de los errores de pronósticos individuales y, luego, dividiendo entre el número de errores

Modelos de pronósticos de series de tiempo

Una serie de tiempo se basa en una secuencia de datos igualmente espaciados (semanales, mensuales, trimestrales, etcétera).

Componentes de una serie de tiempo

1. **Tendencia (T)**: es el movimiento gradual hacia arriba o hacia abajo de los datos en el tiempo.



2. **Estacionalidad (S)**: es el patrón de la fluctuación de la demanda arriba o abajo de la recta de tendencia que se repite a intervalos regulares.

3. **Ciclos (C)**: son patrones en los datos anuales que ocurren cada cierto número de años. Suelen estar vinculados al ciclo de negocios.

4. **Variaciones aleatorias (R)**: son “saltos” en los datos ocasionados por el azar y por situaciones inusuales; no siguen un patrón discernible.

Descomposición multiplicativa

En estadística existen dos formas generales de los modelos de series de tiempo. Una de ellas es un **modelo multiplicativo** que supone que la demanda es el producto de las cuatro componentes y se establece como:

Demanda: $T \times S \times C \times R$

Promedios móviles

Los promedios móviles son útiles si podemos suponer que las demandas del mercado permanecerán bastante estables en el tiempo. Un promedio móvil de cuatro meses, por ejemplo, se encuentra simplemente sumando la demanda durante los últimos cuatro meses y dividiéndola entre 4. Con cada mes que pasa, los datos del mes más reciente se suman a los datos de los tres meses anteriores y se elimina el mes más lejano. Esto tiende a suavizar las irregularidades de corto plazo en la serie de datos.

Suavizamiento exponencial



El suavizamiento exponencial es un método de pronósticos de uso sencillo y se maneja con eficiencia en computadora. Aunque es un tipo de técnica de promedio móvil, necesita llevar un registro de los datos pasados. La fórmula básica para el suavizamiento exponencial es:

Nuevo pronóstico = pronóstico del último periodo + α (demanda real del último periodo – pronóstico del último periodo)

Donde α es un peso (o constante de suavizamiento) que tiene un valor entre 0 y 1, inclusive. Permite asignar un peso a los datos recientes. Se puede modificar para dar más peso a los datos recientes con un valor alto o a los datos pasados cuando es bajo. Se pueden tratar varios valores de la constante de suavizamiento y se seleccionará aquel que dé la menor DMA.

Simulación Monte Carlo

Simular es tratar de duplicar las funciones, apariencia y características de un sistema real. La idea detrás de la simulación es imitar matemáticamente una situación del mundo real y, luego, estudiar sus propiedades y características operativas, para, por último, obtener conclusiones y tomar decisiones de acción con base en los resultados de la simulación. De esta manera, el sistema real no se toca sino hasta que se miden en el modelo del sistema las ventajas y desventajas de lo que puede ser una decisión de política importante.

La idea básica en la simulación Monte Carlo es generar valores de las variables que forman el modelo que se estudia.

Según Render et al. (2016), la simulación Monte Carlo es una técnica que utiliza números aleatorios para analizar sistemas con incertidumbre. Permite estimar resultados posibles mediante la repetición de escenarios simulados.



Los pasos para construir este tipo de simulación son:

Definición de variables inciertas: Identificar los elementos del sistema que presentan variabilidad.

Asignación de probabilidades: Establecer la probabilidad de ocurrencia de cada valor posible.

Probabilidad acumulada: Calcular los valores acumulados para facilitar la asignación.

Intervalos de números aleatorios: Relacionar cada evento con un rango de números aleatorios.

Generación de simulaciones: Usar números aleatorios para repetir el proceso y obtener resultados representativos.

Este método es particularmente valioso porque permite trabajar con múltiples escenarios posibles y obtener un rango de resultados probables, lo que mejora la calidad de las decisiones bajo incertidumbre.

Según Peña (2001), el diagrama de caja, también conocido como boxplot, es una representación gráfica que resume la distribución de un conjunto de datos a través de sus cuartiles y permite visualizar de manera clara la tendencia central, la dispersión, la simetría y los valores atípicos. Esta herramienta fue desarrollada por John W. Tukey en 1969, como parte del análisis exploratorio de datos (exploratory data analysis), y permite interpretar conjuntos de datos con mayor facilidad, sobre todo cuando se comparan múltiples grupos.

El diagrama de caja se construye a partir de tres cuartiles:

1. El primer cuartil (Q1) delimita el 25% inferior de los datos.



2. El segundo cuartil (Q2) o mediana divide el conjunto en dos partes iguales.
3. El tercer cuartil (Q3) separa el 75% inferior del 25% superior.

La caja representa el rango intercuartílico (IQR), que es la diferencia entre Q3 y Q1. Los bigotes se extienden desde la caja hasta el valor máximo y mínimo que no superan 1.5 veces el IQR. Los valores atípicos (outliers), que caen fuera de ese rango, se representan con puntos individuales.

La interpretación del boxplot permite observar si los datos están simétricamente distribuidos (cuando la mediana está centrada en la caja) o si hay sesgo. También se utiliza para detectar posibles errores de medición o fenómenos poco frecuentes a través de los valores atípicos.

Según Martínez y Sánchez (2012), entre las ventajas del boxplot se encuentra su simplicidad para resumir datos de forma visual, especialmente útil para comparar múltiples conjuntos. Sin embargo, también destacan que este gráfico no muestra la forma exacta de la distribución, lo cual puede limitar su interpretación en casos complejos o con pocos datos.

Según Sampieri (2014), la metodología de la investigación es el conjunto de procedimientos, técnicas y herramientas que se utilizan de manera sistemática para llevar a cabo un estudio científico. Esta metodología permite planificar y ejecutar investigaciones de forma ordenada, asegurando la obtención de datos válidos y confiables, que respondan a las preguntas o problemas planteados.

La metodología establece las bases para definir el tipo de investigación (cualitativa, cuantitativa o mixta), así como el diseño, los métodos de recolección y análisis de datos, y las



técnicas de muestreo. Además, ayuda a delimitar el alcance del estudio y garantiza la coherencia entre los objetivos, la hipótesis y los resultados.

El uso adecuado de la metodología es fundamental para que la investigación sea rigurosa, objetiva y aporte conocimiento científico sólido, contribuyendo al avance en el área de estudio.

Aplicación

Esta etapa representa la puesta en práctica del diseño metodológico previamente definido, con el objetivo de generar información útil para optimizar la gestión del inventario de productos de alta rotación en la cafetería El Buen Aroma. Para ello, se llevaron a cabo diversas acciones de recolección de datos primarios y secundarios, incluyendo encuestas al personal operativo, observación directa del funcionamiento del local, y el análisis de los registros históricos de ventas.

Las herramientas e instrumentos utilizados fueron seleccionados con el fin de obtener una comprensión profunda de los patrones de consumo, las prácticas actuales de reposición de productos, y las dificultades operativas existentes. Esta información resulta clave para alimentar los modelos cuantitativos que se desarrollarán posteriormente en la investigación.

Encuesta al personal operativo

Como primer paso, se diseñó y aplicó una encuesta estructurada dirigida al personal encargado del control de stock y la realización de pedidos en la cafetería.

El objetivo de esta encuesta fue identificar:

- Las prácticas actuales de gestión de inventario.
- Los métodos de reposición utilizados.



- La periodicidad y horarios en que se efectúan los pedidos.
- Las principales dificultades percibidas en el proceso.

La encuesta consistió en preguntas cerradas y una pregunta abierta final, y fue respondida por el personal involucrado en la operativa diaria del local.

Entre los resultados más relevantes, se encontró que:

- El control de stock se realiza mediante planillas de Excel.
- Los pedidos se efectúan al comenzar la jornada o hasta las 13:00 hs.
- El criterio es mantener un stock fijo de 30 unidades por producto.
- El proveedor es único para los tres productos y no cobra envío.
- La falta de automatización y tiempo limita el registro completo de stock.
- El personal muestra interés en incorporar herramientas digitales.

Observación directa en el local

Complementariamente, se realizó una observación directa en el negocio, en dos franjas horarias: por la mañana (de 9:00 a 11:00) y por la tarde (de 17:00 a 19:00).

El objetivo de esta observación fue:

- Corroborar el comportamiento de consumo.
- Identificar la rotación real de productos.
- Analizar la dinámica interna del personal en relación al stock.

Se constató que los productos con mayor salida coinciden con los seleccionados para el estudio, y que los horarios de mayor demanda se concentran en los turnos mencionados.

Además, se detectaron los siguientes aspectos críticos:

- El stock no se actualiza en tiempo real, lo que genera inconsistencias.



- Se utiliza la memoria o anotaciones informales, especialmente en momentos de mayor carga laboral.
- Clientes frecuentes consultan por productos que ya no están disponibles, evidenciando pérdidas por faltantes de stock.

El costo por faltante de stock se refiere a la pérdida económica que ocurre cuando la demanda supera a la oferta disponible. En este caso, no solo se pierde la venta directa (ingreso no percibido), sino que también puede afectar la experiencia del cliente, su fidelidad y la imagen del negocio.

Este costo se puede estimar cuantitativamente considerando:

- El precio de venta unitario del producto no ofrecido.
- La frecuencia o cantidad de veces que ocurre la falta.
- Una estimación del impacto adicional (como insatisfacción del cliente o pérdida de futuras ventas).

Estas situaciones reafirman la necesidad de un modelo cuantitativo que permita anticipar la demanda y optimizar las decisiones de compra, reduciendo tanto los costos por excedentes (producto no vendido que debe desecharse) como los costos por faltantes (pérdida de ventas y satisfacción del cliente).

Organización de la base de datos

Una vez finalizada la recolección inicial, se procedió a organizar los registros históricos de ventas proporcionados por la cafetería, la cual incluía los siguientes datos desde septiembre de 2024 hasta mayo de 2025 de todos los productos del local:

- Día de la semana-fecha-código de producto-nombre-cantidad vendida.



Gráfico n°2: Base de datos original

día	fecha	codigo	nombre	total
Mie	11/09/2024	103	TORTILLA/BC	53
Mie	11/09/2024	108	CROISSANT	3
Mie	11/09/2024	123	Roll Choc/can	5
Jue	12/09/2024	103	TORTILLA/BC	75
Jue	12/09/2024	123	Roll Choc/can	9
Vie	13/09/2024	103	TORTILLA/BC	29
Vie	13/09/2024	123	Roll Choc/can	3
Sab	14/09/2024	103	TORTILLA/BC	47
Sab	14/09/2024	123	Roll Choc/can	12
Dom	15/09/2024	103	TORTILLA/BC	8
Dom	15/09/2024	108	CROISSANT	6
Dom	15/09/2024	123	Roll Choc/can	5
Lun	16/09/2024	103	TORTILLA/BC	67
Lun	16/09/2024	108	CROISSANT	3
Lun	16/09/2024	123	Roll Choc/can	2
Mar	17/09/2024	103	TORTILLA/BC	64
Mar	17/09/2024	123	Roll Choc/can	8
Mie	18/09/2024	103	TORTILLA/BC	45
Mie	18/09/2024	123	Roll Choc/can	5
Jue	19/09/2024	103	TORTILLA/BC	37
Jue	19/09/2024	108	CROISSANT	1
Jue	19/09/2024	123	Roll Choc/can	3

Fuente: Registros de la cafetería

Luego se comenzó con la organización de los registros diarios de ventas proporcionados. A partir del análisis exploratorio, se identificó que los productos correspondientes al rubro panadería con mayor rotación fueron, por amplia diferencia:

- Medialunas - Facturas - Tortillas

Dado su volumen de venta y su impacto en la operación diaria del negocio, fueron seleccionados como unidad de análisis central.

Proceso de Limpieza de Datos

Un desafío importante fue la preparación de la base de datos, tarea que requirió un esfuerzo considerable para convertir los registros en un formato apto para el análisis cuantitativo. La información original provenía del sistema de información de la cafetería *El Buen Aroma*, el cual no estaba diseñado para análisis estadístico, sino simplemente para registrar



15
operaciones diarias. Por ejemplo, el producto "tortilla" aparecía bajo dos códigos distintos: uno para ventas por unidad y otro para ventas por media docena. Lo que impedía contar con un dato consolidado de ventas por producto y por día. Para resolver esta situación, se recurrió a herramientas de Excel como filtros y tablas dinámicas, con el fin de agrupar correctamente los registros. Se unificaron los diferentes nombres y códigos de productos equivalentes, calculando las cantidades totales vendidas por día, independientemente de la modalidad de venta.

Una vez obtenida la base consolidada para cada producto, se construyó una tabla que contenía para cada fecha: el total de unidades vendidas y el día de la semana correspondiente.

Los datos fueron revisados para corregir inconsistencias, completar fechas faltantes y asegurar una serie temporal continua. Se trabajó exclusivamente con los registros correspondientes a una semana tipo de lunes a sábado, debido a que los domingos sin apertura fueron numerosos, lo cual impedía construir un patrón confiable de ese día.

En los casos en que faltara algún día entre lunes y sábado, el valor correspondiente se completó con el promedio de ventas históricas de ese producto para ese día de la semana.

Gráfico n°3: Base de datos transformada (Post-ETL)

Día	Fecha	Q vendida
Lunes	16/09/2024	50
Martes	17/09/2024	32
Miércoles	18/09/2024	35
Jueves	19/09/2024	52
Viernes	20/09/2024	20
Sábado	21/09/2024	40
Lunes	23/09/2024	35
Martes	24/09/2024	29
Miércoles	25/09/2024	41
Jueves	26/09/2024	37
Viernes	27/09/2024	26
Sábado	28/09/2024	24
Lunes	30/09/2024	16
Martes	01/10/2024	11
Miércoles	02/10/2024	41
Jueves	03/10/2024	6
Viernes	04/10/2024	7
Sábado	05/10/2024	17



Fuente: Elaboración propia

Este tratamiento y limpieza permitió aplicar posteriormente modelos de pronóstico y simulación con una base sólida y consistente.

Pronósticos

En primer lugar, se construyeron gráficos de líneas para las series de tiempo, con los datos diarios de ventas de medialunas, facturas y tortillas. El tiempo se incluyó en el eje horizontal y la variable a pronosticar —en este caso, las ventas— en el eje vertical. Este tipo de representación gráfica permite visualizar relaciones o patrones potenciales en la serie, como tendencia, estacionalidad o variabilidad.

Sin embargo, en los gráficos de líneas no se logró identificar a simple vista un patrón claro de estacionalidad semanal, esto podría deberse al nivel de variabilidad diaria y al volumen de datos (más de 200 observaciones), que dificultan la interpretación directa de tendencias repetitivas.

Gráfico n°4: Gráficos de líneas para cada serie de tiempo



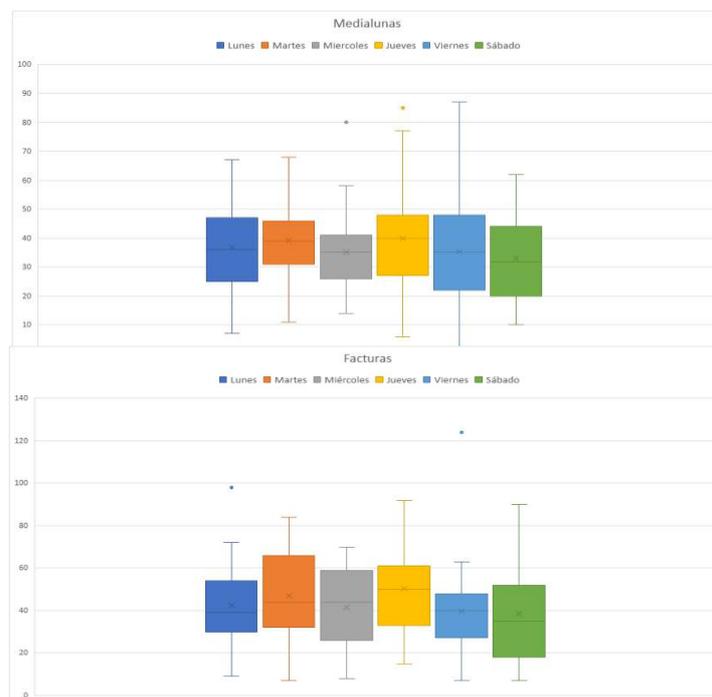


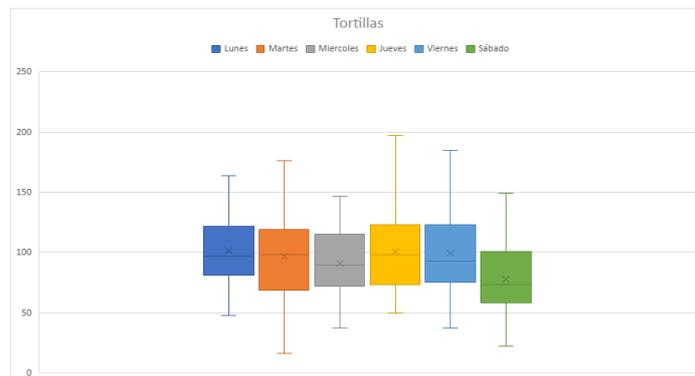
Fuente: Elaboración propia

Ante esta situación, se decidió complementar el análisis aplicando la herramienta estadística "Gráfico de caja y bigotes" (boxplot) con Excel, desagregando los datos por día de la semana. Esta herramienta permite visualizar de forma clara y sintética la distribución de las ventas para cada día, revelando diferencias significativas entre los distintos días hábiles.

A través del boxplot se observaron variaciones en las medianas, la dispersión y la presencia de outliers entre los días, lo que evidencia la existencia de un patrón estacional semanal, que no había sido evidente en los gráficos de líneas. Este hallazgo fue clave para justificar el uso de un modelo de descomposición multiplicativa en etapas posteriores, así como para ajustar las decisiones de compra diaria en función del comportamiento específico de cada día de la semana.

Gráfico n°5: Boxplot de ventas diarias por producto





Fuente: Elaboración propia

A partir de los boxplots elaborados, se observó que para los productos medialunas y facturas, los días que presentan mayor demanda en promedio son los martes y jueves, lo cual evidencia un patrón estacional en esos días. En el caso de las tortillas, el comportamiento es distinto: la mayor demanda se concentra los lunes y también los jueves.

Este patrón, que difiere del comportamiento típico de otras cafeterías donde la demanda suele concentrarse los fines de semana, podría explicarse por la naturaleza del local analizado: una cafetería de paso orientada principalmente a clientes que transitan hacia sus trabajos. Al no estar diseñada como un espacio para permanecer largos períodos o recibir familias durante el fin de semana, la demanda se intensifica en días laborales, especialmente al inicio y hacia la mitad de la semana.

Además, se identificó que los días martes y jueves el local suele lanzar promociones específicas para acompañar el café con medialunas o facturas, lo cual podría estar incentivando el consumo en esos días. En cuanto a las tortillas, su pico de demanda los lunes podría estar vinculado a un hábito de consumo asociado a comenzar la semana con productos más

tradicionales o caseros, mientras que los jueves marcan una transición hacia el fin de semana, donde algunas personas tienden a consumir más fuera del hogar.

Modelos de pronóstico aplicados

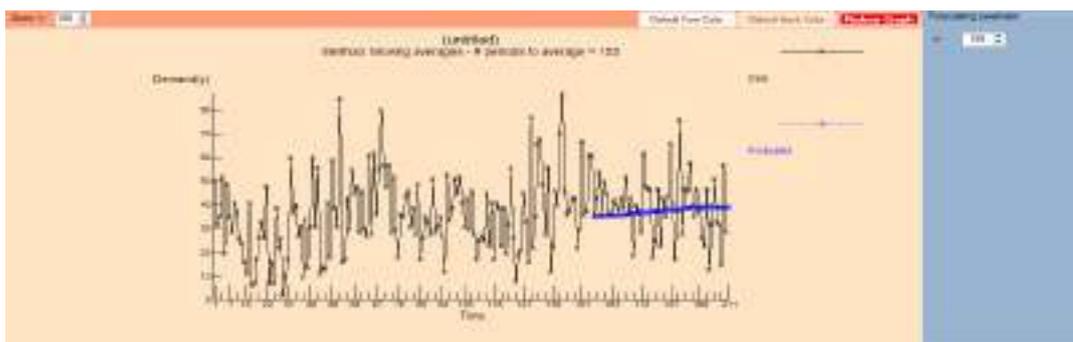
Para anticipar la demanda diaria de productos panificados, se aplicaron tres modelos de pronóstico de series de tiempo sobre la base de datos procesada: un modelo de promedio móvil simple, un modelo de descomposición multiplicativa y un modelo de suavizamiento exponencial

a) Promedio móvil simple (n = 155)

En primer lugar, se implementó para el producto medialuna un modelo de promedio móvil simple con un tamaño de $n = 155$ días, valor determinado tras evaluar distintos tamaños de n y seleccionar aquel que minimiza el error de pronóstico.

El pronóstico para el siguiente periodo fue de 39 unidades. El valor del error medio absoluto (MAD) obtenido fue de 10,012, lo que indica una desviación promedio de aproximadamente 10 unidades entre los valores reales y los pronosticados por el modelo.

Gráfico n°6: Pronóstico con PMS



Fuente: Elaboración propia con (QM for Windows)



b) Modelo de descomposición multiplicativa

Se aplicó para los tres productos un modelo de descomposición multiplicativa usando el promedio de todas las observaciones, con un número de temporadas igual a 6, correspondiente a los seis días de la semana considerados (de lunes a sábado). Esta técnica permite separar la componente estacional del resto de la serie, identificando un patrón de variación sistemática por día.

El modelo generó los siguientes índices estacionales, que representan cómo se comporta la demanda relativa en cada uno de los días de la semana respecto al promedio general:

Tabla n°1: Estacionalidad de demanda medialunas

Indice estacional	
Lunes	1,002
Martes	1,072
Miercoles	0,962
Jueves	1,095
Viernes	0,964
Sábado	0,905
Total	6

Fuente: Elaboración propia

Tabla n°2: Estacionalidad de demanda facturas

Indice estacional	
Lunes	0,984
Martes	1,089
Miercoles	0,958
Jueves	1,162
Viernes	0,92
Sábado	0,886
Total	6

Fuente: Elaboración propia

Tabla n°3: Estacionalidad de demanda tortillas

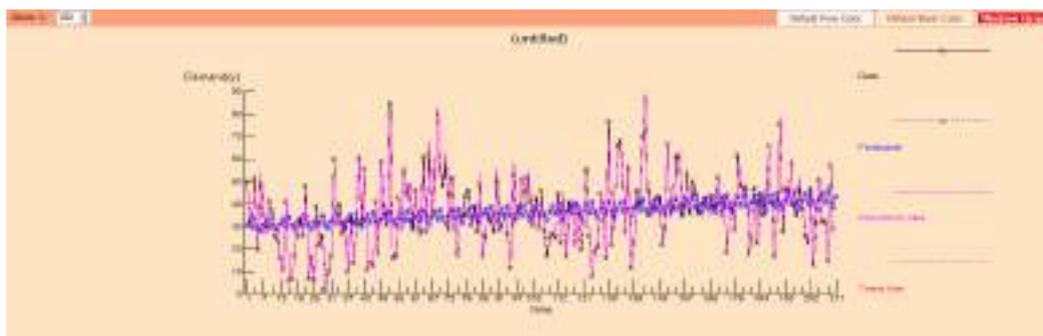
Indice estacional	
Lunes	1,073
Martes	1,025
Miercoles	0,962
Jueves	1,065
Viernes	1,053
Sábado	0,821
Total	6

Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse, los valores suman 6, lo cual indica que los factores están correctamente escalados para una semana laboral de seis días. El modelo detecta que la demanda para medialunas y tortillas tiende a ser mayor los días martes y jueves, mientras que es relativamente menor los días miércoles, viernes y sábado. Esto coincide con los resultados analizados del boxplot.

Para las medialunas, el valor del error medio absoluto obtenido por este modelo fue de 11,846, algo superior al del promedio móvil, lo que sugiere que, aunque la descomposición permite interpretar mejor el comportamiento estacional, no mejora la precisión del pronóstico en términos absolutos.

Gráfico n°7: Pronóstico Medialunas con Descomposición Multiplicativa



Fuente: Elaboración propia con (QM for Windows)

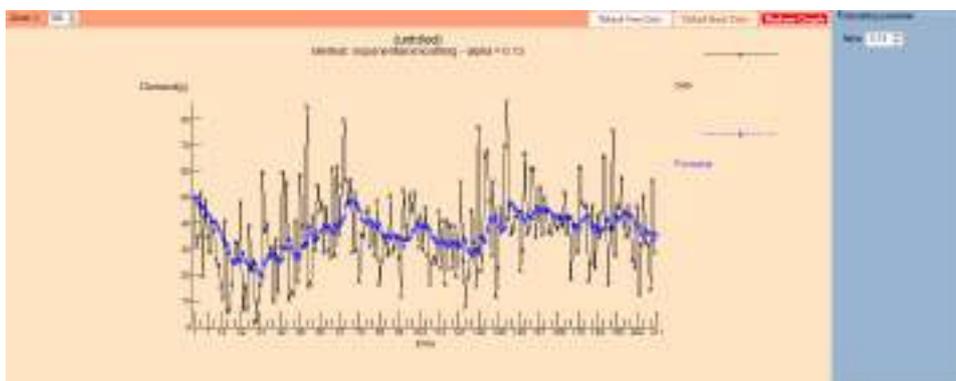
c) Suavizamiento exponencial

Además de los modelos anteriores, se aplicó también al producto medialuna un modelo de suavizamiento exponencial, el cual permite dar mayor peso a los datos más recientes, incorporando la posibilidad de adaptarse a cambios en la demanda sin requerir un tamaño fijo de ventana como en el promedio móvil.

Para determinar el valor óptimo del parámetro de suavizamiento (α), se realizó un análisis comparativo del error medio absoluto (MAD) obtenido para distintos valores de α , desde valores bajos (cerca de 0) hasta valores altos (cerca de 1), incrementando gradualmente.

El menor valor de MAD se obtuvo con un $\alpha=0,13$, arrojando un MAD de 12,275. Con un pronóstico para el siguiente período de 36 unidades.

Gráfico n°8: Pronóstico con suavizamiento exponencial



Fuente: Elaboración propia con (QM for Windows)

Comparación final de modelos de pronóstico

Se aplicaron tres modelos diferentes de pronóstico de demanda para el producto medialuna: promedio móvil simple, descomposición multiplicativa y suavizamiento exponencial.

Los resultados obtenidos se resumen a continuación:



Modelo	MAD	Pronóstico próximo período
Promedio móvil simple (n = 155)	10,012	39 unidades
Descomposición multiplicativa	11,846	43 unidades
Suavizamiento exponencial ($\alpha=0,13$)	12,275	36 unidades

Si bien el modelo de promedio móvil simple presentó el menor error medio absoluto (MAD = 10,012), lo que indica una mayor precisión en términos estrictamente numéricos, se optó por utilizar como base para el modelo de simulación el modelo de descomposición multiplicativa. Esta decisión se fundamenta en que dicho modelo, aunque con un MAD apenas superior (11,846), permite incorporar explícitamente el componente estacional identificado mediante el gráfico de caja y bigotes (boxplot). La descomposición multiplicativa brinda así una ventaja interpretativa y operativa clave, al permitir ajustar el pronóstico diario según el comportamiento típico de cada día de la semana, lo cual es especialmente relevante en un contexto como el de la cafetería, donde la demanda varía de forma sistemática entre días.

Una vez realizada la comparación de los tres modelos de pronóstico aplicados al producto medialunas, y habiendo seleccionado el modelo de descomposición multiplicativa por su capacidad de incorporar la estacionalidad observada, se procedió a aplicar este mismo modelo a los otros dos productos de panadería de alta rotación: facturas y tortillas. En ambos casos, se utilizó un enfoque similar, considerando un número de temporadas igual a seis (de lunes a sábado) y utilizando el promedio de todos los datos.

Simulación Monte Carlo



Con el objetivo de modelar la incertidumbre inherente a la demanda diaria y evaluar el impacto económico de distintas decisiones de compra, se implementó una simulación Monte Carlo sobre las ventas estimadas de productos panificados.

Proceso de simulación

Definición del problema: La cafetería debe decidir cuántas medialunas, facturas y tortillas comprar cada día, enfrentando incertidumbre en la demanda. Los productos no vendidos se desechan al final del día, y cuando no se cubre la demanda se pierden ventas y se afecta al cliente. El objetivo es minimizar los costos esperados combinando pronósticos de demanda y simulación. Si bien en esta sección se describe en detalle el proceso de simulación aplicado al producto medialunas, cabe aclarar que el mismo procedimiento fue replicado de manera equivalente para los otros dos productos analizados: facturas y tortillas.

-Introducción de las variables relevantes

Variable aleatoria principal: demanda diaria de medialunas.

Variabes económicas:

- o Precio de venta: \$550
- o Costo de compra: \$330
- o Costo de faltante (venta perdida): \$270
- o Pérdida por sobrante (unidad no vendida): \$330
- o Cantidad de compra diaria: determinada por el pronóstico con el modelo de

descomposición multiplicativa.



El costo de faltante es el costo de oportunidad de no haber tenido stock suficiente para satisfacer la demanda. Este costo no es físico como el de compra, sino económico, porque representa:

- La ganancia que se deja de obtener.
- El posible malestar del cliente (insatisfacción, pérdida de fidelidad).
- El riesgo de que no vuelva o que se lleve una mala experiencia.

Se partió de la ganancia que se hubiera obtenido por cada unidad vendida:

$$\text{Precio de venta} - \text{Costo de compra} = 550 - 330 = \$220$$

A ese valor se le sumó un margen simbólico por insatisfacción del cliente (\$50), llegando a: $220 + 50 = \$270$

La pérdida por sobrante refleja el valor de una unidad que no se vendió al final del día y que debe desecharse.

A diferencia del costo de faltante, este es un costo real y tangible, ya que:

- Se incurrió en un costo de compra.
- No se recupera nada de ese valor si no se vende.

Se considera como pérdida por sobrante al costo unitario de compra de cada producto. Este valor no se vuelve a sumar en el costo total diario porque ya está incorporado en la columna de costo de compra. Sin embargo, se lo registra en una columna separada como “pérdida por sobrante”, para que pueda medirse y controlarse como una métrica de eficiencia.

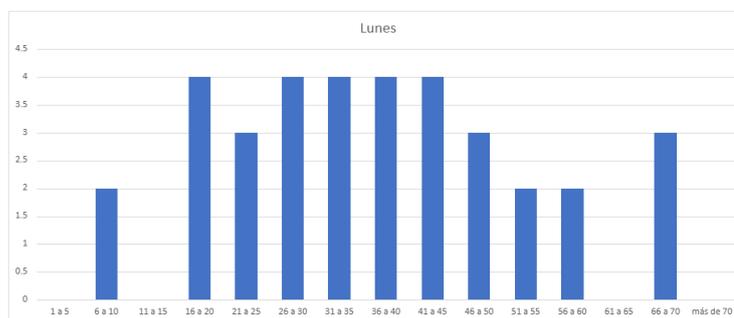
Construcción del modelo de simulación



En primer lugar, se construyeron distribuciones de probabilidad basadas en datos históricos de la cafetería por producto y por día de la semana.

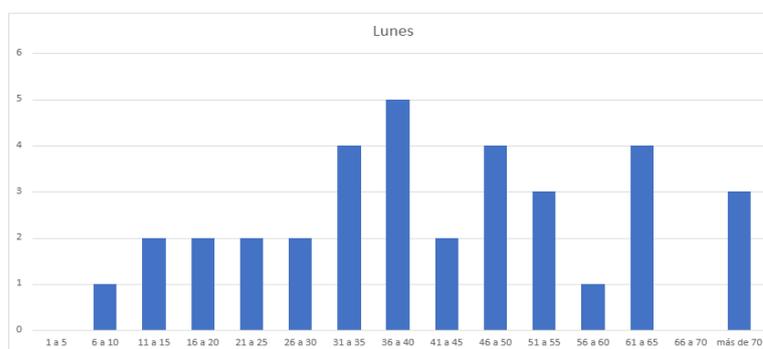
Para los productos medialunas y facturas, las distribuciones se estructuraron en intervalos de 5 unidades (por ejemplo: 0–4, 5–9, 10–14, etc.), dado que su nivel de demanda varía de forma moderada.

Gráfico n°9: Distribución de probabilidad medialunas días lunes



Fuente: Elaboración propia

Gráfico n°10: Distribución de probabilidad tortillas días lunes



Fuente: Elaboración propia

Para el producto tortillas, que presenta una mayor demanda diaria, se utilizaron intervalos de 10 unidades (ej.: 0–9, 10–19, 20–29, etc.), permitiendo capturar mejor la dispersión sin perder detalle.



A partir de estas distribuciones, se construyeron las tablas de probabilidad acumulada y los intervalos de números aleatorios para cada día y producto. En la simulación, se utiliza la función =ALEATORIO() en Excel para generar un número aleatorio, que luego se traduce en una cantidad demandada según el intervalo correspondiente de cada distribución.

Esta cantidad demandada simulada se compara con la cantidad comprada para ese día, la cual proviene del modelo de descomposición multiplicativa, que ajusta el pronóstico base según los índices estacionales específicos para cada día de la semana.

A partir de esa comparación, se calculan las variables económicas:

- Costo de compra: cantidad comprada × \$330.
- Costo por faltante: si la demanda simulada supera la compra → (demanda – compra) × \$270.
- Pérdida por sobrante: si la compra supera la demanda → (compra – demanda) × \$330 (*registrada como pérdida, no sumada dos veces*).
- Costo total: suma de costo de compra + costo por faltante.
- Contribución Marginal: ingreso por ventas – costo total.

Tabla n°4: Ejecución de la simulación

Simulación	Cantidad a comprar	Número Aleatorio	Cantidad Demandada	Sobrante	Faltante	Costo Compra	Pérdida por sobrante	Costo de faltante	Costos Totales	Ventas	Contribución marginal
Lunes	42	54	40	2	8	13860	660	0	14520	12000	6940
Martes	45	94	60	0	15	14850	0	4050	18900	14750	5850
Miércoles	41	44	25	6	0	13530	1980	0	15510	13250	5720
Jueves	46	25	30	6	0	15180	1980	0	17160	12000	6600
Viernes	41	79	50	6	8	13530	0	2160	15690	12500	6690
Sábado	48	37	30	8	0	15840	2640	0	18480	14000	5960
Domingo	42	76	30	8	8	13860	0	2160	16020	13100	7080
Martes	46	96	60	0	14	15180	0	3780	18960	15300	6960
Miércoles	41	31	30	11	0	13530	3630	0	17160	14000	7160
Jueves	47	26	30	17	0	15510	5610	0	21120	14500	7010
Viernes	41	62	40	1	0	13530	990	0	14520	12000	6470
Sábado	39	94	55	0	16	12870	0	4320	17190	11400	4590
TOTAL						147510	14916	3870	162400	252950	89840
Promedios						13991.88	2464.29	1818.69	15956.87	20991.67	8468.47

Fuente: Elaboración propia



La simulación se ejecutó sobre un horizonte temporal de dos semanas consecutivas, abarcando doce días hábiles (de lunes a sábado), lo que permitió observar el comportamiento repetido de los patrones estacionales sin extender excesivamente el análisis.

Para cada uno de los tres productos (medialunas, facturas y tortillas), se realizaron dos simulaciones independientes:

1. Una primera simulación utilizando como cantidad a comprar diaria los valores pronosticados por el modelo de descomposición multiplicativa, los cuales varían según el día de la semana y reflejan la estacionalidad observada en la demanda.
2. Una segunda simulación utilizando la política de compra actual de la cafetería, que establece una cantidad fija por día: 60 medialunas, 60 facturas y 80 tortillas, independientemente del día o la variación de la demanda.

El objetivo de esta doble simulación fue comparar el desempeño económico de ambas políticas —la pronosticada y la actual— en términos de contribución marginal, costos por faltantes, y pérdidas por sobrante, para así evaluar cuál de las dos alternativas resulta más eficiente desde el punto de vista operativo y económico.

Resultado de la simulación

A continuación, se presentan los resultados de la simulación aplicada a los productos medialunas, facturas y tortillas comparando dos políticas de reposición diaria: una basada en los pronósticos del modelo de descomposición multiplicativa, y otra correspondiente a la política actual de la cafetería:



Medialunas

Tabla n°5: Política Actual

Simulación	Cantidad a comprar	Numero Alertorio	Cantidad Demandada	Sobrante	Faltante	Costo Compra	Pérdida por sobrante	Costo de Faltante	Costos Totales	Ventas	Contribución marginal
Lunes	60	54	60	20	0	\$ 19.800,00	\$ 6.600,00	\$ -	\$ 19.800,00	\$ 22.000,00	\$ 2.200,00
Martes	60	54	60	0	0	\$ 19.800,00	\$ -	\$ -	\$ 19.800,00	\$ 33.000,00	\$ 13.200,00
Miércoles	60	44	35	25	0	\$ 19.800,00	\$ 8.250,00	\$ -	\$ 19.800,00	\$ 19.250,00	\$ -
Jueves	60	43	40	20	0	\$ 19.800,00	\$ 6.600,00	\$ -	\$ 19.800,00	\$ 22.000,00	\$ 2.200,00
Viernes	60	79	50	20	0	\$ 19.800,00	\$ 3.200,00	\$ -	\$ 19.800,00	\$ 27.500,00	\$ 7.700,00
Sábado	60	37	30	30	0	\$ 19.800,00	\$ 9.900,00	\$ -	\$ 19.800,00	\$ 16.500,00	\$ -
Lunes	60	79	50	20	0	\$ 19.800,00	\$ 3.200,00	\$ -	\$ 19.800,00	\$ 27.500,00	\$ 7.700,00
Martes	60	56	65	0	5	\$ 19.800,00	\$ -	\$ 1.350,00	\$ 21.150,00	\$ 33.000,00	\$ 11.850,00
Miércoles	60	31	30	30	0	\$ 19.800,00	\$ 9.900,00	\$ -	\$ 19.800,00	\$ 16.500,00	\$ -
Jueves	60	28	30	30	0	\$ 19.800,00	\$ 9.900,00	\$ -	\$ 19.800,00	\$ 16.500,00	\$ -
Viernes	60	62	40	20	0	\$ 19.800,00	\$ 6.600,00	\$ -	\$ 19.800,00	\$ 22.000,00	\$ 2.200,00
Sábado	60	54	55	5	0	\$ 19.800,00	\$ 1.650,00	\$ -	\$ 19.800,00	\$ 30.250,00	\$ 10.450,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla n°6: Cantidades a comprar propuestas

Simulación	Cantidad a comprar	Numero Alertorio	Cantidad Demandada	Sobrante	Faltante	Costo Compra	Pérdida por sobrante	Costo de Faltante	Costos Totales	Ventas	Contribución marginal
Lunes	42	54	45	2	0	\$ 13.800,00	\$ 680,00	\$ -	\$ 13.800,00	\$ 22.000,00	\$ 8.140,00
Martes	43	54	60	0	15	\$ 14.850,00	\$ -	\$ 4.050,00	\$ 18.900,00	\$ 24.750,00	\$ 5.850,00
Miércoles	42	44	35	6	0	\$ 13.530,00	\$ 1.590,00	\$ -	\$ 13.530,00	\$ 19.250,00	\$ 5.720,00
Jueves	46	43	40	6	0	\$ 15.180,00	\$ 1.980,00	\$ -	\$ 15.180,00	\$ 22.000,00	\$ 6.820,00
Viernes	41	79	50	0	9	\$ 13.530,00	\$ -	\$ 2.430,00	\$ 15.960,00	\$ 22.550,00	\$ 6.590,00
Sábado	38	37	30	8	0	\$ 12.540,00	\$ 2.640,00	\$ -	\$ 12.540,00	\$ 16.500,00	\$ 3.960,00
Lunes	42	76	50	0	8	\$ 13.800,00	\$ -	\$ 2.160,00	\$ 16.020,00	\$ 23.100,00	\$ 7.080,00
Martes	46	56	65	0	19	\$ 15.180,00	\$ -	\$ 5.130,00	\$ 20.310,00	\$ 25.300,00	\$ 4.990,00
Miércoles	42	31	30	11	0	\$ 13.530,00	\$ 3.690,00	\$ -	\$ 13.530,00	\$ 16.500,00	\$ 2.970,00
Jueves	47	30	30	17	0	\$ 15.510,00	\$ 5.610,00	\$ -	\$ 15.510,00	\$ 16.500,00	\$ 990,00
Viernes	42	62	40	2	0	\$ 13.530,00	\$ 330,00	\$ -	\$ 13.530,00	\$ 22.000,00	\$ 8.470,00
Sábado	39	54	55	0	16	\$ 12.870,00	\$ -	\$ 4.320,00	\$ 17.190,00	\$ 21.450,00	\$ 4.260,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla n°7: Comparación

DEMANDA PRONÓSTICO	Sobrante	Faltante	Costo Compra	Pérdida por sobrante	Costo de Faltante	Costos Totales	Ventas	Contribución marginal
TOTALES	51	67	\$ 167.970,00	\$ 16.830,00	\$ 18.090,00	\$ 186.060,00	\$ 251.900,00	\$ 65.840,00
Promedios	7,29	13,40	\$ 13.997,50	\$ 2.404,29	\$ 3.618,00	\$ 15.505,00	\$ 20.991,67	\$ 5.488,67
POLÍTICA ACTUAL	Sobrante	Faltante	Costo Compra	Pérdida por sobrante	Costo de Faltante	Costos Totales	Ventas	Contribución marginal
TOTALES	200	5	\$ 237.600,00	\$ 66.000,00	\$ 1.350,00	\$ 238.950,00	\$ 286.000,00	\$ 47.030,00
Promedios	20	5	\$ 19.800,00	\$ 6.600,00	\$ 1.350,00	\$ 19.912,50	\$ 23.833,33	\$ 3.920,83

Fuente: Elaboración propia

Facturas

Tabla n°8: Política actual



Simulación	Cantidad a comprar	Número Aleatorio	Cantidad Demandada	Sobrante	Faltante	Costo Compra	Pérdida por sobrante	Costo de Faltante	Costos Totales	Ventas	Contribución marginal
Lunes	60	27	35	25	0	\$ 21.600,00	\$ 5.800,00	\$ -	\$ 21.600,00	\$ 21.600,00	-\$ 600,00
Martes	60	83	70	0	10	\$ 21.600,00	\$ -	\$ 2.900,00	\$ 24.500,00	\$ 36.000,00	\$ 11.500,00
Miércoles	60	14	20	40	0	\$ 21.600,00	\$ 14.400,00	\$ -	\$ 21.600,00	\$ 12.000,00	-\$ 9.600,00
Jueves	60	59	60	0	0	\$ 21.600,00	\$ -	\$ -	\$ 21.600,00	\$ 36.000,00	\$ 14.400,00
Viernes	60	68	45	15	0	\$ 21.600,00	\$ 5.400,00	\$ -	\$ 21.600,00	\$ 27.000,00	\$ 5.400,00
Sábado	60	35	35	25	0	\$ 21.600,00	\$ 9.000,00	\$ -	\$ 21.600,00	\$ 21.600,00	-\$ 600,00
Lunes	60	92	70	0	10	\$ 21.600,00	\$ -	\$ 2.900,00	\$ 24.500,00	\$ 36.000,00	\$ 11.500,00
Martes	60	7	10	50	0	\$ 21.600,00	\$ 18.000,00	\$ -	\$ 21.600,00	\$ 6.000,00	-\$ 13.600,00
Miércoles	60	46	45	15	0	\$ 21.600,00	\$ 5.400,00	\$ -	\$ 21.600,00	\$ 27.000,00	\$ 5.400,00
Jueves	60	21	30	30	0	\$ 21.600,00	\$ 10.800,00	\$ -	\$ 21.600,00	\$ 18.000,00	-\$ 3.600,00
Viernes	60	76	30	10	0	\$ 21.600,00	\$ 5.800,00	\$ -	\$ 21.900,00	\$ 30.000,00	\$ 8.400,00
Sábado	60	03	45	15	0	\$ 21.600,00	\$ 5.400,00	\$ -	\$ 21.600,00	\$ 27.000,00	\$ 5.400,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla n°9: Cantidades a comprar propuestas

Simulación	Cantidad a comprar	Número Aleatorio	Cantidad Demandada	Sobrante	Faltante	Costo Compra	Pérdida por sobrante	Costo de Faltante	Costos Totales	Ventas	Contribución marginal
Lunes	43	27	25	8	0	\$ 15.480,00	\$ 2.880,00	\$ -	\$ 15.880,00	\$ 21.000,00	\$ 5.520,00
Martes	48	83	70	0	22	\$ 17.280,00	\$ -	\$ 6.980,00	\$ 23.660,00	\$ 26.800,00	\$ 5.140,00
Miércoles	42	14	20	22	0	\$ 15.120,00	\$ 7.920,00	\$ -	\$ 15.120,00	\$ 12.000,00	-\$ 3.120,00
Jueves	51	59	60	0	9	\$ 18.360,00	\$ -	\$ 2.630,00	\$ 20.970,00	\$ 36.000,00	\$ 9.030,00
Viernes	40	68	45	0	5	\$ 14.400,00	\$ -	\$ 1.450,00	\$ 15.850,00	\$ 24.000,00	\$ 8.150,00
Sábado	28	35	35	4	0	\$ 14.640,00	\$ 1.440,00	\$ -	\$ 16.080,00	\$ 21.000,00	\$ 8.960,00
Lunes	43	92	70	0	27	\$ 15.480,00	\$ -	\$ 7.890,00	\$ 23.310,00	\$ 25.800,00	\$ 2.490,00
Martes	48	7	10	38	0	\$ 17.280,00	\$ 13.680,00	\$ -	\$ 17.280,00	\$ 6.000,00	-\$ 11.280,00
Miércoles	42	46	45	0	3	\$ 15.120,00	\$ -	\$ 870,00	\$ 15.990,00	\$ 25.200,00	\$ 9.210,00
Jueves	51	21	30	21	0	\$ 18.360,00	\$ 7.560,00	\$ -	\$ 18.360,00	\$ 18.000,00	-\$ 300,00
Viernes	40	76	30	0	10	\$ 14.400,00	\$ -	\$ 2.900,00	\$ 17.300,00	\$ 24.000,00	\$ 6.700,00
Sábado	28	03	45	0	6	\$ 14.640,00	\$ -	\$ 1.740,00	\$ 15.780,00	\$ 21.400,00	\$ 7.620,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla n°10: Comparación

DEMANDA PRONÓSTICO	Sobrante	Faltante	Costo Compra	Pérdida por sobrante	Costo de Faltante	Costos Totales	Ventas	Contribución marginal
TOTALES	93	82	\$ 189.360,00	\$ 33.480,00	\$ 23.780,00	\$ 213.140,00	\$ 259.800,00	\$ 46.680,00
Promedios	18,60	11,71	\$ 15.780,00	\$ 6.896,00	\$ 3.397,14	\$ 17.761,67	\$ 21.650,00	\$ 3.888,33
POLÍTICA ACTUAL	Sobrante	Faltante	Costo Compra	Pérdida por sobrante	Costo de Faltante	Costos Totales	Ventas	Contribución marginal
TOTALES	225	20	\$ 259.200,00	\$ 81.000,00	\$ 5.800,00	\$ 265.000,00	\$ 297.000,00	\$ 32.000,00
Promedios	25	10	\$ 21.600,00	\$ 9.000,00	\$ 2.900,00	\$ 22.083,33	\$ 24.750,00	-\$ 2.686,67

Fuente: Elaboración propia

Tortillas

Tabla n°11: Política actual



Simulación	Cantidad a comprar	Número aleatorio	Cantidad Demandada	Sobrante	Faltante	Costo Compra	Pérdida por sobrante	Costo de Faltante	Costos Totales	Ventas	Contribución marginal
Lunes	80	08	100	0	20	\$ 20.400,00	\$ -	\$ 5.480,00	\$ 21.880,00	\$ 44.000,00	\$ 12.280,00
Martes	80	12	90	20	0	\$ 20.400,00	\$ 6.600,00	\$ -	\$ 26.480,00	\$ 32.000,00	\$ 6.680,00
Miércoles	80	97	110	0	30	\$ 20.400,00	\$ -	\$ 8.180,00	\$ 24.580,00	\$ 44.000,00	\$ 9.560,00
Jueves	80	89	140	0	60	\$ 20.400,00	\$ -	\$ 16.280,00	\$ 42.680,00	\$ 44.000,00	\$ 1.400,00
Viernes	80	94	90	0	10	\$ 20.400,00	\$ -	\$ 2.780,00	\$ 23.180,00	\$ 44.000,00	\$ 14.980,00
Sábado	80	5	80	48	0	\$ 20.400,00	\$ 12.200,00	\$ -	\$ 26.480,00	\$ 32.000,00	\$ 4.680,00
Lunes	80	73	120	0	40	\$ 20.400,00	\$ -	\$ 10.880,00	\$ 27.380,00	\$ 44.000,00	\$ 6.680,00
Martes	80	28	90	0	0	\$ 20.400,00	\$ -	\$ -	\$ 20.480,00	\$ 44.000,00	\$ 17.680,00
Miércoles	80	91	140	0	60	\$ 20.400,00	\$ -	\$ 16.280,00	\$ 42.680,00	\$ 44.000,00	\$ 1.400,00
Jueves	80	16	70	10	0	\$ 20.400,00	\$ 3.200,00	\$ -	\$ 26.480,00	\$ 38.000,00	\$ 12.280,00
Viernes	80	42	90	0	10	\$ 20.400,00	\$ -	\$ 2.780,00	\$ 23.180,00	\$ 44.000,00	\$ 14.980,00
Sábado	80	60	90	0	10	\$ 20.400,00	\$ -	\$ 2.780,00	\$ 23.180,00	\$ 44.000,00	\$ 14.980,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla n°12: Cantidades a comprar propuestas

Simulación	Cantidad a comprar	Número aleatorio	Cantidad Demandada	Sobrante	Faltante	Costo Compra	Pérdida por sobrante	Costo de Faltante	Costos Totales	Ventas	Contribución marginal
Lunes	121	48	100	21	0	\$ 39.805,20	\$ 6.805,20	\$ -	\$ 39.805,20	\$ 53.800,00	\$ 15.194,78
Martes	115	12	90	55	0	\$ 38.102,40	\$ 10.302,40	\$ -	\$ 38.102,40	\$ 33.800,00	\$ 5.182,40
Miércoles	108	97	110	0	2	\$ 35.788,80	\$ -	\$ 419,85	\$ 36.208,65	\$ 59.844,75	\$ 25.438,09
Jueves	120	89	140	0	20	\$ 39.700,95	\$ -	\$ 5.214,95	\$ 45.018,90	\$ 66.173,25	\$ 21.154,35
Viernes	117	94	90	27	0	\$ 35.512,24	\$ 5.812,24	\$ -	\$ 35.512,24	\$ 49.589,00	\$ 10.187,76
Sábado	95	5	80	35	0	\$ 30.694,95	\$ 17.494,95	\$ -	\$ 30.694,95	\$ 22.800,00	\$ 6.894,95
Lunes	122	79	120	2	0	\$ 40.165,62	\$ 665,62	\$ -	\$ 40.165,62	\$ 66.800,00	\$ 26.634,38
Martes	117	26	80	37	0	\$ 36.446,80	\$ 12.846,80	\$ -	\$ 36.446,80	\$ 44.800,00	\$ 8.593,20
Miércoles	109	91	140	0	31	\$ 45.106,39	\$ -	\$ 8.255,79	\$ 46.165,38	\$ 60.182,65	\$ 15.017,27
Jueves	121	16	70	51	0	\$ 40.081,67	\$ 16.981,67	\$ -	\$ 40.081,67	\$ 38.500,00	\$ 1.981,67
Viernes	120	42	90	30	0	\$ 38.666,00	\$ 9.966,00	\$ -	\$ 38.666,00	\$ 49.500,00	\$ 9.834,00
Sábado	98	60	90	8	0	\$ 30.970,90	\$ 1.270,90	\$ -	\$ 30.970,90	\$ 49.500,00	\$ 18.529,90

Tabla n°13: Comparación

DEMANDA PRONÓSTICO	Sobrante	Faltante	Costo Compra	Pérdida por sobrante	Costo de Faltante	Costos Totales	Ventas	Contribución marginal
TOTALES	282	52	\$ 340.019,50	\$ 70.473,73	\$ 10.303,40	\$ 350.382,90	\$ 431.273,20	\$ 80.890,30
Promedios	31,32	17,27	\$ 28.334,96	\$ 7.830,42	\$ 3.454,47	\$ 29.198,58	\$ 35.939,43	\$ 6.740,86
POLÍTICA ACTUAL	Sobrante	Faltante	Costo Compra	Pérdida por sobrante	Costo de Faltante	Costos Totales	Ventas	Contribución marginal
TOTALES	70	240	\$ 240.000,00	\$ 17.500,00	\$ 48.000,00	\$ 288.000,00	\$ 356.000,00	\$ 68.000,00
Promedios	23	30	\$ 20.000,00	\$ 5.833,33	\$ 6.000,00	\$ 24.000,00	\$ 29.666,67	\$ 6.800,00

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla comparativa, la política basada en pronósticos permitió reducir significativamente los sobrantes de medialunas (51 vs. 200 unidades), lo que se traduce en menores pérdidas por productos no vendidos (\$16.830 vs. \$66.000). Si bien presentó una mayor cantidad de faltantes (67 vs. 5 unidades), el impacto económico total fue menor gracias a la reducción en el costo de compra y en las pérdidas por excedente.



En términos generales, los costos totales bajo la política pronosticada fueron de \$186.060, frente a \$238.950 en la política actual. Además, la contribución marginal total obtenida con el modelo pronosticado fue notablemente superior (\$65.840 frente a \$47.050), lo que evidencia una mayor eficiencia económica del modelo de pronóstico ajustado a la estacionalidad.

Estos resultados sugieren que la política basada en pronósticos no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también aumenta la rentabilidad, a pesar de enfrentar una mayor cantidad de faltantes, debido a que compensa este efecto con una drástica reducción de desperdicios.

Recomendaciones

1. **Ajustar las compras diarias con el modelo de descomposición multiplicativa según el día de la semana.** Dado que se detectaron patrones estacionales claros (por ejemplo, mayor demanda de medialunas y facturas los martes y jueves, y de tortillas los lunes y jueves), se recomienda utilizar los índices estacionales obtenidos para planificar las cantidades a pedir, en lugar de mantener una política fija diaria.
2. **Reemplazar el stock fijo de 60 unidades para facturas y medialunas, y 80 unidades para tortillas, por una política basada en pronóstico estacional + simulación.** La simulación Monte Carlo demostró que la política actual genera grandes sobrantes (hasta 200 unidades) y pérdidas económicas superiores (\$66.000 vs. \$16.830). Se recomienda implementar una política flexible y adaptativa, actualizada semanalmente.
3. **Optimizar los criterios de compra mediante un tablero simple en Excel.** El modelo puede ser automatizado parcialmente en una hoja que, para cada día de la semana,



sugiera cantidades óptimas considerando demanda pronosticada, costos por faltante y sobrante, y márgenes. Esto facilitaría su uso práctico por parte del personal operativo sin necesidad de software costoso.

4. **Formalizar la actualización del stock en tiempo real o al cierre del día.** La observación reveló que actualmente se utilizan anotaciones informales y no se actualiza el stock de forma sistemática. Se sugiere implementar una rutina diaria de cierre para registrar ventas reales, comparar con las previsiones y ajustar futuras decisiones.

5. **Realizar controles semanales de desempeño del modelo.** Una vez implementado, el modelo debe ser monitoreado con indicadores simples como: unidades faltantes por día, sobrantes acumulados, % de cumplimiento de la demanda y contribución marginal diaria. Esto permite recalibrar el sistema y mejorar continuamente.

Conclusiones

La presente investigación permitió demostrar que la aplicación de herramientas cuantitativas en la gestión de inventarios aporta beneficios concretos y medibles, incluso en emprendimientos de pequeña escala como la cafetería El Buen Aroma. A través del análisis de registros históricos y la implementación de modelos de pronóstico de series de tiempo — particularmente el modelo de descomposición multiplicativa— fue posible detectar patrones estacionales claros en la demanda de productos panificados, ajustados a cada día de la semana. Esta identificación de estacionalidad resultó fundamental para abandonar políticas de reposición rígidas e iguales para todos los días, y avanzar hacia decisiones más precisas y contextualizadas.



Complementariamente, la simulación Monte Carlo permitió representar de manera realista la incertidumbre en la demanda diaria, incorporando variables económicas clave como el costo por faltantes, el desperdicio por sobrantes y la contribución marginal esperada. Al comparar la política actual de compras fijas con una política basada en pronósticos ajustados por día, los resultados fueron contundentes: se logró una **reducción significativa en las pérdidas por excedente**, una mejora en la **eficiencia económica total del sistema**, y un **incremento de más del 40% en la contribución marginal acumulada** durante el período simulado. Aun cuando la política basada en pronósticos generó una mayor cantidad de faltantes, el impacto total fue menor debido al ahorro en costos y a una gestión más eficiente del stock.

En síntesis, este trabajo valida empíricamente el valor del análisis cuantitativo como soporte para la toma de decisiones operativas bajo condiciones de incertidumbre. La combinación de modelos de pronóstico estacional y simulación probabilística no solo optimiza los resultados financieros, sino que también mejora la experiencia del cliente al evitar no contar con la capacidad necesaria para abastecer al cliente o pérdidas por productos no vendidos. Se concluye que, con herramientas accesibles como Excel y una capacitación básica del personal, es viable implementar modelos simples pero poderosos que transformen la gestión diaria de inventario en un proceso más profesional, rentable y adaptable.



Referencias

- Render, B., Stair, R. M. Jr., Hanna, J. E., & Hale, T. S. (2016). Métodos Cuantitativos para los Negocios. Pearson.
- Martínez, J., & Sánchez, A. (2012). Estadística para las ciencias sociales. Ediciones Pirámide.
- Peña, D. (2001). Fundamentos de estadística. Alianza Editorial.
- Sampieri, R. H. (2014). Metodología de la Investigación. McGraw-Hill.



Apéndice

A continuación, se presenta la entrevista realizada al personal:

1- ¿Con qué herramienta registran actualmente el stock de productos?

- a) Planilla de Excel
- b) Software específico
- c) Registro en papel
- d) No se registra formalmente

2- ¿Con cuánta anticipación realizan los pedidos al proveedor?

- a) El día anterior
- b) A primera hora del mismo día
- c) Durante el día según necesidad
- d) No hay una regla fija

3- ¿En qué horario pueden realizar un segundo pedido en caso de ser necesario?

- a) Hasta las 10:00 hs.
- b) Hasta las 13:00 hs.
- c) Hasta las 16:00 hs.
- d) No se realizan pedidos adicionales

4- ¿Con qué frecuencia se controla el stock de todos los productos al final del turno?

- a) Siempre
- b) A veces se controlan productos al azar
- c) Solo cuando hay faltantes evidentes
- d) No se realiza control al final del turno

5- ¿Cuál es el criterio que utilizan para decidir cuánto pedir?

- a) Se reponen unidades hasta completar un stock predeterminado



b) Se estiman según la demanda del día anterior

c) Según intuición o experiencia del personal

d) Otro (especificar) _____

6- ¿Cuál es el proveedor que utilizan para los productos de panadería (tortillas, medialunas y facturas)?

a) El mismo proveedor para todos

b) Proveedores diferentes por producto

c) Otro (especificar) _____

7- ¿El proveedor cobra costos de envío?

a) Sí

b) No

8- ¿Qué dificultades enfrentan al controlar el stock?

a) Falta de tiempo para registrar todo

b) Falta de herramientas digitales adecuadas

c) Falta de capacitación del personal

d) Otro (especificar) _____

9- ¿Tienen previsto implementar mejoras en el sistema de control de inventario?

a) Sí, adquirir un software con función de stock

b) Sí, pero aún no está definido

c) No por el momento

d) No se ha evaluado

10- ¿Algo más que desee agregar sobre la gestión de inventario?

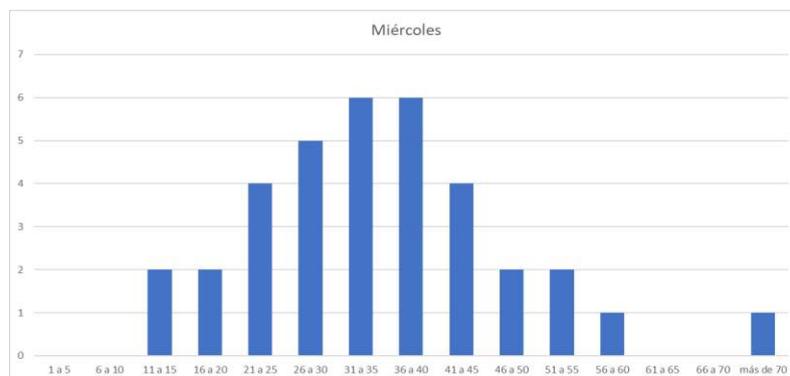
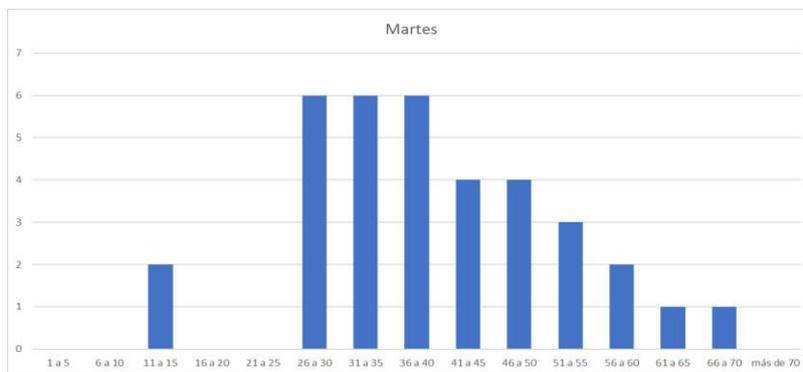
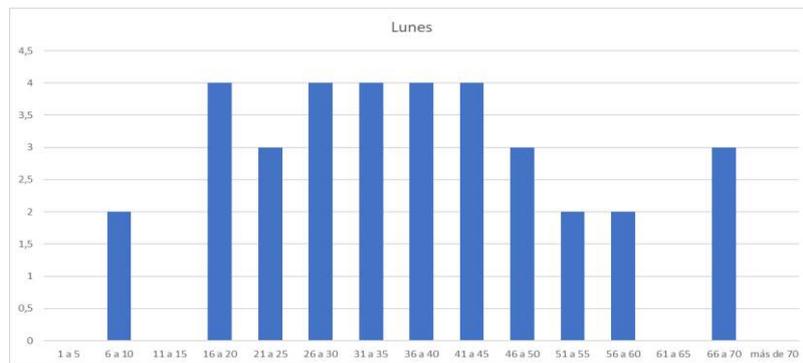
(respuesta abierta)

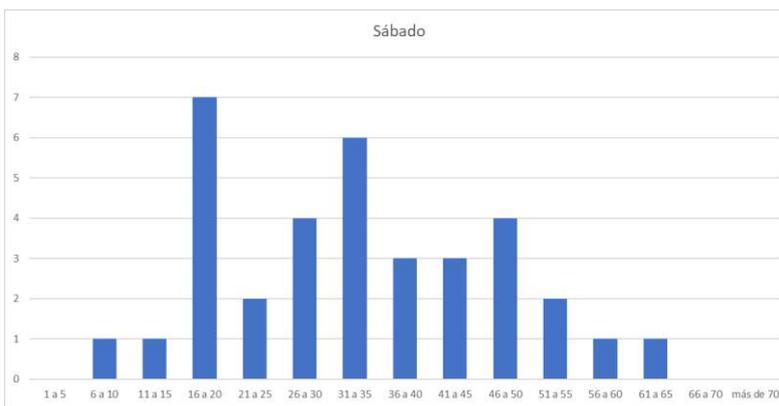
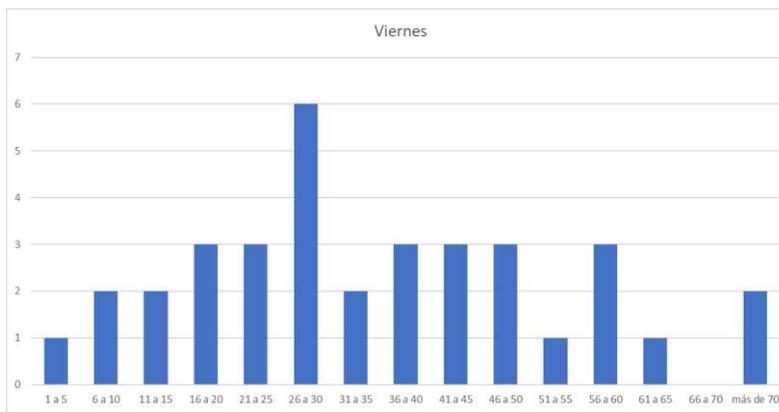
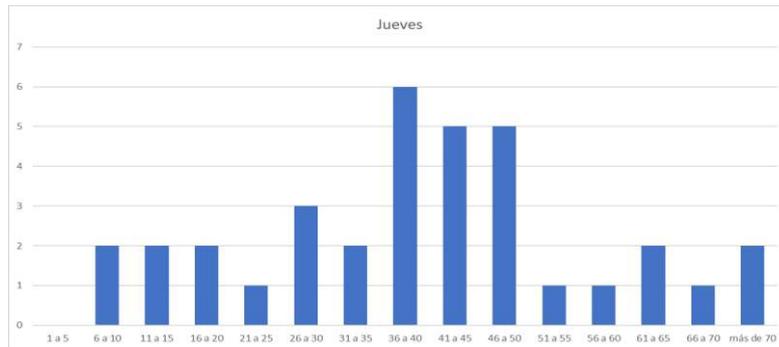


Anexo

A continuación, se presentan las distribuciones de frecuencias de demanda construidas para cada día de la semana por producto:

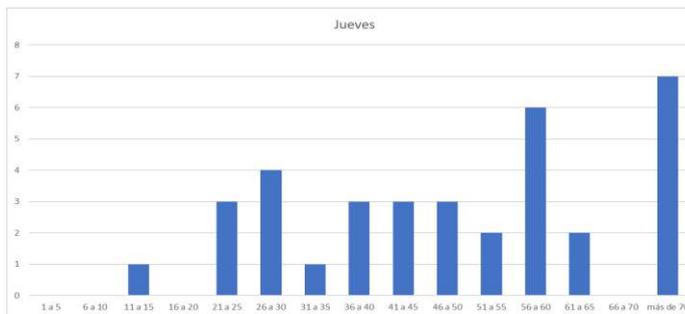
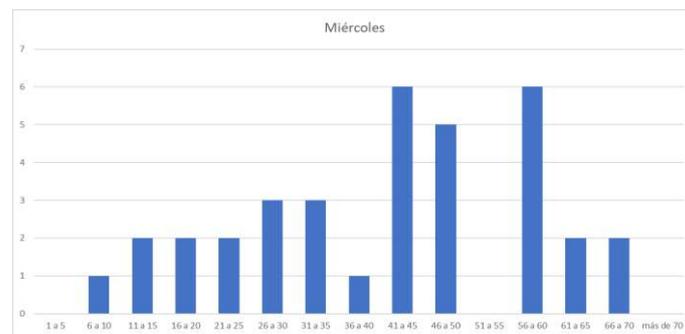
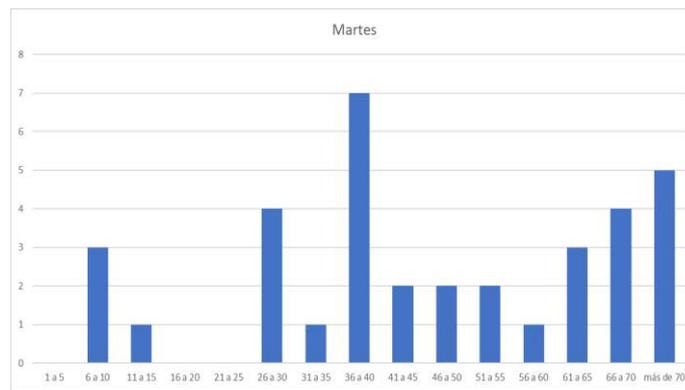
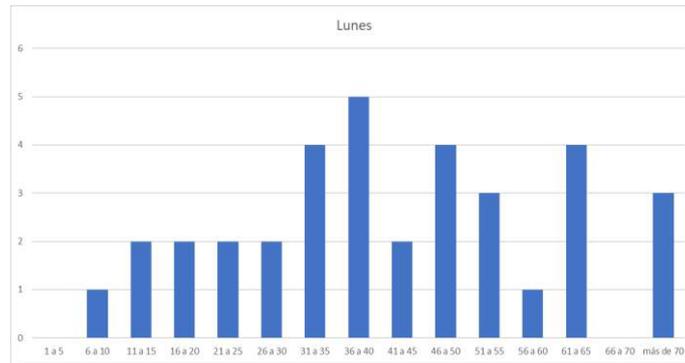
Gráficos adicionales de medialunas

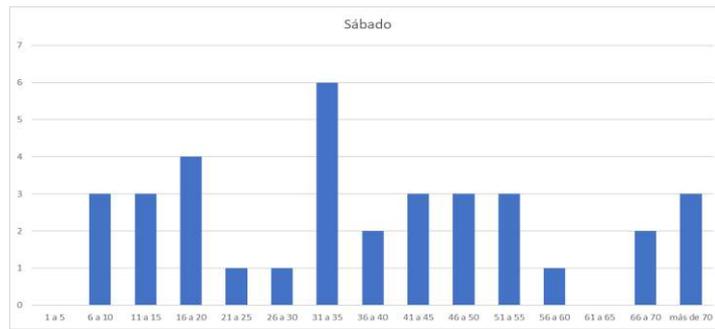
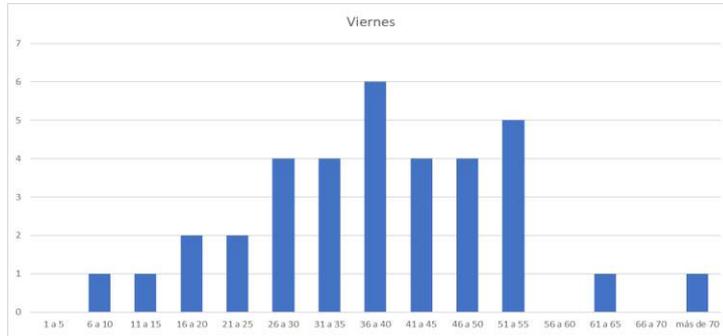




Fuente: Elaboración propia

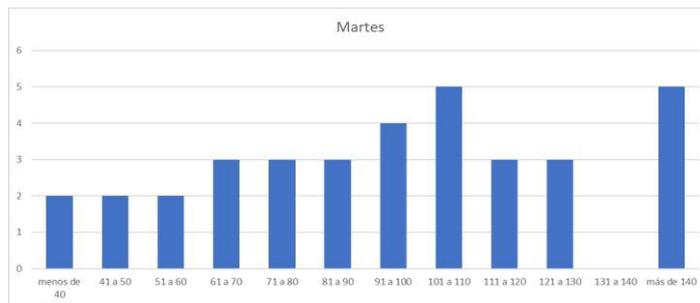
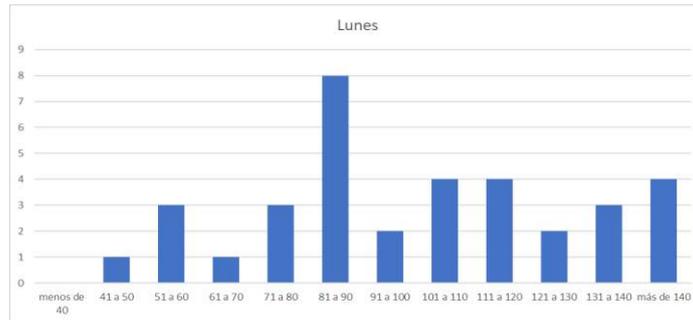
Gráficos adicionales de facturas

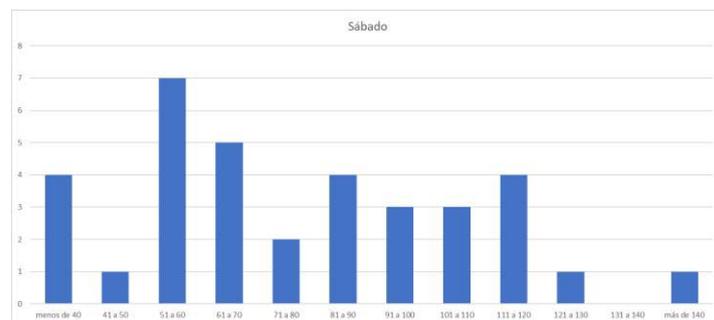
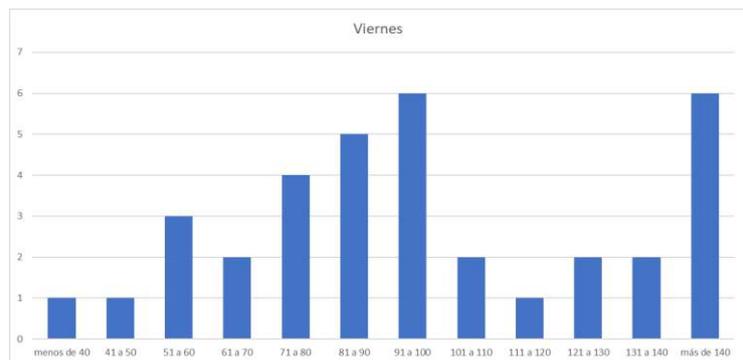
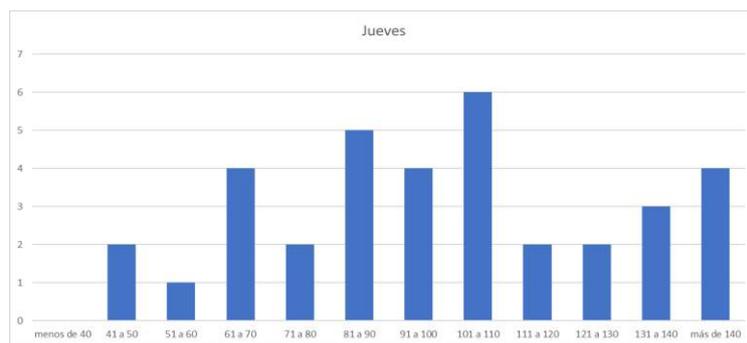
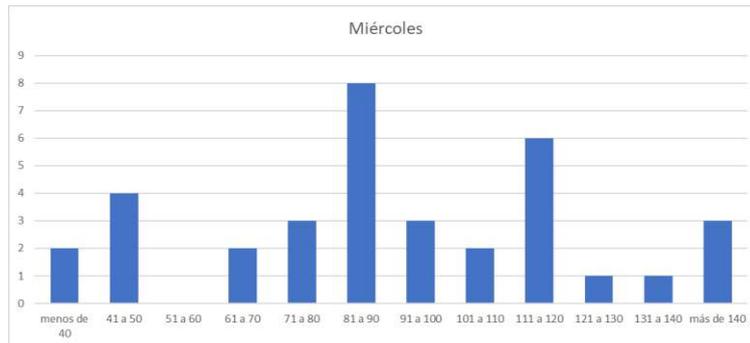




Fuente: Elaboración propia

Gráficos adicionales de tortillas





Fuente: Elaboración propia