

INFORME EJECUTIVO

Demand Forecasting & Demand Planning

1. Resumen Ejecutivo

Objetivo

Construir y evaluar un **forecast base estadístico** de la demanda mensual por producto, con el fin de apoyar la **planeación de demanda**, inventarios y abastecimiento en una cadena de restaurantes.

Metodología

Se utilizaron datos históricos de ventas mensuales previamente limpiados y agregados mediante SQL. El análisis se desarrolló en R siguiendo un enfoque clásico de series de tiempo, evaluando modelos explicables de forecasting (Media Móvil, Suavizamiento Exponencial, Holt, Holt-Winters y ARIMA). Los modelos fueron comparados utilizando métricas de error sobre un conjunto de prueba correspondiente a los últimos tres meses disponibles.

Resultado clave

El modelo **ARIMA** presentó el mejor desempeño predictivo en el conjunto de prueba, mostrando el menor error (MAE y MAPE) y residuos estadísticamente consistentes con ruido blanco.

Recomendación

Utilizar el modelo ARIMA como **forecast base estadístico** y complementarlo con ajustes de negocio dentro de un proceso formal de **Sales & Operations Planning (S&OP)**.

2. Contexto de Negocio

Una cadena de restaurantes busca fortalecer su proceso de **planeación de demanda**, con el objetivo de anticipar el comportamiento de las ventas y mejorar la toma de decisiones relacionadas con inventarios, abastecimiento y planificación operativa.

La empresa cuenta con información histórica de ventas por producto y restaurante, en un entorno estable sin eventos extraordinarios, pero con patrones claros de **tendencia y estacionalidad** propios del negocio.

Disponer de un forecast confiable y explicable permite alinear áreas comerciales y operativas, reducir riesgos de sobreinventario y quiebres de stock, y mejorar la eficiencia de la cadena de suministro.

3. Datos y Diseño del Análisis

- **Fuente:** Kaggle – *Demand Forecasting with Tabular, Textual & Images*
<https://www.kaggle.com/datasets/jeffheaton/demand-forecasting-with-tabular-textual-images>
- **Unidad de análisis:** Producto (item_id)
- **Nivel temporal:** Mensual
- **Periodo analizado:** Enero 2019 – Diciembre 2021
- **Tablas utilizadas**

Tabla	Descripción
sales_train	Históricos de ventas transaccionales
items	Información de productos y restaurante asociado
restaurants	Catálogo de restaurantes

Preparación de datos

Los datos fueron limpiados y transformados mediante SQL:

- Validación de fechas y cantidades.
- Eliminación de registros inválidos.
- Agregación de la demanda a nivel mensual por producto.

El dataset analítico final contiene una serie temporal mensual consistente para cada producto.

4. Metodología de Forecasting

Enfoque general

El análisis se desarrolló siguiendo buenas prácticas empresariales de forecasting:

1. Análisis exploratorio de la serie de tiempo
2. Separación Train / Test
3. Construcción de modelos estadísticos
4. Evaluación comparativa
5. Selección del forecast base

División Train / Test

- **Train:** Enero 2019 – Septiembre 2021
- **Test:** Octubre – Diciembre 2021

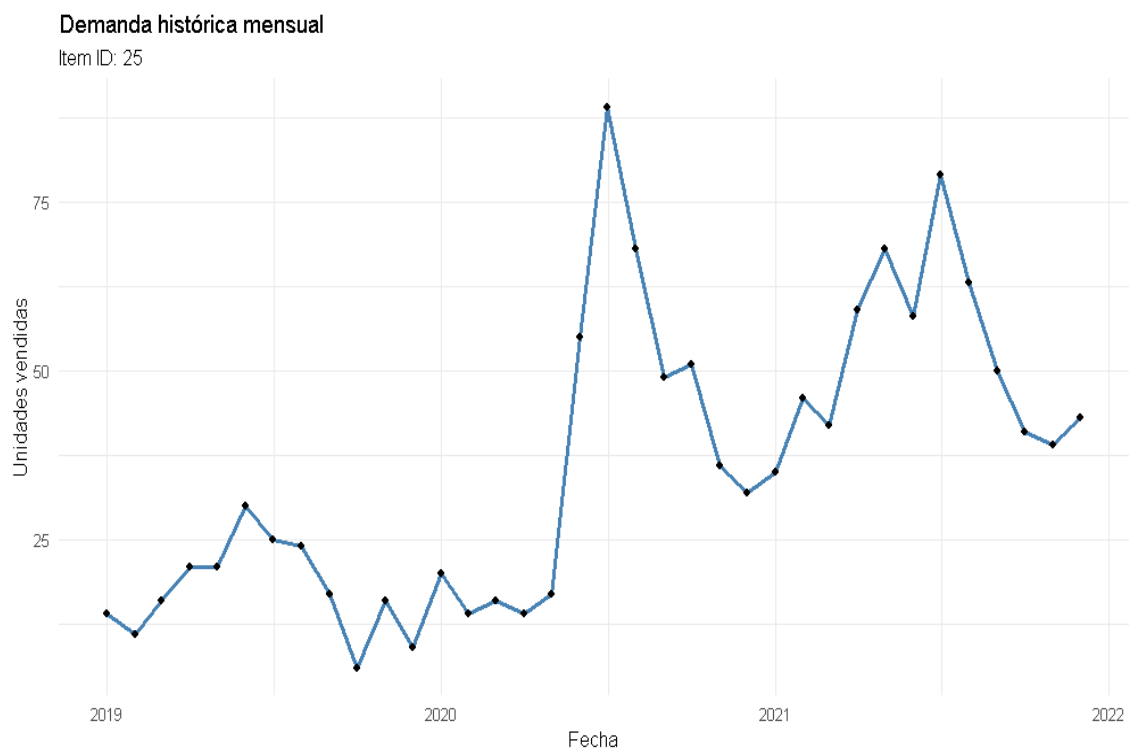
Este enfoque permite evaluar el desempeño real del modelo en datos no observados.

5. Resultados

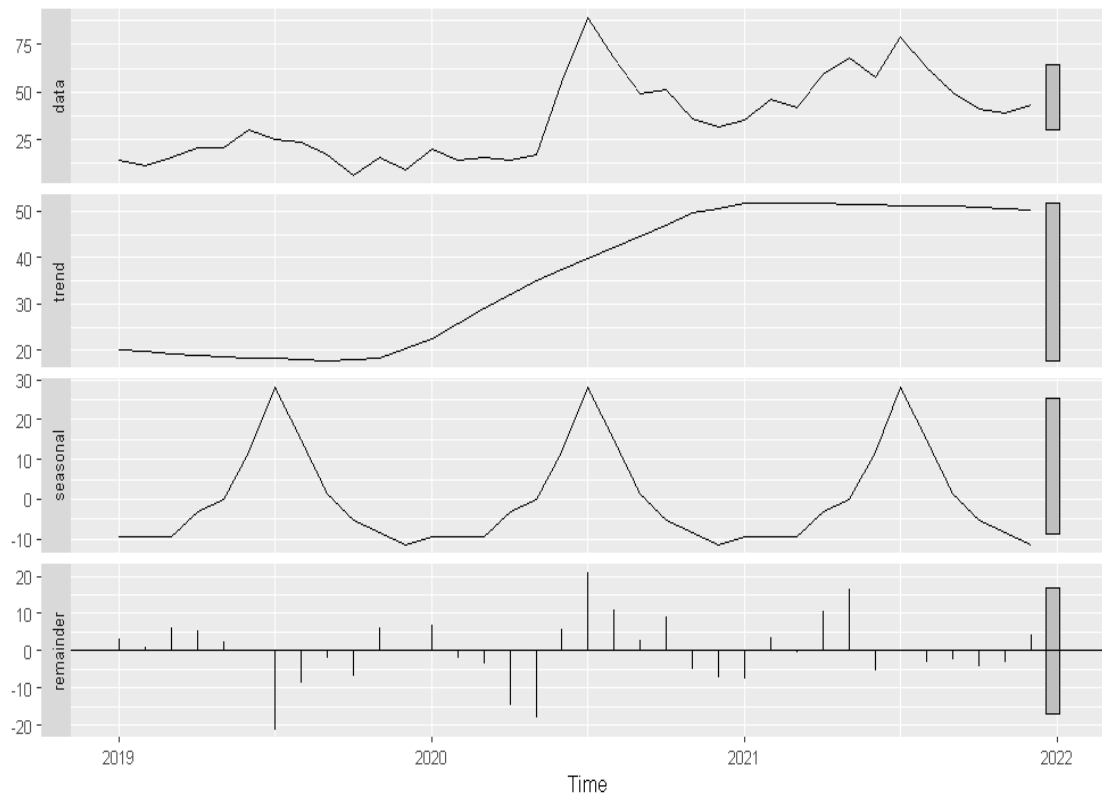
5.1 Análisis Exploratorio

La demanda histórica muestra:

- Fluctuaciones regulares a lo largo del tiempo.
- Presencia de estacionalidad anual.
- Cambios graduales en el nivel de la serie.



Descomposición STL (tendencia, estacionalidad, residuo)

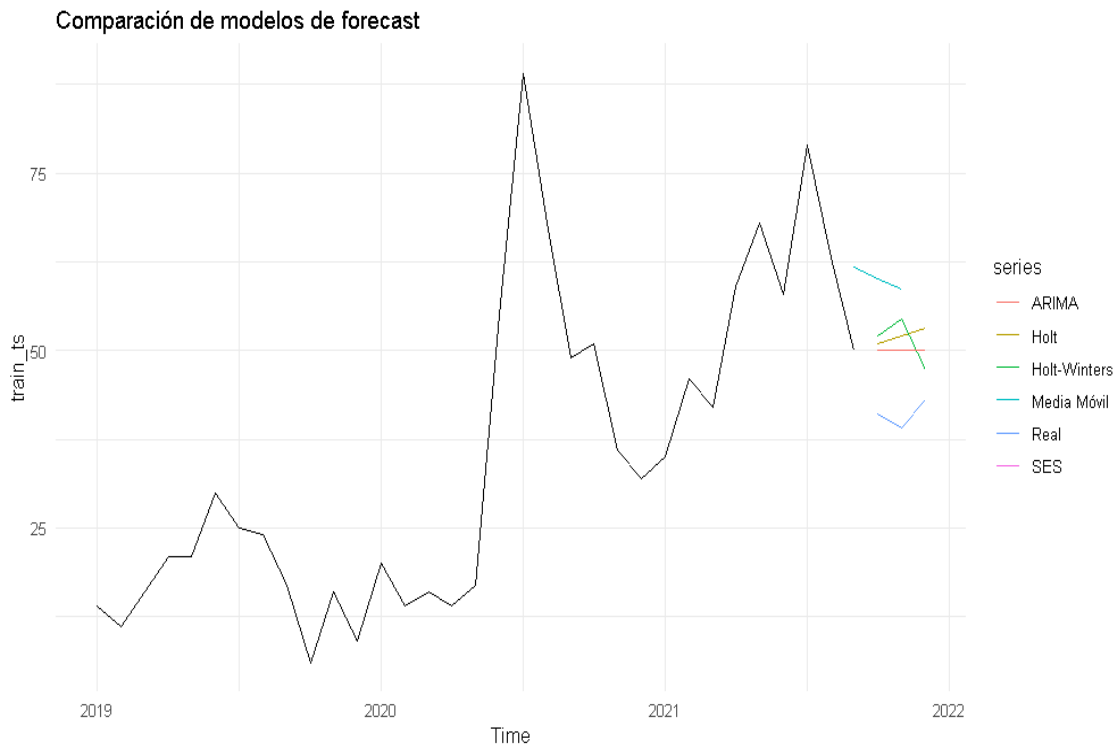


5.2 Modelos Evaluados

Se construyeron y evaluaron los siguientes modelos:

- Media Móvil (baseline ingenuo)
- Suavizamiento Exponencial Simple (SES)
- Holt (nivel + tendencia)
- Holt-Winters (nivel + tendencia + estacionalidad)
- ARIMA (selección automática)

Comparación visual de forecasts vs valores reales



5.3 Evaluación del Desempeño

Los modelos fueron comparados utilizando métricas estándar de forecasting:

- MAE (Mean Absolute Error)
- RMSE (Root Mean Squared Error)
- MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

Los resultados muestran que:

- Media Móvil y Holt-Winters presentan errores elevados.
- SES y ARIMA presentan mejor desempeño.
- **ARIMA obtiene el menor error en el conjunto de test**, capturando adecuadamente la estructura temporal.

Tabla comparativa de métricas por modelo

Modelo	MAE	RMSE	MAPE
Media Móvil	19.4	19.4	48.5
SES	9.00	9.15	22.1
Holt	11.1	11.2	27.2
Holt-Winters	10.3	11.3	25.6
ARIMA	9	9.15	22.1

El modelo ARIMA fue seleccionado por presentar el menor MAPE en el conjunto de test.

5.4 Validación del Modelo Seleccionado

El análisis de residuos del modelo ARIMA indica:

- Media cercana a cero.
- Ausencia de autocorrelación significativa.
- Comportamiento consistente con ruido blanco.

Esto confirma la adecuación estadística del modelo seleccionado.

6. Conclusión y Recomendación Final

El análisis demuestra que es posible construir un **forecast base estadístico confiable** utilizando modelos explicables de series de tiempo.

Recomendaciones de negocio:

- Adoptar el modelo ARIMA como **forecast base oficial**.
- Integrar este forecast en procesos de **S&OP**.
- Realizar ajustes por negocio (promociones, cambios comerciales, eventos planificados) **posteriormente**, y no mediante supuestos arbitrarios.
- Utilizar el forecast como soporte cuantitativo para decisiones de inventario y abastecimiento.

El forecast no reemplaza la experiencia del negocio, sino que la **complementa con evidencia analítica**.

7. Limitaciones y Próximos Pasos

Limitaciones:

- El análisis se basa únicamente en datos históricos.
- No se incorporan variables externas (promociones, precios, eventos).

Próximos pasos sugeridos:

- Incorporar variables explicativas mediante modelos ARIMAX.
- Evaluar forecast a nivel agregado (familia de productos).
- Integrar el modelo en dashboards de Power BI para monitoreo continuo.

8. Anexo Técnico

El detalle técnico del análisis, incluyendo:

- Limpieza de datos en SQL
- Código completo en R
- Construcción de modelos
- Métricas y visualizaciones

se encuentra documentado en los archivos:

- *Script_MySQL_DataCleaning.sql*
- *Script_R-Studio_Forecast.R*

disponibles en el repositorio del proyecto.