

MODELO AUTORREGRESIVO INTEGRADO DE MEDIAS MÓVILES (ARIMA) Y VECTORES AUTORREGRESIVOS (VAR) APLICADOS A LA PRODUCCIÓN NACIONAL DE MAÍZ Y FRIJOL EN EL SALVADOR PARA EL PERIODO 1955-2030

Investigadores

Luis Alonso Orellana Guevara

Roberto Alejandro Flores Romero

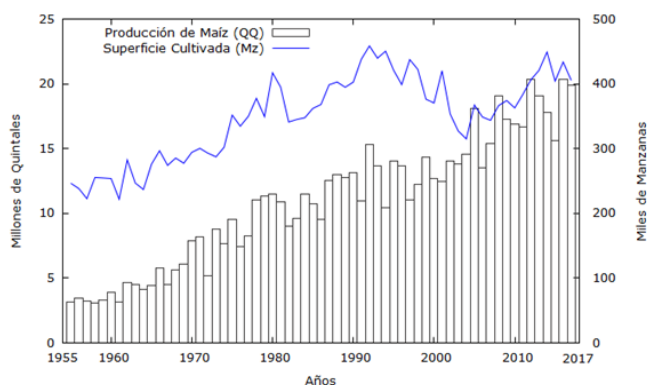
Maestría en Estadística Aplicada a la Investigación

Actualmente, el mecanismo de pronóstico del Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador (MAG) está constituido por la Encuesta Nacional de Expectativas de Siembra y se limita a los principales granos básicos que son el maíz, frijol, arroz y sorgo. Sin embargo, esta herramienta únicamente recoge información sobre la cosecha actual y es necesario invertir una gran cantidad de recursos materiales, financieros y humanos para llevarla a cabo.

Por lo anterior, la presente investigación tiene como objetivo principal desarrollar un modelo de pronóstico para la producción anual de maíz

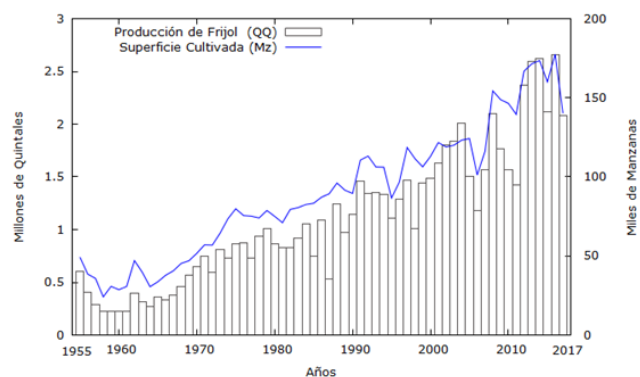
y frijol en El Salvador, utilizando un método univariante y otro multivariante de serie de tiempo, permitiendo así tomar decisiones oportunas en cuanto al nivel de abastecimiento total para el consumo para el periodo de 2018 a 2030. Las razones por las que se escogió al maíz y frijol radican en que el cultivo de maíz posee un peso de 22.6 % en la canasta básica alimentaria urbana y un 59.9 % en la rural; asimismo, el cultivo de frijol representa un peso del 8 % en la canasta urbana y un 8.6 % en la rural, siendo en este último sector, el tercer producto de mayor peso luego del consumo de azúcar (DIGESTIC/IPC, 2019).

Gráfica 1. Producción Nacional Bruta de Maíz, El Salvador 1955 - 2017.



Fuente: Elaboración propia con base a datos suministrados del MAG.

Gráfica 2. Producción Nacional Bruta de Frijol, El Salvador 1955 - 2017.



Fuente: Elaboración propia con base a datos suministrados del MAG.

Este sistema de pronóstico ayudará a responder la pregunta de investigación: ¿cuál será el volumen de producción anual estimada de maíz y frijol que permita tomar decisiones de manera oportuna respecto al abastecimiento de estos granos a nivel nacional en El Salvador para el periodo 2018 a 2030?

Existen dos razones fundamentales que justifican el presente estudio. La primera es que el actual mecanismo de pronóstico se basa en una encuesta, la cual no puede ampliarse a otros productos por su incremento en recursos; además, el horizonte de pronóstico es únicamente para un periodo hacia adelante. La segunda razón es que este mecanismo no considera los efectos adversos generados por el cambio climático que está relacionado a precipitaciones y/o sequías, tampoco considera a los factores que incrementan la productividad como el uso de semillas mejoradas, abonos y otros que pueden influir positiva o negativamente en el rendimiento productivo.

Para dar cumplimiento al objetivo principal se plantea el presente estudio con un corte cuantitativo, utilizando los datos provistos por la División de Estadísticas Agropecuarias que pertenece a la Dirección General de Economía Agropecuaria del MAG para el periodo de 1955 a 2017, sobre la producción de maíz y frijol.

A fin de satisfacer la demanda interna del maíz y frijol, el mercado salvadoreño requiere de las importaciones del grano por sus socios comerciales. A nivel macroeconómico, para medir el grado de consumo interno de un bien en particular se utiliza el cálculo del consumo aparente, que se obtiene sumando al nivel de producción nacional, las importaciones y restando las exportaciones del producto (CEPAL, 2015), como se muestra en la ecuación siguiente:

$$C_A = Q + M - X$$

C_A = Consumo Aparente

Q = Producción

M = Importaciones

X = Exportaciones

Ecuación 1.

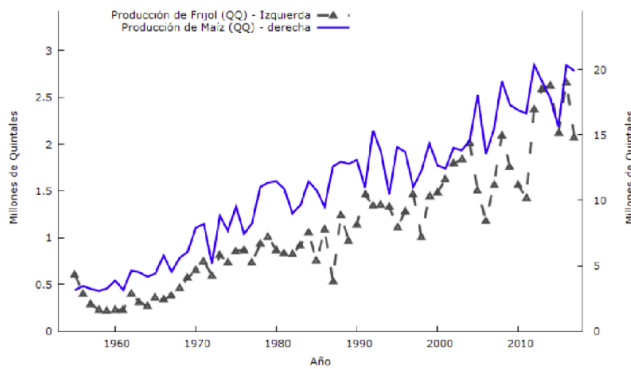
Consumo Aparente

Asimismo, se utilizó la medida de consumo aparente per cápita que proporciona una valoración sobre la disponibilidad del grano a nivel nacional para satisfacer la demanda de los individuos en la población; asimismo, permite la comparación entre países durante un tiempo. Además, esta variable se puede considerar como una aproximación al consumo individual (FAO, 2001). Los datos de población utilizados para El Salvador fueron los provistos por CELADE-CEPAL para cada año.

Al analizar los datos disponibles para el maíz y frijol en los últimos años, se ha identificado la necesidad de las importaciones para abastecer al país y garantizar una disponibilidad física de estos granos en concordancia con una seguridad alimentaria. Para el caso del maíz, el promedio de los últimos años ha sido de 3.3 quintales por persona, mientras que para el frijol ha sido de 0.41 quintales por persona. Estos serán los requerimientos mínimos del grano que se considerarán como umbral de pronóstico en miras a una autosuficiencia productiva a nivel nacional.

Por otro lado, dado que el sistema de siembra del frijol puede realizarse en asocio o en relevo del maíz (CENTA, 2008), en la Gráfica 3 del trabajo completo se muestra la tendencia histórica de la producción de ambos granos. A pesar de diferir en cuanto al volumen total, es posible notar cierta tendencia entre ellos, incluso en alzas y bajas que presentan. Además, dado que el cultivo de frijol inyecta nitrógeno en el suelo, una sustancia química que facilita el crecimiento del maíz, puede aprovecharse estratégicamente en los cultivos donde fue aplicada la técnica de "las tres hermanas" para referirse al cultivo intercalado de maíz, frijol y calabaza.

Gráfica 3. Producción Nacional Bruta de Maíz y Frijol, El Salvador 1995 - 2017.

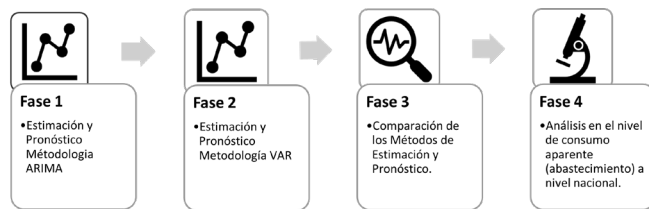


Fuente: Elaboración propia con base a datos suministrados del MAG.

Lo anterior revela que la producción de frijol y maíz guardan una estrecha relación en el largo plazo, lo cual se considera en la construcción de uno de los modelos de estimación y pronóstico más adelante.

La ruta de análisis de la presente investigación se dividió en cuatro fases: las cuales se presentan en la Ilustración 1.

Ilustración 1. Fases del Proceso de Análisis de Datos en la Investigación.



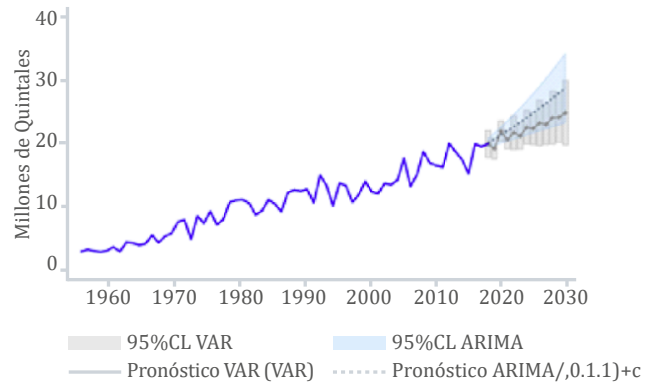
Fuente: Elaboración propia.

Fase 1. Relacionada a los procesos para la construcción del modelo Autorregresivo Integrado de Medias Móviles (ARIMA) en cuanto a su estimación y los pronósticos resultantes del modelo para las variables de producción de maíz y frijol de manera simultánea.

Fase 2. Relacionada con la construcción del modelo de pronóstico multivariante conforme a la metodología propuesta por Christopher Sims para la estimación de los procesos de Vectores Autorregresivos (VAR).

Fase 3. Es una comparación de ambas metodologías para evaluar aquella que ofrece una mejor estimación.

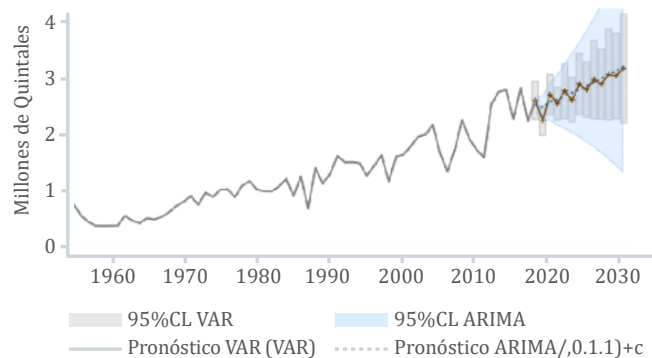
Gráfica 4. Comparación de Pronósticos Producción de Maíz 2018 - 2030, Modelos ARIMA (0,1,1)+c VAR2 (4).



Fuente: Elaboración propia.

Se observa que los valores predichos mediante el modelo ARIMA resultaron ser una tendencia con crecimiento más acelerado, ya que crecen a una tasa anual de 3.0 % en comparación al pronóstico mostrado por el modelo VAR, el cual crece a una tasa anual del 1.9 %.

Gráfica 5. Comparación de Pronósticos Producción de Frijol 2018 - 2030, Modelos ARIMA (0,1,1)+c VAR2 (4).



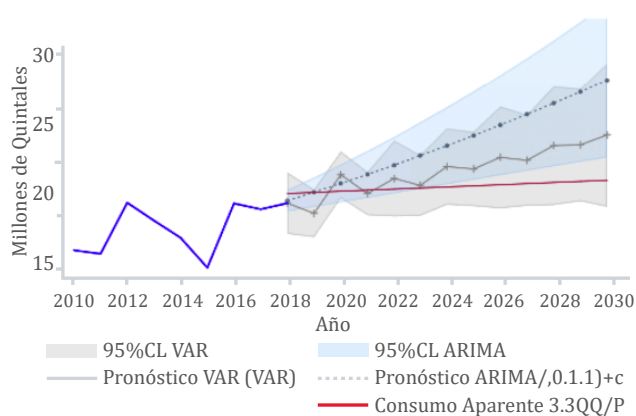
Fuente: Elaboración propia.

Se observó que los pronósticos generados por el modelo ARIMA atraviesan en el centro a

los datos predichos conforme al modelo VAR ajustado y se desplazan en una misma dirección con similar crecimiento anual, el cual es de un 2.1 % en ambos casos.

Fase 4. Evaluación del nivel de abastecimiento en los granos básicos de maíz y frijol para El Salvador durante los años que se han pronosticado del 2018 al 2030.

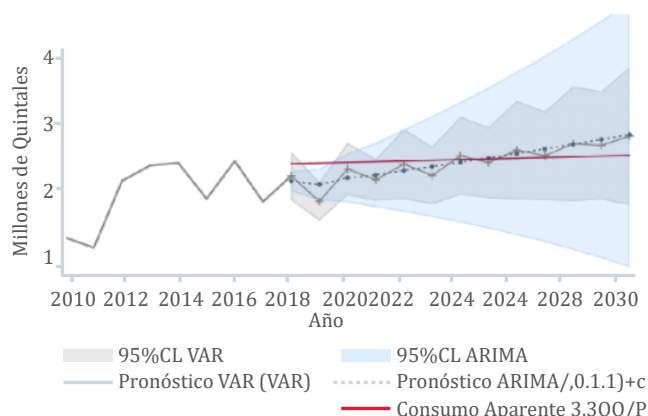
Gráfica 6. Escenarios nivel de Consumo Aparente de Maíz, El Salvador 2018 - 2030



Fuente: Elaboración propia.

En la Gráfica, la línea roja de consumo aparente muestra el nivel de consumo esperado a nivel nacional para los años 2018 a 2030. Este consumo esperado se construyó con el requerimiento promedio de 3.3 quintales por persona. En el modelo ARIMA se presenta una tendencia acelerada que muestra niveles de producción mayores. Al evaluar estas proyecciones, es notable que para el año 2018, la producción se encontraba por debajo del consumo aparente total de maíz; mientras que a partir del 2019 se gozaría de mejores niveles de producción. El modelo VAR ofrece datos más conservadores sobre el nivel de producción, estimando que para los años 2018, 2019 y 2021, se estaría por debajo de la demanda total del grano. Para el resto del periodo, considerando el año 2020, se llegaría a niveles superiores al consumo per cápita estimado.

Gráfica 7. Escenarios nivel de Consumo Aparente de Frijol, El Salvador 2018 - 2030



Fuente: Elaboración propia.

En la Gráfica 7 del trabajo completo, la línea roja de consumo aparente muestra el nivel de consumo esperado a nivel nacional para los años 2018 a 2030, dicho consumo se construyó con el requerimiento promedio de 0.41 quintales por persona. Tanto el modelo ARIMA y VAR para los años del 2018 al 2023, se encuentran por debajo del consumo estimado total. Sin embargo, para los años 2024 y 2025, ARIMA y VAR estiman producciones opuestas respecto a si están por arriba o por debajo del consumo aparente. De este modo, es para el año 2026 en adelante que se estima que la producción pueda superar la demanda a nivel nacional del grano.

En ambos gráficos, si el nivel de producción se encuentra por debajo de la línea de consumo aparente, se estaría indicando que a nivel nacional se espera incrementar las importaciones o reducir exportaciones para cubrir la demanda total esperada. En caso contrario, si la producción se estima por arriba de dicha línea, se encontraría en una situación de autosuficiencia productiva.

Posterior a la aplicación de las fases de análisis de la investigación y después haber desarrollado un sistema de pronóstico para el volumen de producción anual de maíz y frijol, los resultados obtenidos tienen las siguientes implicaciones económicas, políticas, sociales y agrícolas:

- Garantizar la seguridad alimentaria en cuanto a la demanda de maíz y frijol.
- Contribuir en la planificación agrícola de los granos básicos de maíz y frijol.
- Monitorear el nivel de abastecimiento a nivel nacional por parte del Gobierno central.
- Valorar la importancia de los modelos econométricos en los pronósticos agrícolas en El Salvador.
- Identificar la necesidad de información disponible e investigación.

Conclusiones

El modelo que mejor ajustó los datos de producción de maíz en el contexto univariante fue el modelo de media móvil de primer orden representado como ARIMA (0,1,1) más constante. Para el caso de la producción de frijol, el modelo resultante fue un modelo autorregresivo de primer orden representado como ARIMA (1,1,0) más constante.

En el contexto multivariante de series de tiempo, el vector autorregresivo que mejor explicó el comportamiento simultáneo de la producción de maíz y frijol estuvo conformado por una ecuación de cuatro rezagos y una variable dummy para el año 2006, el cual recoge un impacto atípico en dicho año.

Para el caso del maíz, en el corto plazo se estima que las importaciones cubran menos del 10 % la demanda total del grano a nivel nacional hasta el 2021.

Para el caso del frijol, en el mediano plazo se estima que las importaciones sigan cubriendo parte de la demanda interna a nivel nacional hasta el 2025.

En nuestro país, el factor tierra es un recurso muy limitado por nuestra extensión territorial, por tanto, la planificación se vuelve una necesidad y obligación. Los modelos de pronósticos que se desarrollaron en la presente investigación son una oportunidad de llevar a un nivel mayor esta planificación.

Referencias bibliográficas

DIGESTIC/IPC. (2019). Dirección General de Estadística y Censos (DIGESTIC). Recuperado de <http://www.digestyc.gob.sv/index.php/servicios/en-linea/canasta-basica-alimentaria.html>

CENTA. (2008). *Guía Técnica para el Manejo de Variedades de Frijol*. El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.

CEPAL. (2015). *Notas Técnicas. Balances de Abastecimiento y Utilización (BAU) y Hojas de Balance de Alimentos (HBA)*. México: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

FAO. (2001). *Food Balance Sheet. A handbook*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.