

Análisis de **VENTAS de AUTOS** de una agencia de alquiler de autos de Panamá entre 2022 y 2024

Universidad Tecnológica de Panamá
Modelos Predictivos

Ionel Rodríguez
Abril 2025

¿De qué trata?

Es un estudio predictivo basado en las ventas de autos de una agencia de alquiler de autos de Panamá.

Los datos comprenden las ventas mensuales de 8 modelos de autos populares comprendidos entre los años 2022 y 2024.

Se espera que el estudio pueda definir los mecanismos necesarios para realizar pronósticos que beneficien a la toma de decisiones de la agencia.

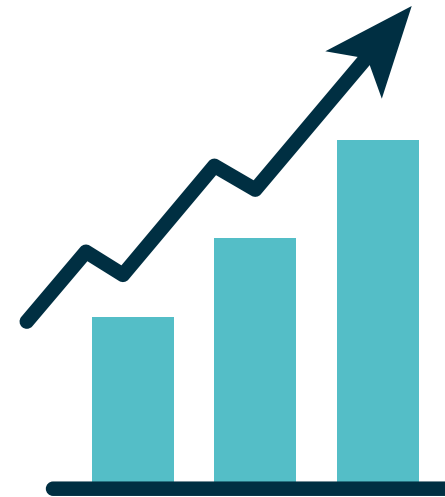
¿En qué consiste?



Análisis Descriptivo

Preparar y adecuar el dataset.

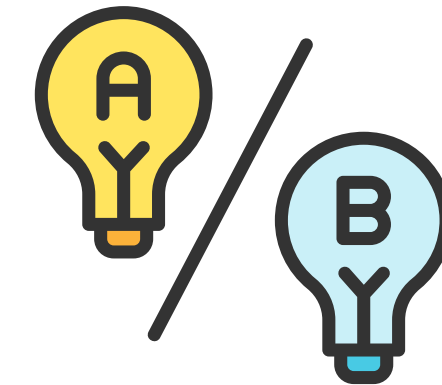
Realizar análisis preliminares de los datos.



Análisis Predictivo

Evaluar tendencias y comportamientos estacionales.

Escoger los modelos predictivos para el estudio y evaluarlos.



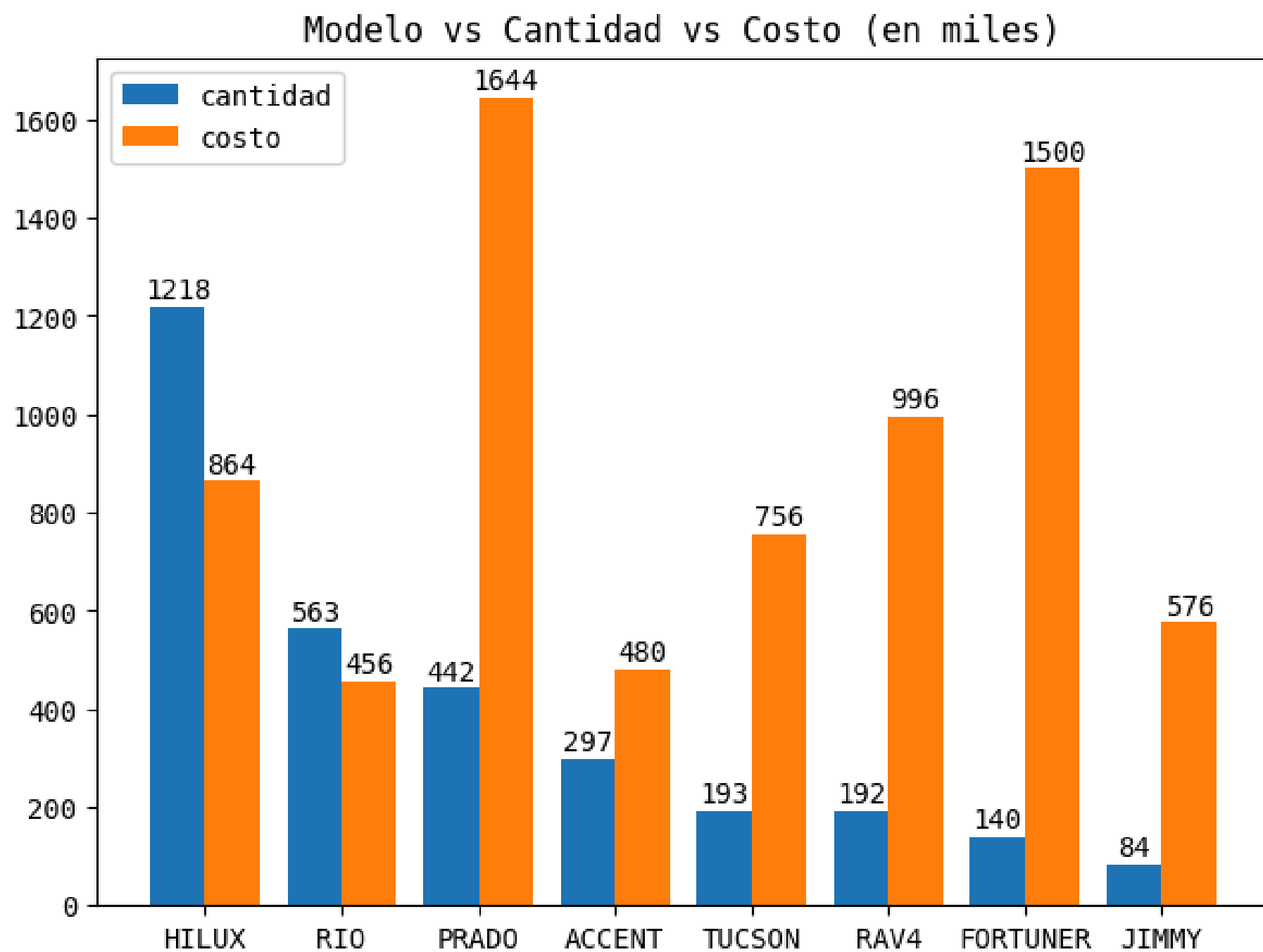
Comparación de Modelos

Utilizar otros mecanismos de evaluación de modelos predictivos.

Detalles del Dataset

| Nombre | Tipo | Descripción |
|----------|-------|--------------------------------------|
| año | int | Año de la venta |
| mes | texto | Mes de la venta |
| marca | texto | Marca del auto |
| modelo | texto | Modelo del auto |
| cantidad | int | Cantidad de autos vendidos en el mes |
| costo | int | Costo por unidad vendida de auto |

| | fecha | marca_id | modelo_id | cantidad | costo |
|--------------|---------------------|-----------|-----------|------------|---------------|
| count | 288 | 288 | 288 | 288 | 2.880000e+02 |
| sum | NaN | 540 | 1008 | 3129 | 7.272000e+06 |
| mean | 2023-07-16 05:20:00 | 1.875 | 3.5 | 10.864583 | 2.525000e+04 |
| median | 2023-07-15 12:00:00 | 2.5 | 3.5 | 7 | 2.200000e+04 |
| mode | 2022-01-31 00:00:00 | 3 | 0 | 1 | 1.300000e+04 |
| min | 2022-01-31 00:00:00 | 0 | 0 | 1 | 1.200000e+04 |
| max | 2024-12-31 00:00:00 | 3 | 7 | 68 | 4.700000e+04 |
| std dev. | NaN | 1.270820 | 2.295276 | 12.218356 | 1.175446e+04 |
| std error | NaN | 0.074884 | 0.135250 | 0.719974 | 6.926380e+02 |
| variance | NaN | 1.614983 | 5.268293 | 149.288219 | 1.381672e+08 |
| skewness | NaN | -0.501979 | 0 | 2.210746 | 6.616893e-01 |
| kurtosis | NaN | -1.474216 | -1.238736 | 5.135318 | -9.887815e-01 |
| quantile 25% | 2022-10-23 06:00:00 | 0.75 | 1.75 | 3 | 1.550000e+04 |
| quantile 75% | 2024-04-07 12:00:00 | 3 | 5.25 | 12 | 3.100000e+04 |



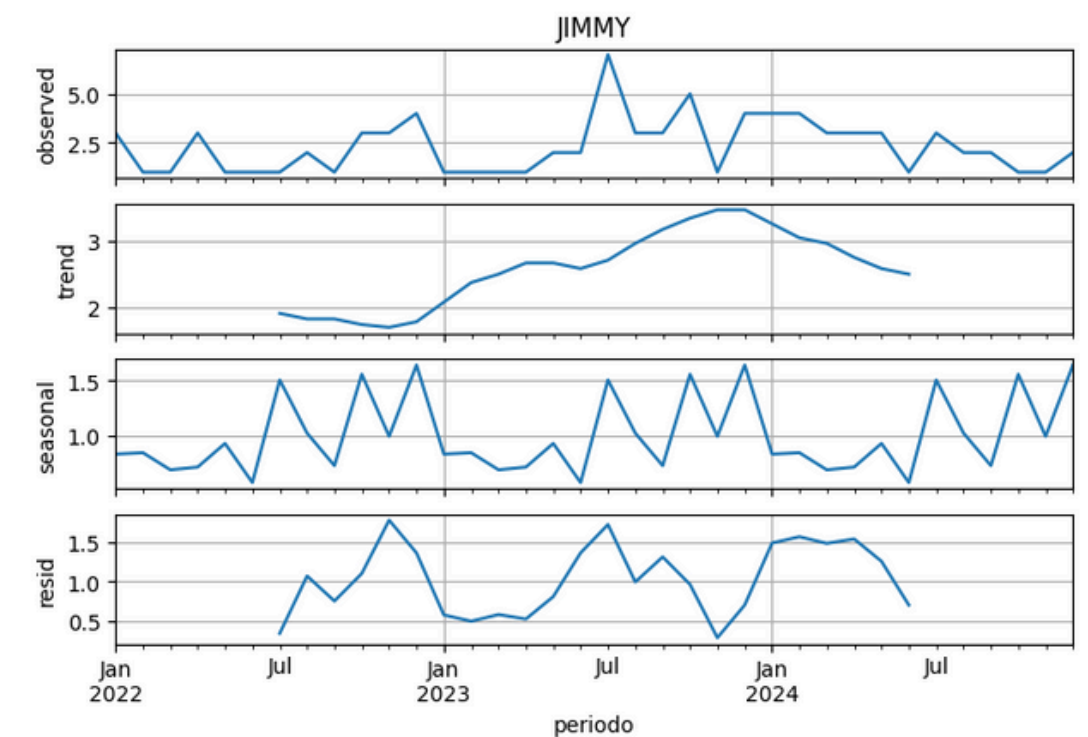
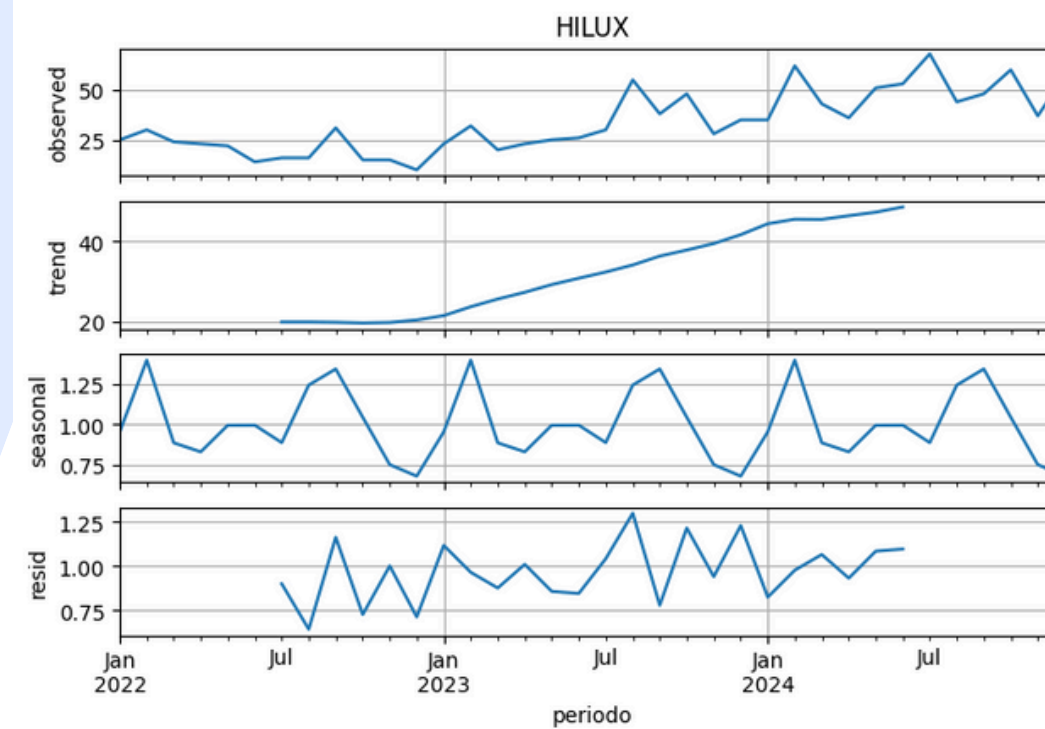
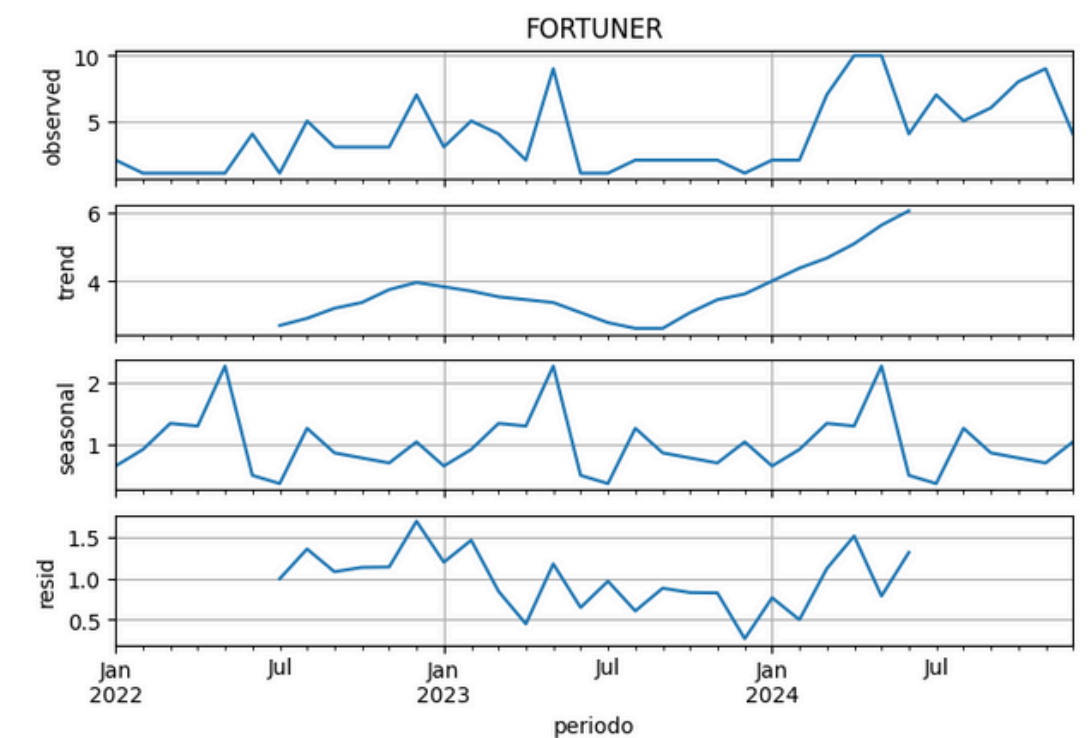
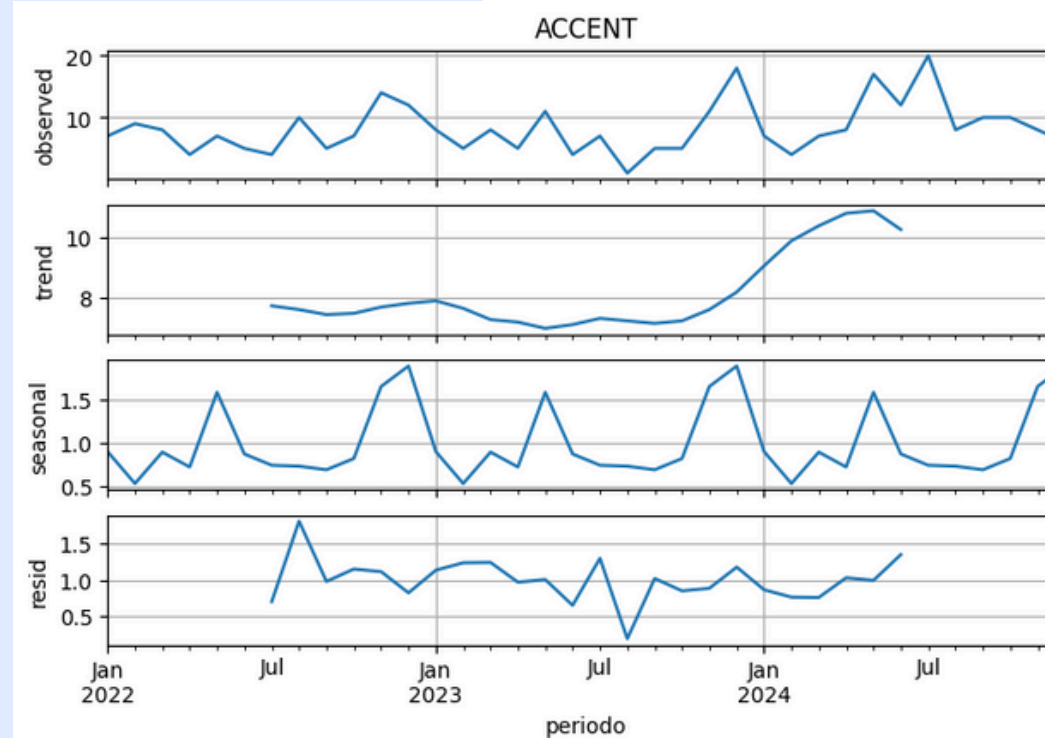
Venta de autos

Comparación entre la cantidad de autos vendidos vs costos totales de ventas (en miles).

Descomposición Estacional

Comportamiento observado, tendencias, estacionalidad y residuos para:

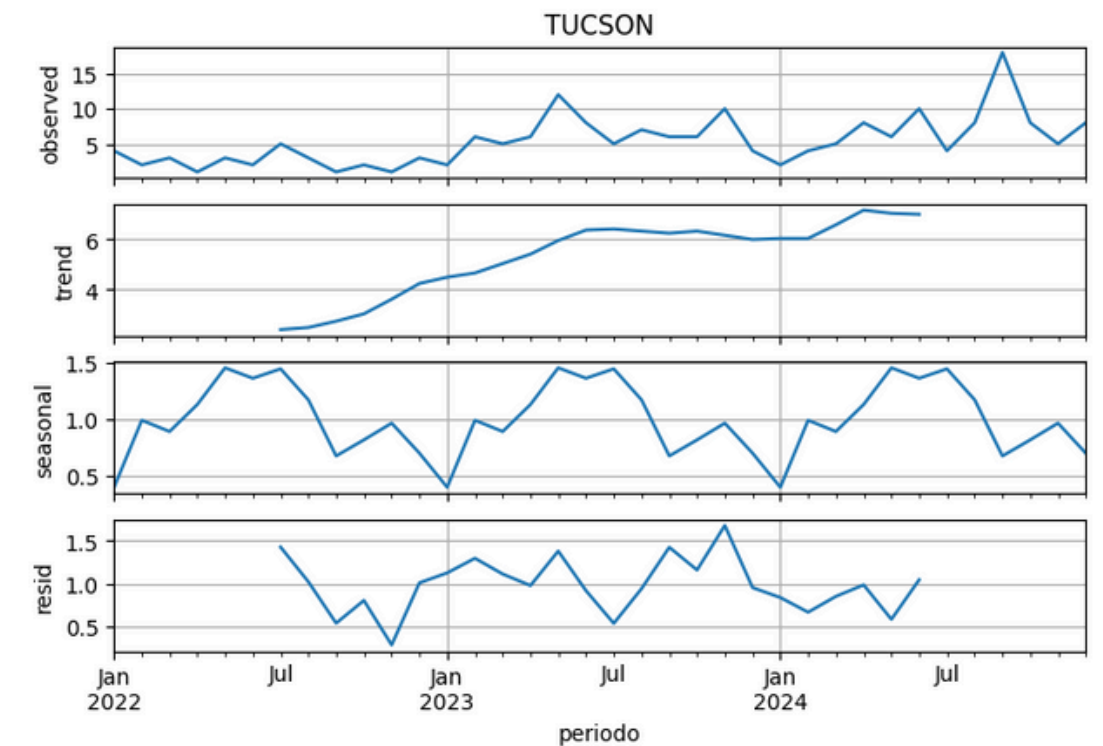
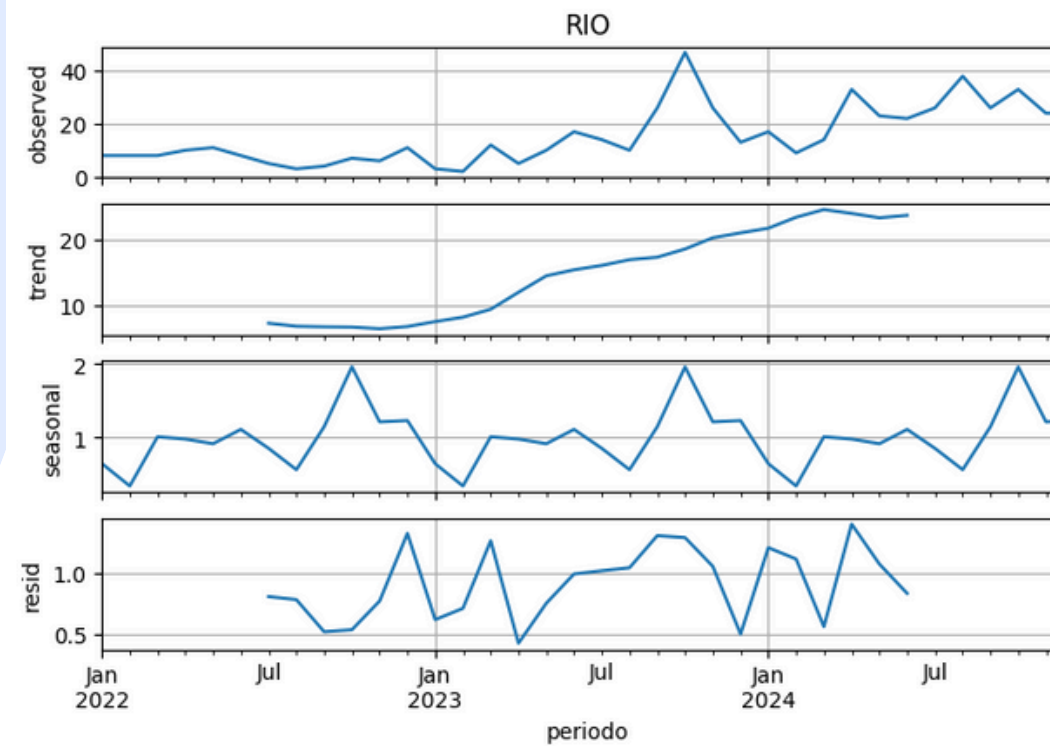
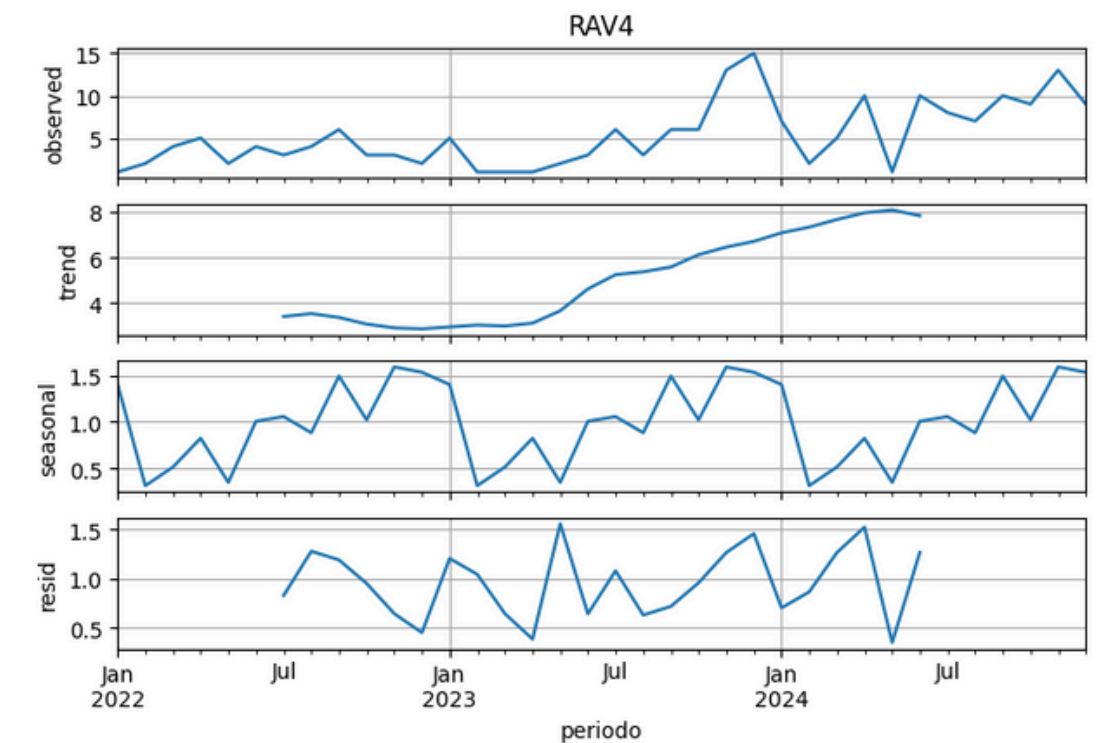
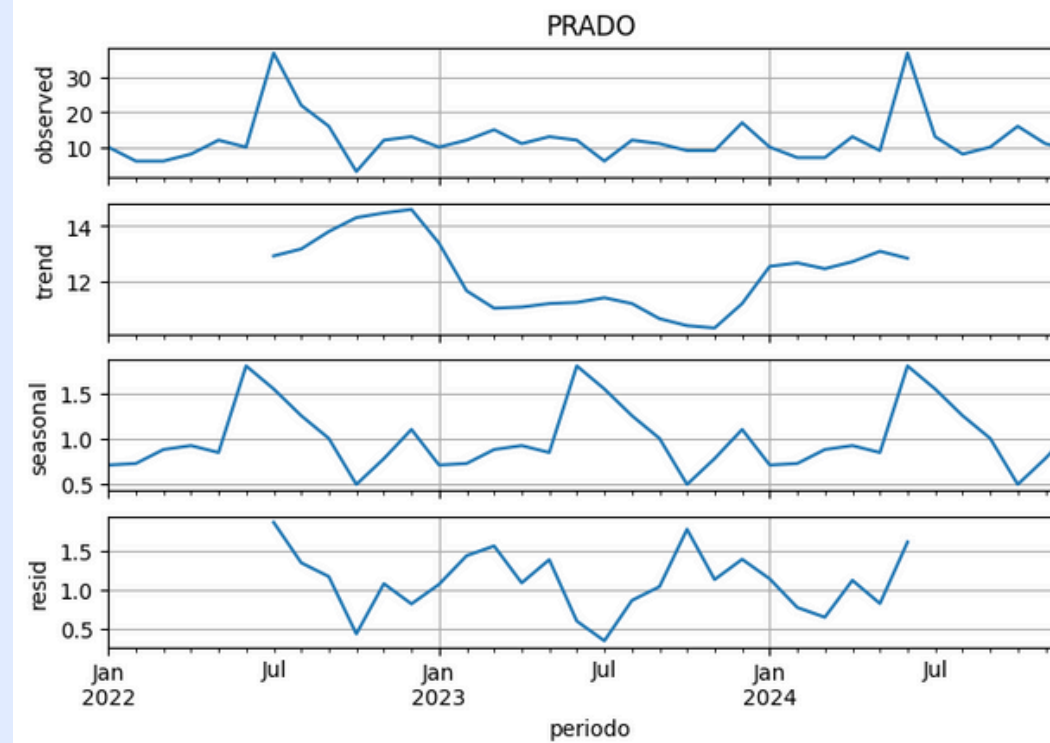
Accent, Fortuner, Hilux, Jimny



Descomposición Estacional

Comportamiento observado, tendencias, estacionalidad y residuos para:

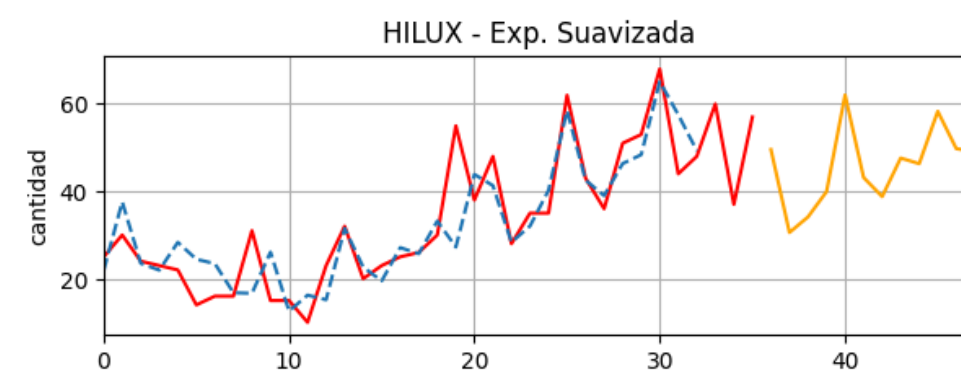
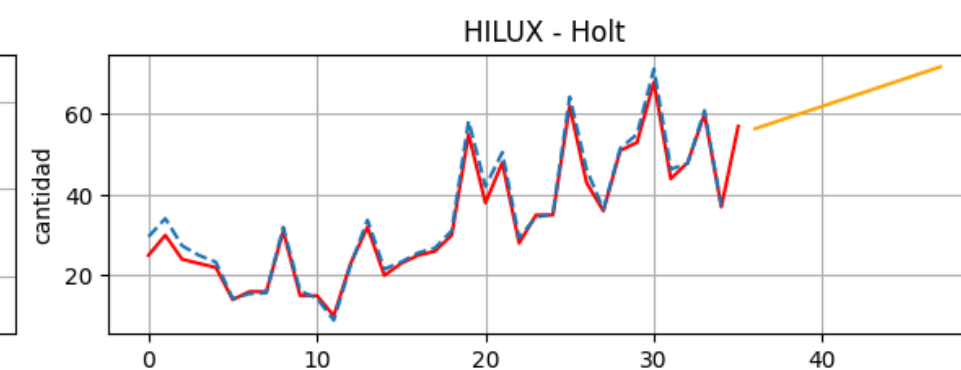
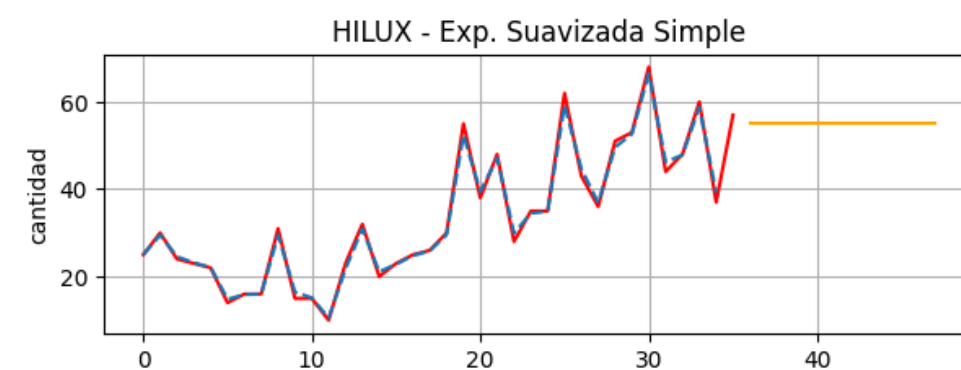
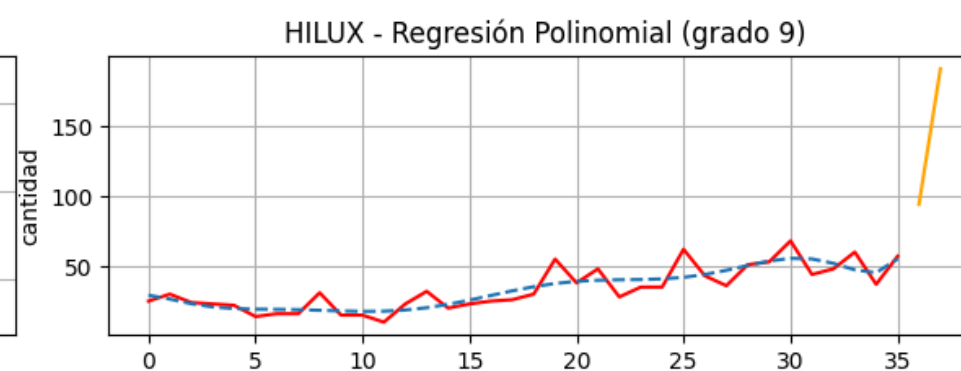
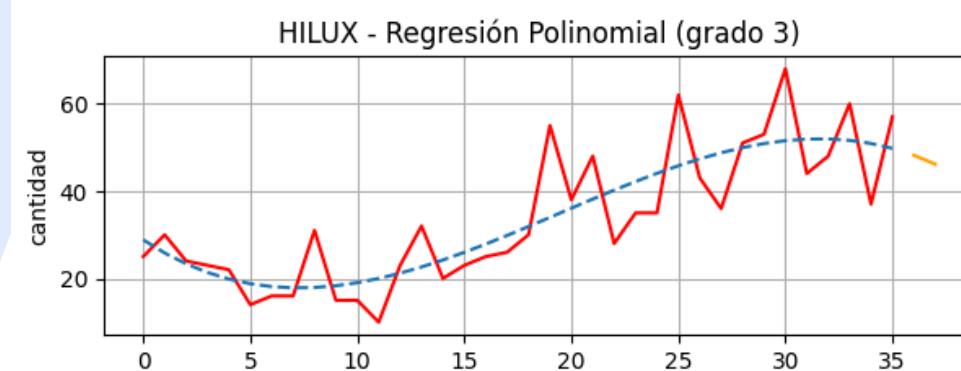
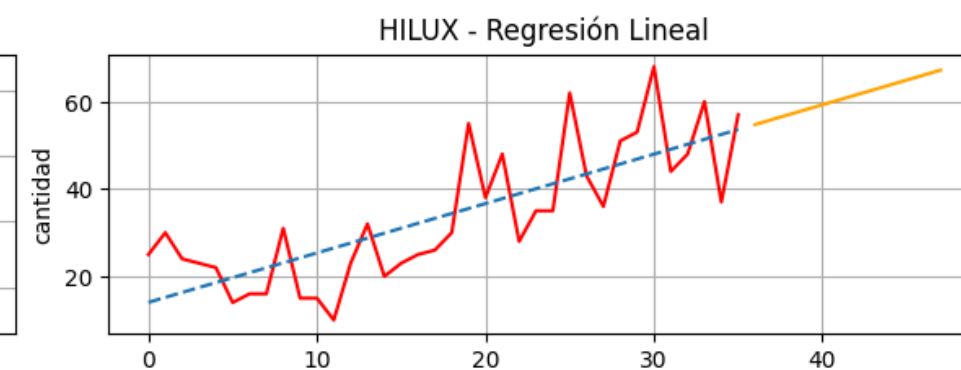
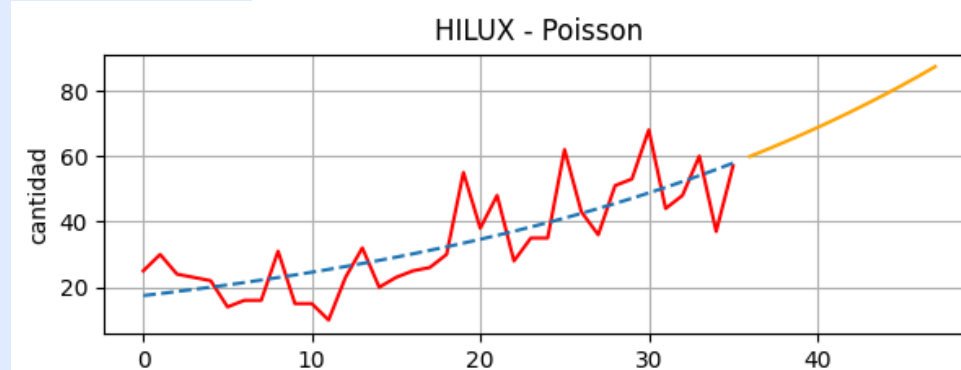
Prado, RAV4, Rio, Tucson



Modelos Predictivos

Se utilizan los modelos predictivos del estudio para los 8 modelos de autos en el dataset.

- **Regresión de Poisson**
- **Regresión Lineal**
- **Regresión Polinomial (grado 3 y 9)**
- **Suavización Exponencial, Holt y Winters.**



Modelos de predicción para Hilux.

● observado - ● ajustados (fitted values) - ● predicción

Coeficientes y errores calculados

Se calculan los coeficientes de error MAD, MAPE, MSE, RMSE.

También se calculan la desviación estandar y el coeficiente de determinación R^2 .

Esto se realiza para cada modelo de auto en el dataset.

| | MAD | MAPE | MSE | RMSE | std_dev | R^2 |
|--------------------------------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
| Poisson | 7.679329 | 28.006687 | 87.709994 | 9.365361 | 11.886413 | 0.619342 |
| Regresión Lineal | 8.213399 | 30.485108 | 92.495431 | 9.617455 | 11.743987 | 0.598573 |
| Regresión Polinomial (grado 3) | 6.503760 | 20.802849 | 68.137397 | 8.254538 | 12.738888 | 0.704286 |
| Regresión Polinomial (grado 9) | 6.143679 | 19.883415 | 61.408551 | 7.836361 | 13.003622 | 0.733489 |
| Exp. Suavizada Simple | 0.908813 | 2.808810 | 1.419556 | 1.191451 | 14.391928 | 0.993583 |
| Holt | 1.554446 | 5.102472 | 4.062459 | 2.015554 | 15.520863 | 0.981637 |
| Exp. Suavizada | 5.660789 | 22.349840 | 54.245595 | 7.365161 | 12.670427 | 0.743540 |

Errores y coeficientes de los modelos predictivos para Hilux

Coeficientes y errores calculados

Como criterio de evaluación, se considera mejor modelo predictivo aquel que tenga su coeficiente de error MAD más bajo y un coeficiente de determinación positivo más alto.

El modelo de Exponenciación Suavizada Simple posee el MAD más bajo para todos los vehículos.

| Modelo de Auto | Modelo Predictivo | MAD | MAPE | R ² |
|----------------|-----------------------|----------|----------|----------------|
| Accent | Exp. Suavizada Simple | 0.389756 | 6.485940 | 0.986150 |
| Fortuner | Exp. Suavizada Simple | 0.187063 | 6.827259 | 0.990631 |
| Hilux | Exp. Suavizada Simple | 0.908813 | 2.808810 | 0.993583 |
| Jimny | Exp. Suavizada Simple | 0.114207 | 6.410393 | 0.985699 |
| Prado | Exp. Suavizada Simple | 0.585836 | 5.191019 | 0.983813 |
| RAV4 | Exp. Suavizada Simple | 0.263167 | 8.283727 | 0.991151 |
| Rio | Exp. Suavizada Simple | 0.632584 | 4.814629 | 0.993753 |
| Tucson | Exp. Suavizada Simple | 0.272594 | 6.260352 | 0.989472 |

Errores y coeficientes de los modelos predictivos.

Comparación con otros modelos predictivos

Se utiliza lazypredict, la cual cuenta con más de 40 modelos predictivos disponibles para evaluar.

No posee modelos de exponenciación suavizada.

Se escogen los seis modelos predictivos que posean su R^2 más alto.

No muchos modelos de autos poseen modelos predictivos satisfactorios.

| | Adjusted R-Squared | R-Squared | RMSE | Time Taken |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|-------|------------|
| RANSACRegressor | -0.40 | -0.27 | 11.75 | 0.02 |
| PoissonRegressor | -0.45 | -0.32 | 11.97 | 0.01 |
| KNeighborsRegressor | -0.87 | -0.70 | 13.57 | 0.01 |
| LinearRegression | -0.91 | -0.73 | 13.72 | 0.01 |
| TransformedTargetRegressor | -0.91 | -0.73 | 13.72 | 0.01 |
| Lars | -0.91 | -0.73 | 13.72 | 0.01 |

Coeficientes de los mejores modelos predictivos evaluados.



lazypredict 0.2.16
pip install lazypredict

Conclusiones y Oportunidades de Mejora

Es recomendable contar con una mayor cantidad de datos que puedan ayudar a mejorar los modelos predictivos.

No obstante, los análisis de tendencias y de estimaciones sustentan el argumento propuesto en el análisis descriptivo sobre los modelos de vehículos apropiados para la hipótesis planteada.

Si nos basamos en los valores MAD y MAPE de la Exponenciación Suavizada Simple de cada modelo de auto, el Hilux y Rio poseen los menores valores. Esto sugiere que producirán estimaciones más confiables que el resto.

Esto sustenta la hipótesis elaborada en el análisis descriptivo del estudio.

Gracias!