

Modelo predictivo para la gestión de inventarios en tiendas de abarrotes en Puno usando ARx y programación lineal entera

Caceres Tacora Lizbeth Estefany
Butron Maquera Tania Karin
Paredes Cuaguila Fiorella Yaneth
Mamani Mena Ronaldo Carlos

Métodos de Optimización

May 27, 2025

Punto clave 1

Las tiendas de abarrotes en Puno, especialmente cerca de la UNA, operan sin herramientas técnicas, lo que genera pérdidas o desabastecimiento.

Punto clave 2

Se aplicó un modelo ARx ARIMA con datos de 72 semanas. Se analizaron 52 semanas para identificar patrones y predecir demanda de productos básicos.

Introducción

Objetivo de la presentación

Mostrar cómo la estadística y programación pueden mejorar las decisiones de compra en pequeños negocios, optimizando el inventario y reduciendo pérdidas.

En este estudio, se utilizó un conjunto de datos sintéticos de ventas semanales de 6 productos de consumo diario en tiendas de vecindario.

Table: Productos seleccionados

Producto 1	Pan
Producto 2	Pollo
Producto 3	Arroz
Producto 4	Huevo
Producto 5	Detergente
Producto 6	Shampoo

Segmentación del Dataset

La demanda de cada producto por semana se muestrea durante un periodo de 78 semanas.

Table: Segmentación en subconjuntos

Conjunto	Semanas Incluidas	N° de Semanas
Entrenamiento	1 – 56	56
Validación	57 – 78	22

Variables Exógenas

Para cada producto, las ventas de los otros cinco productos actúan como variables exógenas que pueden influir en la demanda. Esto permite captar efectos de complementariedad o sustitución en la demanda semanal.

Modelado de la Demanda (ARIMAX)

El modelo ARIMAX (AutoRegressive Integrated Moving Average with eXogenous variables) constituye una extensión de los modelos ARIMA. Combina componentes autorregresivos, integrados y de medias móviles con variables exógenas.

Métricas de Desempeño

Para evaluar la precisión de los modelos hemos utilizado:

Métrica	Descripción
MAE	Mean Absolute Error
RMSE	Root Mean Squared Error
MAPE	Mean Absolute Percentage Error

Resultados del Análisis

Objetivo

Predecir la demanda semanal de 6 productos esenciales y optimizar las decisiones de compra bajo una restricción presupuestaria.

- Modelo: ARX (AutoRegresivo con variables exógenas)
- Horizonte de predicción: 22 semanas
- Datos de entrenamiento: 56 semanas

Predicción de la demanda

Modelo ARX

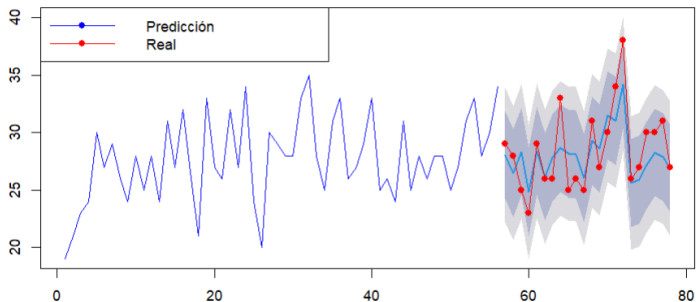
Se usó para estimar la demanda de pan, pollo, arroz, huevo, detergente y shampoo.

- Métricas evaluadas: MAE, RMSE y MAPE

Producto	MAE	RMSE	MAPE
PAN	7.594555	9.838747	4.040956
POLLO	5.744137	7.222549	8.537560
ARROZ	4.867961	6.192679	7.369629
HUEVO	8.254751	9.919885	5.625268
DETERGENTE	2.695943	3.234235	7.705518
SHAMPOO	1.896679	2.226834	6.554674

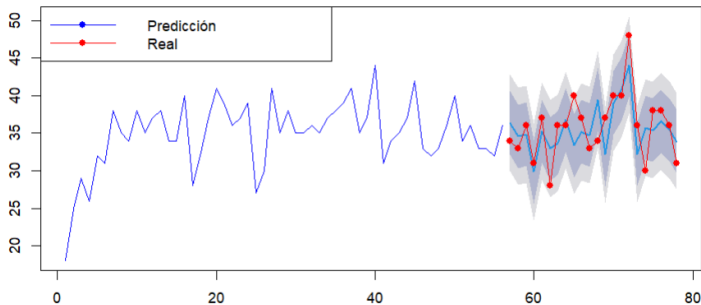
Visualización: Predicción vs. Real

Predicción de Ventas de SHAMPOO



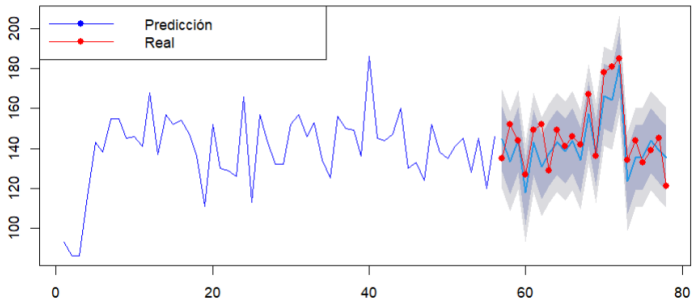
Visualización: Predicción vs. Real

Predicción de Ventas de DETERGENTE



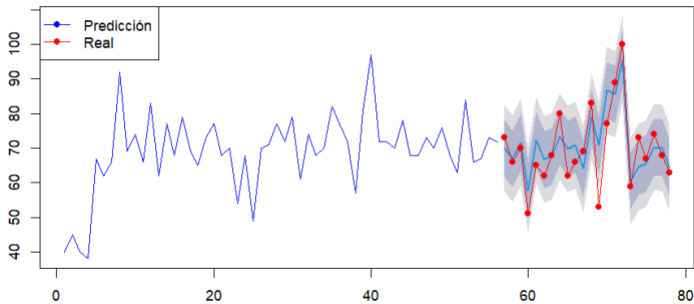
Visualización: Predicción vs. Real

Predicción de Ventas de HUEVO



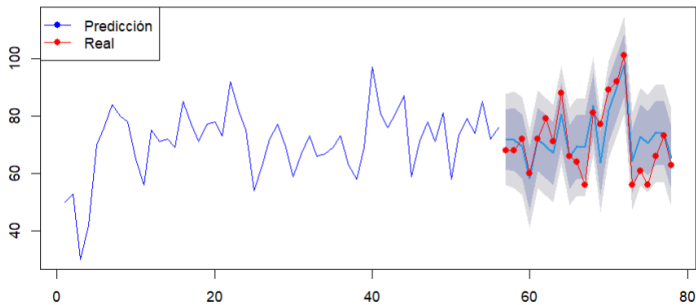
Visualización: Predicción vs. Real

Predicción de Ventas de ARROZ



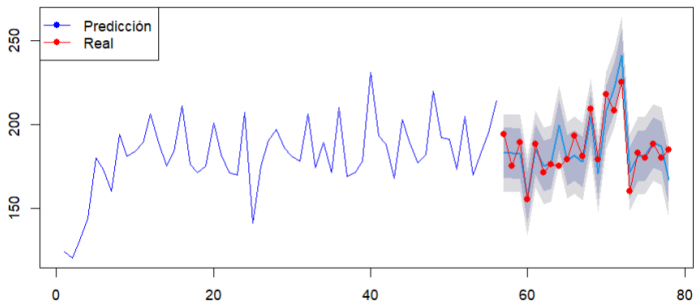
Visualización: Predicción vs. Real

Predicción de Ventas de POLLO



Visualización: Predicción vs. Real

Predicción de Ventas de PAN



Optimización de decisiones de compra

Modelo de Programación Lineal Entera

Maximizó la ganancia semanal bajo:

- Presupuesto máximo: S/. 500 por semana
- Límite: no superar la demanda predicha

Semana	Pan	Pollo	Arroz	Huevo	Detergente	Shampoo	Total Invertido	Ganancia Estimada
57	184	7	66	145	37	29	498.87	152.33
58	183	34	1	133	35	27	499.88	149.65
59

Análisis visual de los resultados

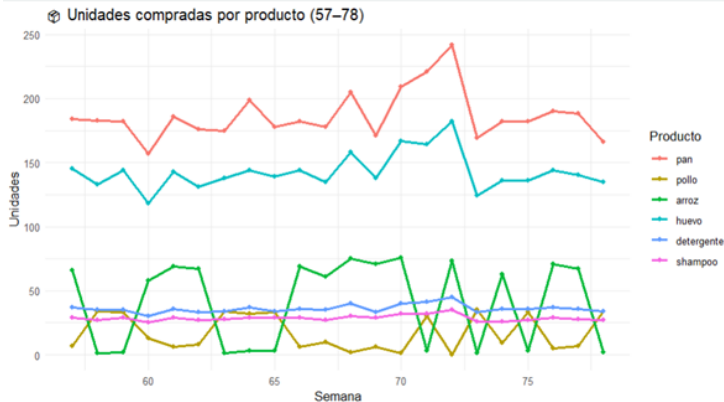
Inversión y ganancia semanal (semanas 57–78)

- Inversión cercana al límite presupuestario
- Ganancia estable: ¿ S/. 150, con picos hasta S/. 190



Evolución de unidades adquiridas

Prioriza lo rentable, reduce lo innecesario, y ajusta cada semana la compra según lo que más conviene



Hallazgos principales

- Se combinó un modelo predictivo (ARX) con técnicas de optimización matemática (ILP).
- El modelo ARX predijo con buena precisión productos de demanda estable (arroz, pollo).
- Hubo mayor dificultad con productos de consumo errático (shampoo).

Evaluación del modelo ARX

- Se usaron métricas MAE, RMSE y MAPE.
- Los errores se mantuvieron en rangos aceptables.
- Las variables exógenas mejoraron la robustez al capturar relaciones entre productos.

Optimización con ILP

- El modelo ILP permitió decisiones de compra óptimas bajo restricciones reales.
- Se respetó el presupuesto semanal (S/. 500).
- Se logró una utilidad semanal estable mayor a S/. 150.
- Se priorizaron productos con mayor rentabilidad.

Aplicaciones prácticas

- La integración ARX + ILP es útil para gestionar inventarios en escenarios variables y con recursos limitados.
- Mejora la eficiencia operativa y económica.

Proyecciones futuras

- Incluir modelos estocásticos que consideren incertidumbre en la demanda.
- Incorporar variaciones en precios, costos logísticos y penalizaciones por desabastecimiento.
- Esto haría el modelo más realista y robusto para la toma de decisiones.

MUCHAS GRACIAS