

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO SECTORIAL EN JALISCO A TRAVÉS DE SERIES DE TIEMPO

B. Itzelt Gómez Catzín¹

¹Tecnológico de Monterrey, Campus Guadalajara

1 INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico es uno de los objetivos fundamentales para el desarrollo de los estados y regiones, ya que, cuando una economía crece, el valor de bienes y servicios que sus ciudadanos pueden consumir y disfrutar aumenta. Sin embargo, el crecimiento de la economía por sí solo no necesariamente se traduce en mejoras al bienestar de la población, por ello, se busca promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, donde el empleo y trabajo sea decente para toda la población (Cómo vamos México, 2025b).

1.1 Contexto de la problemática

De acuerdo con el Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal (ITAE) publicado por el INEGI, se estimó el semáforo estatal de crecimiento económico, en donde el estado de Jalisco no alcanzó su meta y formó parte de los estados que presentaron una disminución anual, esta caída está vinculada con el desempeño de las actividades secundarias, ya que en su mayoría presentan tasas de variación anual negativas. (Cómo vamos México, 2025a)

Por ello, decidimos enfocarnos en el análisis y comparación de dos sectores económicos del estado: las actividades agropecuarias (agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza) y la Industria de las bebidas y el tabaco. La elección de estos sectores no fue al azar, ya que según la Secretaría de Economía (Secretaría de Economía, 2016), en 2016 estas formaban parte de las principales actividades productivas del estado, aunque se buscó incluir otros sectores manufactureros como la industria alimentaria, moda, y la maquinaria, se encontró que estas seguían procesos de caminatas aleatorias, lo cual describiremos más adelante.

Una vez definidos los sectores, se utilizarían los valores del Valor Agregado Bruto (VAB) de cada sector, esta decisión fue con base en que este índice permite identificar cuánto contribuye cada sector al crecimiento del estado, algo que no es tan visible en el Producto Interno Bruto (PIB) porque a diferencia de este que incluye impuestos y subsidios, el VAB mide de forma más pura el valor generado por cada sector, al calcular la diferencia entre el valor de producción y el consumo intermedio

Este análisis no solo permite identificar tendencias y dinámicas propias de cada sector, sino también ofrece un marco comparativo que contribuye a visualizar la transformación estructural de la economía jalisciense en el marco de los objetivos de desarrollo sostenible, particularmente el ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico.

2 ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS

2.1 Extracción de datos

Los datos fueron extraídos a partir de la página oficial de datos abiertos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en donde accedimos a la información económica del VAB, ya que, como mencionamos anteriormente, este permitiría un mejor análisis sin interferencias de componentes fiscales.

Una vez con lo anterior, se identificó la representación de cada sector en los datos, con lo cual, solo nos quedamos con los registros anuales deseados con un rango dos décadas, desde el 2003 hasta el 2023.

2.2 Visualizaciones iniciales

Primero, para un primer análisis de los sectores, se encontró que la Industria de Maquinaria ha generado un VAB mayor a lo largo del tiempo respecto a los otros sectores, aunque, el Sector Agropecuario nos sugiere una mayor estabilidad en su contribución económica con valores más centrados alrededor de la mediana. Para el caso de la Industria de Bebidas y Tabaco no se destacan grandes observaciones.

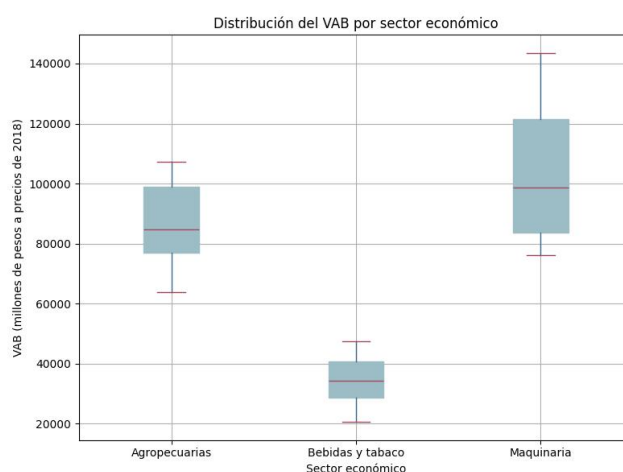


Figure 1. Análisis inicial por sectores

Después, se analizó el VAB Total del estado, para tener una idea general de su comportamiento económico junto con la distribución del VAB por los sectores a analizar.

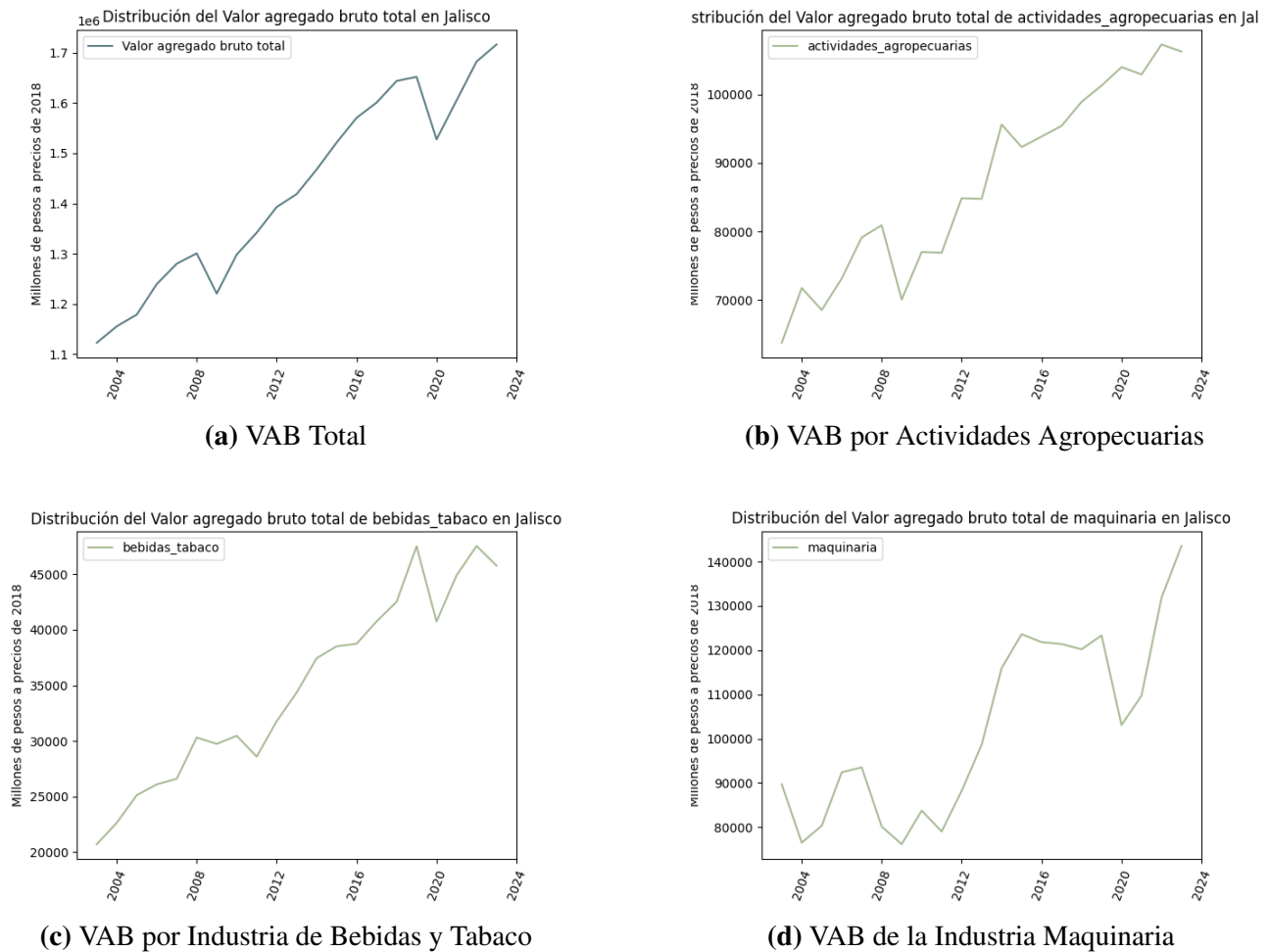
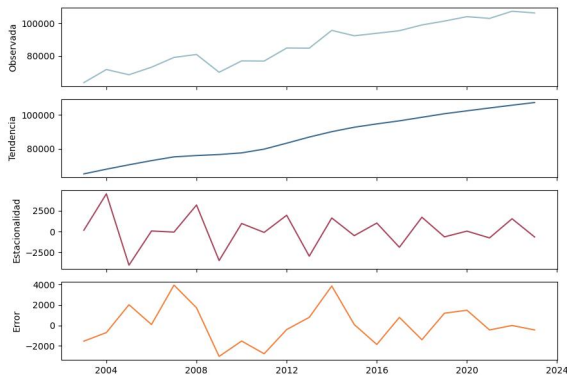


Figure 2. Evolución del Valor Agregado Bruto por sector económico en Jalisco

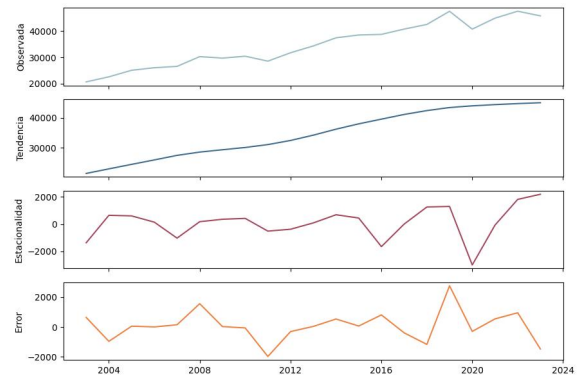
Como se puede observar de la Fig 2a el VAB del estado va en constante crecimiento anual, los únicos puntos donde se observa un decaimiento es en 2008 y 2020, los cuales corresponden a la crisis económica del 2008 y la pandemia, pero fuera de ello, se observa una tendencia de crecimiento constante. Este mismo comportamiento se observa en cada sector, aunque más variado a lo largo de las dos décadas.

2.3 Estructuras de las series

- Tendencia: se observa un crecimiento constante en ambos sectores.
- Estacionalidad: No hay patrones evidentes, por lo que no podemos asegurar estacionalidad.
- Error: Vemos un error y comportamiento bastante aleatorio.



(a) Estructura de la serie de tiempo de sectores agropecuarios



(b) Estructura de la serie de tiempo de la Industria de bebidas

Figure 3. Comparación de las estructuras de las series de tiempo.

3 APLICACIÓN

3.1 Análisis de estacionariedad y autocorrelación

Algo fundamental en las series de tiempo, es asegurar la estacionariedad, la cual se define como el proceso cuyas características numéricas no cambian a través del tiempo. Usualmente, trabajamos bajo el supuesto de estacionariedad débil, y esto se cumple si:

- La media del proceso μ es constante
- La función de autocovarianza $\gamma(h)$ es el retraso

Cuando tenemos tendencia, el caso particular de nuestros sectores, μ_t no es constante, lo cual contradice nuestros supuestos de estacionariedad. Sin embargo, un gráfico no es suficiente para realizar conclusiones, debemos de aplicar pruebas estadísticas que nos ayude a tomar mejores decisiones. Para ello, aplicaremos la prueba Aumentada de Dickey-Fuller, la cual consiste en lo siguiente:

- H_0 : Existe raíz unitaria
- H_α : No existe una raíz unitaria

Buscamos rechazar nuestra hipótesis nula, ya que si no existen raíces unitarias, entonces la serie de tiempo es estacionaria. Aplicamos nuestra prueba a ambos sectores y encontramos que ambas no eran estacionarias (Tabla 1).

Sector	Estadístico de prueba	p-value	Diferenciada
Agropecuario	0.6081	0.8691	0
Bebidas	0.1943	0.9719	0
Maquinaria	0.4266	0.9824	0

Table 1. Resultados de la prueba ADF

Sector	Estadístico de prueba	p-value	Diferenciación
Agropecuario	-10.1142	9.8163e-18	2
Bebidas	-5.0367	1.8765e-5	4
Maquinaria	-6.1449	0.7.8091e-8	1

Table 2. Resultados de la prueba ADF con los datos diferenciados

En este tipo de casos, debemos aplicar una transformación matemática para convertir las series en estacionarias, con lo cual, se aplica una diferenciación, una transformación que estabiliza la media y calcula el cambio de un tiempo a otro. Idealmente, diferenciamos hasta que la serie se vuelve estacionaria (p-value menor a 0.05) sin embargo, aplicar este proceso muchas veces puede ser contraproducente porque puede generar modelos inestables. Una vez aplicado los procesos anteriores, obtuvimos que el Sector Agropecuario es de orden 2, la Industria de Bebidas de orden 4, y la Industria Manufacturera de Maquinaria es de orden 1 (Tabla 2)

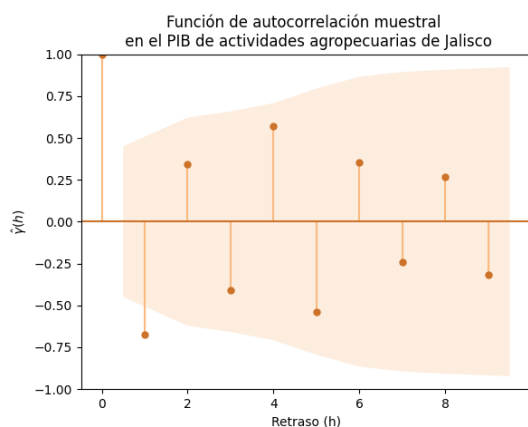
Con lo anterior, se comienza la búsqueda del mejor modelo analizando los coeficientes de las funciones de autocorrelación parcial y muestral del retraso h . Para cada modelo, buscamos ciertas características.

- Média Móvil MA(q): los coeficientes deben volverse abruptamente no significativos después del retraso q , es decir, caen dentro de la banda de confianza.
- Modelo Autoregresivo AR(p): Si notamos que la ACF muestra un patrón de decaimiento lento o sinusoidal, y además los coeficientes se vuelven abruptamente no significativos después del retraso p
- ARIMA(p, d, q): Método general que combina ambos procesos, pero que sus series tienen tendencias, entonces se tienen que diferenciar.

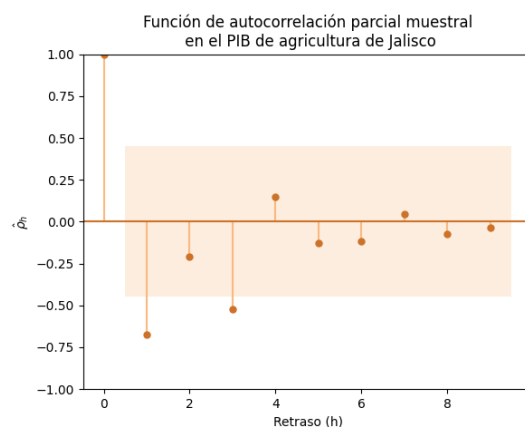
Con base en las características de cada modelo, y las gráficas correspondientes a cada sector, podemos observar en las Figuras 4a y 4b que la ACF tiene un comportamiento sinusoidal con sus coeficientes, y que en la PACF después del retraso se ve una caída abrupta en los coeficientes, por ello, para este sector podemos considerar un proceso AR(1).

Para la Industria de bebidas (Figuras 4c y 4d), notamos que existe autocorrelación en la ACF, pero los coeficientes no se vuelven abruptamente no significativos, esto mismo lo vemos con la PACF. con lo cual, podemos inferir que este modelo es un proceso ARMA(p, q), sin embargo, considerando que tuvimos que diferenciar cuatro veces, lo más ideal sería aplicar un proceso más general como un ARIMA($p, 4, q$).

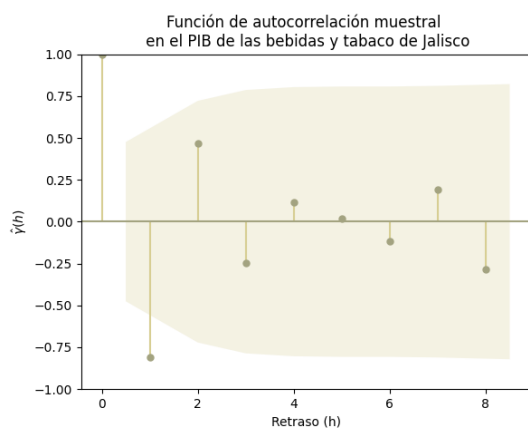
Por último, desafortunadamente para la Industria Maquinaria (Figuras 4e y 4f) observamos un claro comportamiento de caminata aleatoria: todos sus coeficientes caen dentro de la banda de confianza y por ende son no significativos; Este se define como un proceso estocástico donde no podemos realizar pronósticos, solo a un paso en el futuro.



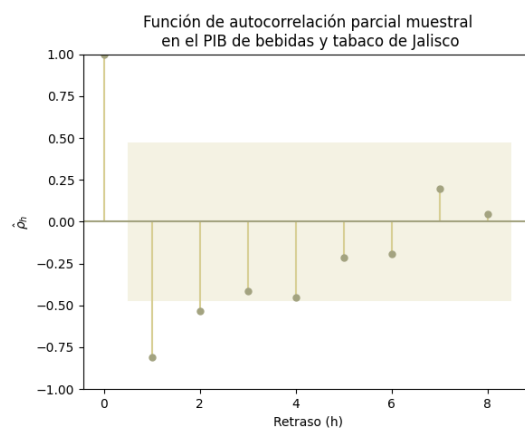
(a) Coeficientes de autocorrelación muestral del sector agropecuario



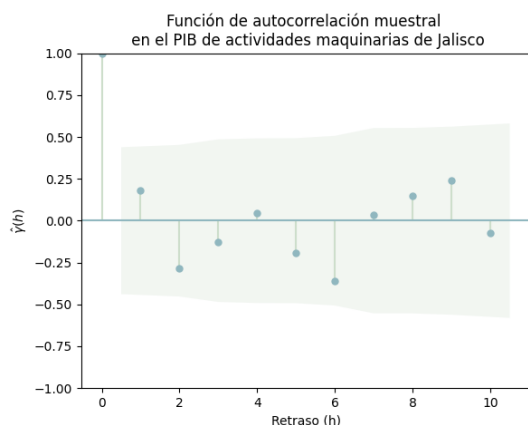
(b) Coeficientes de autocorrelación parcial muestrales del sector agropecuario



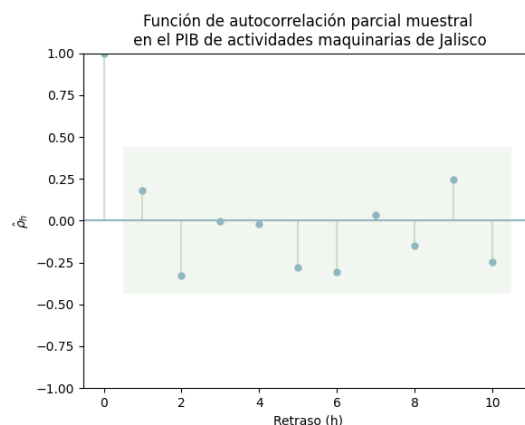
(c) Coeficientes de autocorrelación muestral de la Industria de Bebida



(d) Coeficientes de autocorrelación parcial muestrales de la Industria de Bebidas



(e) Coeficientes de autocorrelación muestral de la Industria de Maquinaria



(f) Coeficientes de autocorrelación parcial muestrales de la Industria de Maquinaria

Figure 4. Funciones ACF y PACF por sectores

3.2 Modelos

Con lo encontrado en la Sección 3.1 podemos comenzar con la prueba de modelos, para el caso de el sector agropecuario, podemos analizar los resultados de un $AR(1)$ antes de pasar a un ARIMA, aunque, para el caso de la Industria de Bebidas, sí nos adentraremos a la implementación de un ARIMA desde un inicio. Aunque, podemos cuestionar por qué descartamos modelos sencillos como heurísticas o estadísticas simples como la media histórica, esto se debe a que hay ocasiones donde pronósticos simples no brindan un buen desempeño. Lo más recomendable es tener un rango de valores en los que pueda caer un nuevo valor, ya sea modelos estocásticos o modelos estadísticos como los que se están evaluando en este proyecto.

3.2.1 Pruebas de identificación del modelo

Para el caso del modelo $AR(1)$ de nuestro sector Agropecuario, implementamos una división de datos de entrenamiento y prueba, que para series de tiempo, este proceso no es aleatorio, sino que sigue un orden cronológico, es decir, los datos de prueba constan de los últimos tres años de nuestros datos considerando que es el periodo de tiempo que queremos pronosticar, los datos de entrenamiento tienen el complemento. Obtuvimos el siguiente pronóstico

Año	Dato real	Pronóstico $AR(1)$
2021	102899.840	103750.490
2022	107268.904	103536.940
2023	106231.324	103323.828

Table 3. Comparación de datos reales y pronóstico con $AR(1)$

con base en ello, calculamos el error cuadrático medio (MSE) y obtuvimos un valor muy alto (7701564.5), con lo que podemos inferir que aplicar un $AR(1)$ no fue el modelo apropiado, pasando a implementar un ARIMA.

3.2.2 Selección del mejor modelo

Para encontrar el mejor modelo para las series de tiempo, seguiremos la metodología de Box-Jenkins, que consiste en lo siguiente:

1. Enlistar diferentes valores de p y q y ajustar un modelo ARIMA para cada posible combinación
2. Seleccionar el modelo con el menor AIC
3. Graficar los residuos para verificar aleatoriedad, evaluar la autocorrelación, y bajo el supuesto de normalidad, graficar el histograma y qq-plot
4. Si con lo anterior, los residuos se consideran ruido blanco, podemos realizar pronósticos con el modelo

Para el primer paso, se encontró que para el Sector Agropecuario el mejor modelo sería un $ARIMA(2,2,2)$ y para la Industria de Bebidas y Tabaco un $ARIMA(1,4,1)$ esto con base en los resultados del AIC en las Tablas 4 y 5, en donde dichos modelos tuvieron el menor AIC de las combinaciones.

Table 4. Resultados AIC Agropecuarios

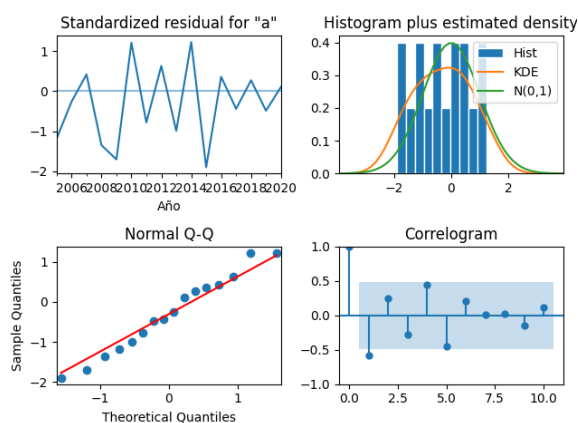
Order	AIC
(2, 2, 2)	337.37
(0, 2, 0)	337.62
(1, 2, 1)	337.96
(0, 2, 2)	337.99
(1, 2, 2)	338.04
(2, 2, 1)	338.93
(2, 2, 0)	339.25
(1, 2, 0)	345.13
(0, 2, 1)	345.91

Table 5. Resultados AIC Bebidas y Tabaco

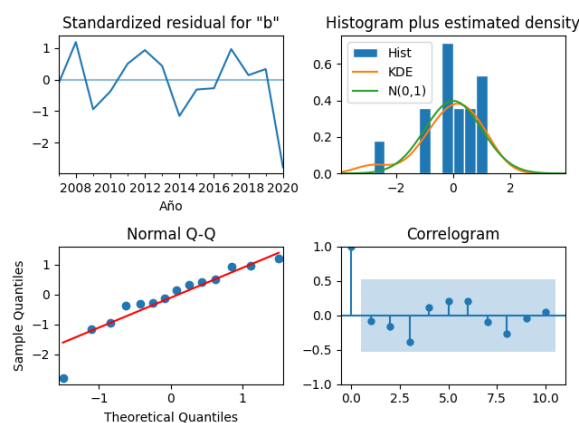
Order	AIC
(1, 4, 1)	280.05
(2, 4, 1)	281.70
(1, 4, 2)	281.97
(2, 4, 2)	282.04
(2, 4, 0)	282.76
(0, 4, 2)	282.93
(0, 4, 1)	287.34
(1, 4, 0)	288.41
(0, 4, 0)	297.31

3.2.3 Análisis de residuos

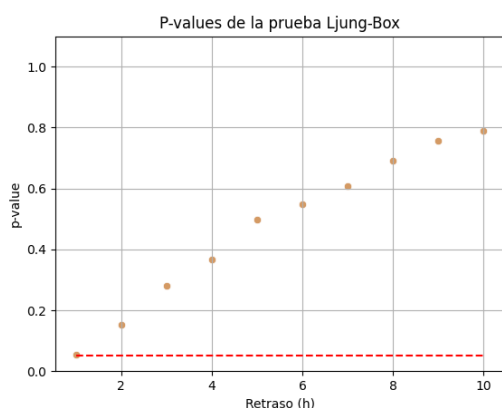
Como mencionamos en 3.2.2 los residuos deben de seguir ciertas condiciones para considerarse ruido blanco



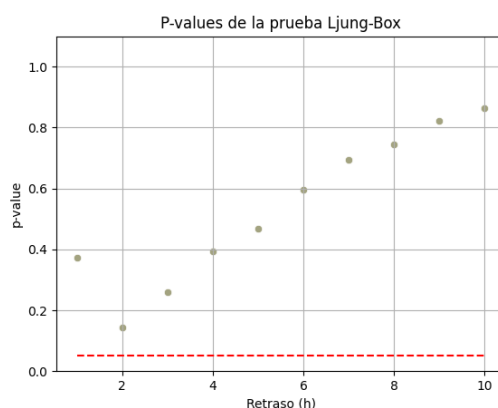
(a) Diagnosticos modelo ARIMA(2,2,2)



(b) Diagnosticos modelo ARIMA(1,4,1)



(c) Prueba de Ljung-Box para el modelo ARIMA(2,2,2)



(d) Prueba de Ljung-Box para el modelo ARIMA(1,4,1)

Figure 5. Evaluación de Residuos Blancos de los modelos

Para el modelo ARIMA(2,2,2) del Sector Agropecuario:

- *Lineplot*: no se observa una tendencia clara ni patrones cíclicos, entonces parece aleatorio → varianza constante.
- *Histograma & KDE*: Observamos que el histograma es simétrico, además que la curva del KDE se aproxima a la normal, entonces tenemos una distribución aproximadamente normal.
- *QQ-Plot*: Los puntos siguen la línea recta aunque un poco desfasados en algunas, pero en general trazan la línea, entonces se confirma la distribución normal.
- *Correlograma*: A escepción de un punto, todos los demás están dentro del intervalo de confianza.
- *Prueba de Ljung-Box*: Los p-values son grandes, entonces no hay autocorrelación.

Para el modelo ARIMA(1,4,1) de la Industria de Bebidas y Tabaco:

- *Lineplot*: no se observa una tendencia clara ni patrones cíclicos, entonces parece aleatorio → varianza constante
- *Histograma & KDE*: La forma del histograma es más o menos simétrica y la curva del KDE se acerca a la normal estándar → distribución aproximadamente normal
- *QQ-Plot*: los puntos siguen la línea recta, por lo cual se confirma que sigue una distribución normal.
- *Correlograma*: Todas las autocorrelaciones caen dentro del intervalo de confianza.
- *Prueba de Ljung-Box*: Existen p-values grandes, con lo cual comprobamos que no existe autocorrelación.

Entonces, dado todos los casos anteriores, los residuos de ambos modelos se consideran ruido blanco y están listos para realizar pronósticos.

3.3 Evaluación de los modelos

Antes de realizar los pronósticos a los próximos tres años, se debe evaluar el modelo con base en los datos de prueba que se habían dividido en un inicio, para realizar la comparación entre lo que el modelo afirma que será y lo que se conoce.

3.3.1 Evaluación ARIMA(2,2,2) Agropecuarios

Primero, al comparar los resultados del forecast con los datos de prueba, se observa que no hay tanta diferencia entre sus valores

Año	Dato real	Pronóstico AR(1)
2021	102899.840	109006.88
2022	107268.904	112773.58
2023	106231.324	118144.54

Table 6. Comparación de datos reales y pronóstico con ARIMA(2,2,2)

además, al calcular el error porcentual absoluto medio (MAPE) se obtuvo un valor del 7.43%, que en comparación del valor obtenido al evaluar el modelo $AR(1)$, indica que al aplicar un modelo $ARIMA(2,2,2)$ para estos datos, se obtienen muy buenos resultados.

3.3.2 Evaluación $ARIMA(1,4,1)$ Industria de Bebidas y Tabaco

Por otro lado, con este modelo no se obtuvieron los resultados esperados en comparación del modelo aplicado al Sector Agropecuario

Año	Dato real	Pronóstico $AR(1)$
2021	44916.47	36681.23
2022	47554.77	20322.67
2023	45782.60	6136.76

Table 7. Comparación de datos reales y pronóstico con $ARIMA(1,4,1)$

como se observa en la tabla comparativa, los pronósticos caen abruptamente. Al calcular el MAPE, se obtuvo un valor del 54.07%, en parte, se puede inferir que estos resultados son consecuencia de derivar la serie cuatro veces, ya que lo más adecuado y recomendable es aplicar la transformación entre una o dos veces, ya que pueden ocurrir casos como este.

4 PRONÓSTICOS A TRES AÑOS

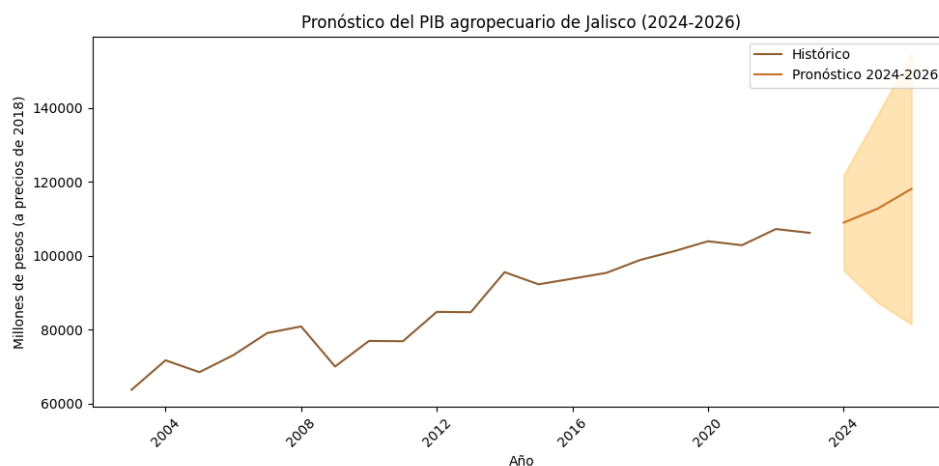


Figure 6. Pronósticos a tres años del sector Agropecuario

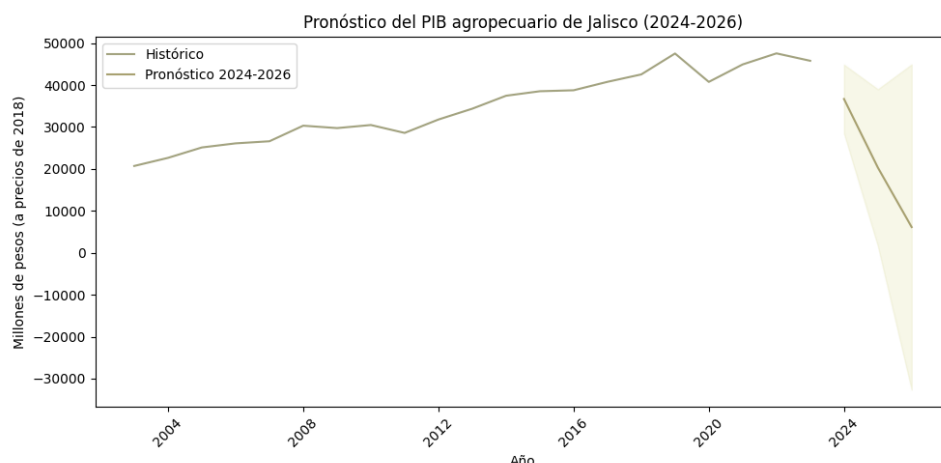


Figure 7. Pronósticos a tres años de la Industria de Bebidas y Tabaco

Con base en la evaluación de los modelos (Sección 3.3), se analizaron los pronósticos generados para cada sector económico. En el caso del sector agropecuario, se proyecta una tendencia de crecimiento en los próximos años, lo cual podría generar un importante derrame económico en el estado de Jalisco, dada la amplitud de actividades que abarca este sector y su efecto multiplicador en otras industrias.

Por otro lado, para la industria de bebidas y tabaco, los resultados del modelo sugieren una posible tendencia a la baja. Si bien esta proyección debe interpretarse con cautela debido a ciertas limitaciones del modelo aplicado, el pronóstico podría estar reflejando cambios estructurales en el consumo, impulsados por políticas regulatorias más estrictas y el auge de alternativas como los cigarrillos electrónicos. Esta información puede ser útil para anticipar ajustes en la demanda y orientar estrategias sectoriales.

5 CONCLUSIONES

El análisis sectorial del Valor Agregado Bruto (VAB) a nivel estatal representa una herramienta fundamental para evaluar el desempeño económico de una entidad federativa como Jalisco. A diferencia de las estadísticas agregadas del PIB, el VAB permite identificar de manera precisa qué sectores económicos están generando mayor valor y contribuyendo activamente al cumplimiento de las metas de crecimiento establecidas anualmente por el estado. Esta desagregación sectorial es clave para orientar políticas públicas más focalizadas, mejorar la asignación de recursos y fortalecer sectores con alto potencial de crecimiento.

En este proyecto, se aplicaron modelos de series de tiempo a sectores económicos relevantes, en particular el sector agropecuario y el de bebidas y tabaco, debido a su importancia estratégica dentro del aparato productivo de Jalisco. La metodología Box-Jenkins permitió modelar el comportamiento temporal del VAB y generar pronósticos a corto y mediano plazo. Estos resultados ofrecen una aproximación robusta al análisis del crecimiento sectorial, y sirven como insumo útil para la toma de decisiones de política económica.

Si bien se intentó incluir otros sectores manufactureros como el de maquinaria, estos presentaron comportamientos de caminata aleatoria, lo que implica que no es posible obtener pronósticos confi-

ables bajo la metodología ARIMA. Este hallazgo no reduce su relevancia económica, sino que señala la necesidad de aplicar técnicas más adecuadas (como modelos estructurales, VAR, o modelos con intervención) que puedan capturar mejor la dinámica subyacente de dichos sectores.

Finalmente, este análisis se alinea con los objetivos del ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico, al proporcionar evidencia empírica que permite identificar sectores motores del crecimiento, evaluar su sostenibilidad en el tiempo y fomentar políticas orientadas al desarrollo productivo. Comprender cuáles sectores están creciendo, cuáles enfrentan estancamientos, y cómo se comportan ante factores externos es esencial para promover una economía dinámica, inclusiva y resiliente.

REFERENCES

Cómo vamos México (2025a). Crecimiento nacional y estatal de la economía mexicana.

Cómo vamos México (2025b). Semaforos económicos.

Secretaría de Economía (2016). Jalisco y sus principales sectores productivos y estratégicos.