

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AGRÍCOLA



Pronósticos de precios diarios al mayoreo de Aguacate Hass, Jitomate Saladette y Cebolla Bola
en las centrales de abasto de Torreón, San Nicolás de los Garza y Gómez Palacio.

Por:
Yuleni Dafme Morales Pérez

Tesis
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:
Licenciado en Economía Agrícola y Agronegocios.

Buenavista, Saltillo Coahuila, Agosto 2019.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AGRÍCOLA

Pronósticos de precios diarios al mayoreo de Aguacate Hass, Jitomate Saladette y Cebolla Bola en las centrales de abasto de Torreón, San Nicolás de los Garza y Gómez Palacio.

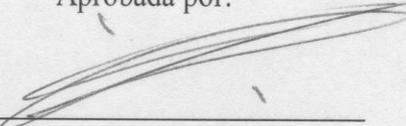
Por:

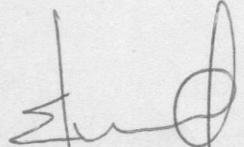
Yuleni Dafne Morales Pérez

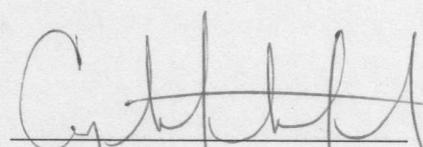
Tesis

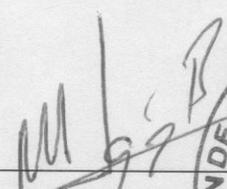
Que se somete a consideración del comité asesor como requisito parcial para obtener el título de:
Licenciado en Economía Agrícola y Agronegocios

Aprobada por:


Dr. Gregorio Castro Rosales
Asesor principal


Dra. Martha Elena Fuentes Castillo
Co-asesor


Dra. Ceyla Antonio Anderson
Co-asesor


Dr. Lorenzo Alejandro Lopez Barbosa
Coordinador de la División de Ciencias Socioeconómicas



Agradecimientos

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por la oportunidad de realizar mis estudios profesionales en ella.

Agradezco al Dr. Gregorio Castro Rosales, Dra. Martha Elena Fuentes Castillo y Dra. Ceyla Antonio Anderson, por su tiempo, apoyo y conocimiento aportado en la realización de esta investigación.

Dedicatoria

A **Dios** por la oportunidad de tener una familia maravillosa, y por brindarme salud, sabiduría e inteligencia durante el proceso de elaboración de esta investigación y a lo largo de mi carrera profesional.

A la memoria de mi padre, **Demetrio Morales Chilel**, quien en vida, fue un excelente papá esforzándose por mantener siempre a la familia unida y porque nunca nos faltase algo.

A mi madre **Salustia Pérez Velázquez** por ser el pilar fundamental en mi vida, no tengo palabras para definir cuán importante ha sido su amor y sus consejos brindados. Por los valores inculcados y que fueron los que me ayudaron a permanecer constante en este proceso de mi formación profesional.

A mis hermanos (as), por estar siempre apoyándonos unos a otros, en especial a **Daladier y Yoiner** quienes han sido la base principal en el logro de un objetivo más en mi vida.

Índice

Resumen	11
Introducción.....	12
Capítulo 1. Revisión de literatura.	16
Capítulo 2. Metodología.....	22
2.1 Series de tiempo	22
2.2 Modelo ARIMA	23
2.3 Modelos ARIMA estacionales (SARIMA).....	26
2.3 Depuración de Datos.....	27
Capítulo 3. Resultados	31
3.1 Pronóstico de precios del Aguacate Hass	31
3.2 Pronóstico de precios de Cebolla Bola	44
3.3 Pronóstico de precios de Jitomate Saladette	57
Capítulo 4. Conclusiones.....	71
4.1 Recomendaciones	72
Bibliografía.....	72
Anexo 1.	75
Anexo 2.	77
Anexo 3.	79
Anexo 4.	81
Anexo 5.	84
Anexo 6.	87
Anexo 7.	90

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Estadísticas descriptivas de los precios nominales y reales del aguacate Hass en las centrales de Torreón, San Nicolás de los Garza y Gómez Palacio.	29
Cuadro 2. Estadísticas descriptivas de los precios nominales y reales de la Cebolla Bola en las centrales de Torreón, San Nicolás de los Garza y Gómez Palacio.	29
Cuadro 3. Estadísticas descriptivas de los precios nominales y reales de Jitomate Saladette en las centrales de Torreón, San Nicolás de los Garza y Gómez Palacio.	30
Cuadro 4. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Aguacate Hass en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (2, 1,2) (0, 0,1).	34
Cuadro 5. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Aguacate Hass en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (3, 1,1) (1, 0,1).	34
Cuadro 6. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Aguacate Hass en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (2, 1,2) (0, 0,1).	35
Cuadro 7. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Aguacate Hass en la central de abastos Torreón usando el modelo SARIMA (3, 1,1) (1, 0,1).	35
Cuadro 8. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Aguacate Hass en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo SARIMA (0, 1,2) (1, 0,1).	38
Cuadro 9. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Aguacate Hass en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo SARIMA (2, 1,2) (2, 0,0).	38
Cuadro 10. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Aguacate Hass en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo SARIMA (0, 1,2) (1, 0,1).	39
Cuadro 11. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Aguacate Hass en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo SARIMA (2, 1,2) (2, 0,0).	39
Cuadro 12. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Aguacate Hass en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo ARIMA (1, 1,1).	42
Cuadro 13. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Aguacate Hass en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo ARIMA (2, 1,2).	42
Cuadro 14. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Aguacate Hass en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo ARIMA (1, 1,1).	43
Cuadro 15. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Aguacate Hass en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo ARIMA (2, 1,2).	43
Cuadro 16. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Cebolla	

Bola en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (0, 1,1) (0, 0,1).	46
Cuadro 17. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Cebolla Bola en la central de abastos de Torreón usando el modelo ARIMA (0, 1,4).....	47
Cuadro 18. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Cebolla Bola en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (0, 1,1) (0, 0,1).	48
Cuadro 19. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Cebolla Bola en la central de abastos de Torreón usando el modelo ARIMA (0, 1,4).....	48
Cuadro 20. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Cebolla Bola en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo ARIMA (0, 1,3). ..	51
Cuadro 21. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Cebolla Bola en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo ARIMA (1, 0,1).	51
Cuadro 22. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Cebolla Bola en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo ARIMA (0, 1,3). ..	52
Cuadro 23. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Cebolla Bola en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo ARIMA (1, 0,1).	52
Cuadro 24. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Cebolla Bola en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo SARIMA (0, 1,2) (0, 0,1). ...	55
Cuadro 25. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Cebolla Bola en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo SARIMA (0, 1,4) (1, 0,1).	55
Cuadro 26. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Cebolla Bola en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo SARIMA (0, 1,2) (0, 0,1). ..	56
Cuadro 27. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Cebolla Bola en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo SARIMA (0, 1,4) (1, 0,1).	56
Cuadro 28. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (1, 1,0) (1, 0,1).	59
Cuadro 29. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (0, 1,2) (1, 0,1).	60
Cuadro 30. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (1, 1,0) (1, 0,1).	60
Cuadro 31. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (0, 1,2) (1, 0,1).	61
Cuadro 32. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Jitomate Saladette en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo SARIMA (0, 1,3) (0,0,2).....	63
Cuadro 33. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo ARIMA (0, 1,2).	

.....	64
Cuadro 34. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Jitomate Saladette en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo SARIMA (0, 1,3) (0, 0,2).	65
Cuadro 35. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo ARIMA (0, 1,2).	65
Cuadro 36. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo SARIMA (0, 1,1) (1, 0,1).	68
Cuadro 37. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo SARIMA (0, 1,4) (1, 0,1).	68
Cuadro 38. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo SARIMA (0, 1,1) (1, 0,1).	69
Cuadro 39. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo SARIMA (0, 1,4) (1, 0,1).	70

Índice de Figuras

Figura 1. Comportamiento de las series originales de los precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de abastos de Torreón.	32
Figura 2. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de abastos de Torreón.	32
Figura 3. Comportamiento de las series originales de precios de Aguacate Hass en la central de San Nicolás de los Garza.	36
Figura 4. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de San Nicolás de los Garza.	37
Figura 5. Comportamiento de las series originales de precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de Gómez Palacio.	40
Figura 6. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de Gómez Palacio.	41
Figura 7. Comportamiento de las series originales de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de abastos de Torreón.	45
Figura 8. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de abastos de Torreón.	45
Figura 9. Comportamiento de las series originales de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de abastos de San Nicolás de los Garza.	49
Figura 10. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de abastos de San Nicolás de los Garza.	50
Figura 11. Comportamiento de las series originales de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de Gómez Palacio.	53
Figura 12. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de abastos de Gómez Palacio.	54
Figura 13. Comportamiento de las series originales de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Torreón.	58
Figura 14. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Torreón.	58
Figura 15. Comportamiento de las series originales de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de San Nicolás de los Garza.	62
Figura 16. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de San Nicolás de los Garza.	62
Figura 17. Comportamiento de las series originales de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Gómez Palacio.	66
Figura 18. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales de Jitomate	

Saladette en la central de abastos de Gómez Palacio..... 67

Resumen

El modelo ARIMA fue empleado para conocer el comportamiento de las series de precios nominales y reales del Aguacate Hass, Cebolla Bola y Jitomate Saladette en las centrales de abasto de Torreón, San Nicolás de los Garza y Gómez Palacio, utilizando datos diarios del periodo 2000 al 2018. Las series de precios nominales y reales de los tres productos en las tres centrales de abasto resultaron ser estacionarias después de una primera diferencia. Se encontraron doce modelos estacionales (SARIMA) y seis modelos (ARIMA) para pronosticar los precios nominales y reales de Aguacate, Cebolla y Jitomate, de los doce modelos estacionales cinco fueron del Jitomate dos en la central de Torreón, dos en Gómez Palacio y uno en la central de San Nicolás de los Garza, cuatro correspondieron al Aguacate dos para las centrales de abasto de Torreón y San Nicolás de los Garza y tres para Cebolla, encontrándose uno para la central de Torreón y dos para Gómez Palacio. De los seis modelos ARIMA encontrados, tres fueron de Cebolla de los cuales uno en la central de abasto de Torreón y dos en la central de San Nicolás de los Garza, en caso del Aguacate fueron dos en la central de Gómez Palacio y uno para el Jitomate en la central de San Nicolás de los Garza. La estacionalidad de una serie se refiere a que se repite un mismo patrón de comportamiento en fechas específicas del calendario, en este caso las series que resultaron ser estacionales presentaron un mismo comportamiento en los precios en la semana.

En lo que respecta a la precisión de los pronósticos, el modelo ARIMA fue el que se aproximó más a los precios reales y por su parte el modelo SARIMA presentó una menor precisión en los pronósticos.

Palabras clave: Pronósticos, series de tiempo, modelo ARIMA, modelo SARIMA, precio nominal, precio real, central de abastos.

Introducción

En México, de acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2018) en el año 2015 el 62.8 por ciento de la población residía en Zonas Metropolitanas (ZM)¹, lo que representa 75.1 millones de habitantes, incrementándose el número de ZM de 59 a 74 del 2010 al 2015. Esta estructura poblacional representa diversas implicaciones, entre ellas, la concentración del comercio por los grandes centros de consumo que estas metrópolis representan para todo tipo de bienes y servicios. No obstante, el mercado de alimentos se puede considerar como el más importante, ya que representa un reto el suministro para una población que está abandonando las zonas rurales que es donde éstos se producen.

Por lo anterior es necesario destinar esfuerzos para conocer las tendencias de las variables relacionadas con la dinámica comercial de los alimentos que se desarrolla en estos lugares, buscando generar información útil para la toma de decisiones de todos los actores involucrados.

De acuerdo con la teoría económica, en un esquema de competencia perfecta, los precios de los bienes y servicios que se transan en el mercado son exógenos, por lo tanto, los agentes del mercado deben aceptar los precios que se forman. Lo que implica, por el lado de la oferta, que el productor buscará maximizar sus beneficios a través de las combinaciones óptimas de factores de producción endógenas y del precio de mercado para su producción. Deduciendo de este planteamiento que el precio del producto es una variable que puede generar incertidumbre en las decisiones de producción. Por ello se esperarían que los productores busquen, de alguna manera, controlar o influir en los precios, o en su defecto poder predecirlos.

Existen muchos métodos o procedimientos para la elaboración de pronósticos entre ellos resaltan los métodos causales y el método de series de tiempo, el primero se basa en el supuesto de que la variable a pronosticar exhibe una relación de causa y efecto con una o más variables y el segundo método se refiere a cuando los datos históricos se restringen a valores pasados de la variable a

¹ Se define como zona metropolitana al conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 mil o más habitantes, cuya área urbana, funciones y actividades rebasan el límite del municipio que originalmente la contenía, incorporando como parte de sí misma o de su área de influencia directa a municipios vecinos, predominantemente urbanos, con los que mantiene un alto grado de integración socioeconómica. También se incluyen aquellos municipios que por sus características particulares son relevantes para la planeación y política urbanas de las zonas metropolitanas en cuestión (CONAPO, 2012).

pronosticar, es decir, no hay variables exógenas, las mediciones del método de series de tiempo pueden hacerse cada hora, diario, a la semana o cualquier otro intervalo regular de tiempo (Villarreal, 2012). Dentro del método de series de tiempo, se han llegado a popularizar los modelos Autorregresivos Integrados de Media Móvil por sus siglas en inglés ARIMA y los modelos de Vectores Autorregresivos (VARs) (Gujarati y Porter, 2010)

De acuerdo con Zapata y García (1990) la metodología ARIMA ha desempeñado una mayor precisión en los pronósticos donde ha sido utilizada. De manera que para su ejecución se requiere un registro histórico del comportamiento de la variable de interés, que en este caso serían los precios de los productos alimenticios.

Sería ideal poder pronosticar los precios de todos los productos alimenticios, incluso de todos los productos y servicios del mercado, pero dadas las limitaciones para poder realizar un estudio de tal magnitud, es necesario delimitar el alcance de la investigación, por ello, se propone centrar los esfuerzos en pronosticar los precios de únicamente tres productos agrícolas en fresco en mercados específicos.

De acuerdo con ASERCA (2002), en México el Aguacate se encuentra dentro de los principales cultivos perennes, ocupando el sexto lugar en volumen de la producción cuarto en cuanto a superficie cosechada y séptimo en lo que respecta al valor de la producción. El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2019) reportó que para el año 2017 la producción del Aguacate Hass obtuvo una participación importante con respecto al total, puesto que la producción total de Aguacate ascendió a 2, 029,885.85 toneladas de las cuales el Aguacate Hass representó un 93 por ciento, México exportó para el mismo año 897,560 toneladas que representa el 44 por ciento de la producción total (TRADEMAP, 2019).

El Jitomate está considerado dentro de las principales hortalizas que produce México, ya que de acuerdo con datos proporcionados por el SIAP, para el año 2017 se produjo 3, 469,707.28 toneladas, el Jitomate Saladette representó un 38.14 por ciento de dicha producción, para el mismo año se exportó hacia el mundo 1, 831,837 toneladas de Jitomate, es decir el 53 por ciento de la producción total (TRADEMAP, 2019).

La Cebolla también ocupa un lugar importante dentro de las hortalizas cultivadas en México, de acuerdo con datos publicados por el SIAP para el año 2017 se produjo un total de 1, 620,318.39 toneladas, de las cuales la Cebolla Bola tuvo una participación del 83 por ciento en la producción, las exportaciones de Cebolla para el mismo periodo tuvo un valor de 432,618 toneladas, en

términos porcentuales representó el 27 por ciento (TRADEMAP, 2019).

La balanza de bienes agrícolas en 2018, generó un superávit de 3,071 millones de dólares (MDD), el cual fue resultado de exportaciones 27.9 por ciento mayores a las importaciones, que se incrementaron 1.4 por ciento en relación con 2017, mientras que las importaciones se incrementaron 9.5 por ciento. Dentro de los cultivos con mayor venta al extranjero y que contribuyen significativamente al saldo positivo se encuentran el Aguacate ocupando el primer lugar con un valor de 2,392 millones de dólares (mdd), el segundo lugar lo ocupa el Jitomate con un valor de 2080 mdd y la Cebolla ocupa el décimo lugar con un valor de 428 mdd (ASERCA, 2018).

Puesto que México ocupa un lugar importante en la producción de Aguacate, Cebolla y Jitomate y por la participación de estos productos en la balanza de bienes agrícolas, se propone pronosticar sus precios, buscando con ello contribuir a que todos los participantes en estos mercados puedan contar con información para la toma de decisiones.

Para este propósito se consideraron los precios diarios al mayoreo del aguacate de la variedad Hass, el jitomate tipo Saladette y la cebolla Bola, todos clasificados como primera calidad, de acuerdo con los estándares manejados en las centrales de abasto, cuyos precios son registrados por el Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM), lo que constituye la fuente de información considerada en este trabajo, cuya información disponible data de 1998, sin embargo, después de una revisión preliminar se detectaron inconsistencias relacionadas con series incompletas de datos para los años 1998 y 1999, por lo que se optó por considerar únicamente los registros del 2000 al 2018.

Se decidió trabajar con los precios registrados en tres centrales de abastos de dos ZM, que son la central de San Nicolás de los Garza, Nuevo León, ubicada en la ZM de Monterrey, la de Torreón, Coahuila y la de Gómez Palacio, Durango, ambas ubicadas en la ZM de La Laguna.

Se eligieron estos mercados con base en la importancia que tienen en cuanto a número de habitantes y tasa de crecimiento poblacional, ya que los mercados que representan éstas metrópolis serán cada vez más importantes a medida que su concentración de la población crezca.

La ZM de Monterrey creció a una tasa media anual de 2.2 por ciento, por su parte la ZM de La Laguna lo hizo a una tasa de 1.1 por ciento, esto referente al año 2010-2015, cabe señalar que la población de la ZM de Monterrey para el año 2015 fue de 4, 689, 601 habitantes y la población de la ZM de La Laguna ascendió a 1, 342, 195 para el mismo año (CONAPO, 2015)

La estructura de la presente investigación está dada por cuatro apartados, el primero corresponde a revisión de literatura, la cual da soporte al trabajo de investigación, pues es en este apartado en el que se describieron trabajos similares al que se pretendió hacer, en el segundo apartado se describe el método que se utilizó así como también se describe los procedimientos utilizados para la recopilación de la información cuantitativa, el tercer apartado da a conocer los resultados encontrados por producto en cada central de abasto y finalmente el cuarto y último apartado corresponde a las conclusiones obtenidas.

Capítulo 1. Revisión de literatura.

Existen muchos trabajos realizados sobre el tema de pronósticos con series de tiempo, sin embargo en lo que refiere a pronósticos de precios de productos agrícolas son limitados, dado que la mayoría de los trabajos encontrados se basan en pronosticar la producción. A continuación se presentan diversos estudios hallados a nivel internacional y nacional acerca del uso del modelo ARIMA para la realización de pronósticos.

En el ámbito internacional el trabajo realizado por Zapata y García (1990) tuvo como objetivo evaluar el desempeño de pronóstico de varios multivariados los cuales fueron; modelo de vectores autorregresivos (VARs) y VAR Bayesianos (BVAR), así como modelos de series de tiempo univariados en presencia de no estacionariedad un modelo autorregresivo integrado de medias móviles (ARIMA) y poder pronosticar los precios mensuales del ganado en Estados Unidos, midieron el pronóstico utilizando el error de la raíz cuadrada media (RMSE), una descomposición de la MSE y un análisis del punto de inflexión, las variables incluidas por los autores para la realización de pronósticos con los métodos VARs, BVAR y ARIMA fueron; el precio mensual del ganado (PC), precio promedio de los novillos de alimentación (PFS) e ingreso per cápita en dólares (PCI), analizaron la no estacionariedad para cada serie a través de inspección visual, análisis de las funciones de autocorrelación y la prueba de Dickey y Fuller resultando las series no estacionarias por lo que al hacer las diferencias encontraron que todas las series serían integradas resultando que los mejores modelos identificados para los métodos VARs, BVAR y ARIMA fueron; VAR2D, ABVAR2D bayesiano asimétrico de orden dos y ARIMA (2, 1,2) respectivamente, concluyeron que el modelo ARIMA proporciona pronósticos relativamente precisos a corto plazo pero que tienden a deteriorarse en horizontes más largos, siendo los modelos VARs y BVAR los que mejor pronostican en horizontes más largos.

El artículo elaborado por Orlandoni y Cabbage (2008) tuvo como finalidad pronosticar el consumo per cápita de madera rolliza en Venezuela usando el método autorregresivo integrado de medias móviles (ARIMA); el periodo de análisis fue de 1960 a 2003, los datos fueron obtenidos y actualizados de la investigación realizada por Díaz (1984) para la variable consumo, en lo que respecta a población usaron información de OCEI (1982, 1985, 1988, 1991, 1994, 1998); obtuvieron una serie estacionaria en primera diferencia y después de probar varios modelos ARIMA encontraron que el mejor modelo fue ARIMA (2, 1, 2) que bajo el criterio de información

bayesiano (BIC), pruebas de Box- Ljung y prueba de normalidad de Shapiro Wilks, presentó mejor ajuste para poder realizar el pronóstico.

El estudio realizado por los autores Badmus y Ariyo (2011) se enfoca en pronosticar el área cultivada y la producción de maíz en Nigeria, el análisis comprende el periodo de 1970 a 2005 con datos que obtuvieron del Banco Central de Nigeria, el Informe de Estadísticas Financieras Internacionales (IFS) y la Oficina Federal de Estadísticas (FOS), el método que utilizaron fue el proceso autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA), encontraron que ambas series se vuelven estacionarias en primera diferencia por lo que identificaron que los modelos ARIMA para el área de cultivo y producción de maíz fueron ARIMA (1, 1,1) y ARIMA (2, 1,2) respectivamente, la prueba de normalidad de Shapiro-wilk que utilizaron resultó significativa por lo que el supuesto de normalidad fue aceptado, indicando que los modelos identificados fueron buenos para la realización del pronóstico.

Ante la creciente demanda de arroz en Ghana y siendo este uno de los principales productos que contribuye al PIB Agrícola (Producto Interno Bruto) y a su economía los autores Suleman y Sarpong (2012) a través de la metodología de Box-Jenkins realizaron una investigación para modelar y pronosticar la producción de arroz molido, el periodo de análisis fue de 1960 a 2010 datos que obtuvieron de fuentes secundarias (Index mundi, 2011) y modelaron los datos a través del modelo estocástico autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA); de acuerdo a la autocorrelación simple (ACF) y autocorrelación parcial (PACF) de la serie, los autores encontraron que esta fue no estacionaria, por lo que recurrieron a transformar la serie utilizando logaritmos y diferenciación, de tal modo que identificaron un modelo ARIMA de orden (2, 1, 0), fue ideal para realizar los pronósticos de la producción de arroz molido ya que cuando examinaron la ACF y PACF de la serie ajustada no encontraron ningún patrón en los residuos, además de que aplicaron la prueba de normalidad de Anderson-Darling dando un resultado a favor.

Los autores Alonso y Arcila (2014) llevaron a cabo una investigación del comportamiento estacional de los precios internacionales del azúcar crudo y refinado que se transa en Nueva York y Londres respectivamente para ello utilizaron una muestra mensual, desde enero de 1989 a diciembre 2010 con un total de 264 observaciones datos que obtuvieron de la página web de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia; realizaron un diagnóstico del comportamiento estacional estocástico y no estocástico y estacionario de las series, para ello hicieron uso de los modelos ARIMA, ARMA, y modelo autorregresivo integrado de promedio

móvil estacional, por sus siglas en inglés SARIMA, encontrando que para las series estacionarias el mejor modelo fue ARIMA (10, 0,2) tanto para el azúcar crudo como el azúcar refinado, un modelo SARIMA (9,0,2) (0,0,1) para el caso del azúcar crudo, y para el caso del azúcar refinado el mejor modelo fue SARIMA (2,0,2) (3,0,0) y en lo que corresponde a las series sin filtrar los mejores modelos que encontraron fueron: para el azúcar crudo SARIMA (4,1,2) (2,0,1) y SARIMA (1,1,1) (2,0,0) para el caso del azúcar refinado.

El objetivo del estudio realizado por los autores Amin *et al.* (2014) fue pronosticar la producción de trigo de Pakistán sobre una base de datos extensa, que consideró el periodo de 1902 a 2005 bajo un modelo de serie de tiempo, proceso autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA) los datos que utilizaron fueron obtenidos de publicaciones del Gobierno, de Estadísticas Agrícolas de Pakistán y de Estudio económico de Pakistán; identificaron cinco posibles modelos para realizar los pronósticos de la producción de trigo de Pakistán los cuales fueron; ARIMA (1,2,2), ARIMA (0,2,2), ARIMA (1,1,2), ARIMA (0,2,2) y ARIMA (1,0,1) y que a través de los criterios de información de Akaike (AIC) y criterio de Schwarz (SBC), el mejor modelo fue ARIMA (1,2,2) por lo tanto fue el indicado para predecir la producción del trigo de Pakistán, así también mediante las pruebas de Box-Pierce, el gráfico de probabilidad normal y la prueba de Var indicaron que el modelo seleccionado cumplió con los supuestos de normalidad, autocorrelación y heteroscedasticidad.

Los autores Kumar y Anand (2015) realizaron un estudio para pronosticar la producción de caña de azúcar en la India para cinco años (2013-2017), para ello el periodo de análisis que ocuparon fue de 1950 a 2012 con datos obtenidos del Departamento de Agricultura y Cooperación (DAC) en India, el modelo que utilizaron es el proceso autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA); obtuvieron tres modelos tentativos, los cuales fueron; ARIMA (2, 1, 0) ARIMA (2, 1, 1) y ARIMA (2, 1, 2), eligieron el mejor modelo a través de los criterios BIC y Akaike siendo ARIMA (2, 1, 0) el que mejor se ajustó a dichos criterios y fue seleccionado para realizar los pronósticos.

Con el fin de predecir el comportamiento de la exportación de café suave colombiano en el corto plazo los autores Pérez *et al.* (2016) llevaron a cabo una investigación utilizando la metodología de Box-Jenkins y siguiendo las fases de los procesos autorregresivos de medias móviles (ARIMA); el periodo de análisis que ocuparon fue de 1958 a 2007 para identificar el modelo ARIMA más apropiado y validaron el modelo a través de pronósticos del periodo 2008 a 2011, cabe mencionar que para hacer este estudio los autores utilizaron el programa R; en primer lugar realizaron una

descomposición a la serie original, la cual presentó cierta estacionalidad por lo que encontraron que un modelo SARIMA (0,1,1) (0,1,1) fue el mejor modelo para realizar los pronósticos puesto que presentó un mejor ajuste bajo el criterio BIC.

La investigación realizada por los autores Hossain *et al.* (2016) tuvo como propósito principal identificar el modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA) para pronosticar la producción de bananos en Bangladesh, el periodo que abarcó este análisis fue de 1972 a 2013, datos que obtuvieron del sitio web de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); aplicaron la autocorrelación simple y parcial (ACF y PACF) a la serie de datos de banano e identificaron un modelo ARIMA (0, 2, 1), considerando los criterios de AIC y BIC fue el mejor modelo seleccionado para pronosticar la producción de Bangladesh.

A nivel nacional el objetivo de la investigación realizada por Ruiz *et al.* (2010) fue generar un modelo de series de tiempo que sirviese para pronosticar la zafra 2006-2007 del ingenio Independencia, por lo que el periodo de análisis fue de 1949 a 2006, mediante el programa Statistica aplicaron el modelo de Box-Jenkins conocido técnicamente como modelo autorregresivo integrado de medias móviles (ARIMA), las fuentes donde obtuvieron el volumen de las zafras de 1949 al 2002 y de 2003 al 2006 fueron del archivo personal de la administración general del ingenio Independencia y el informe anual de la CNIAA (2008), respectivamente; encontraron que el mejor modelo para pronosticar la Zafra 2006-2007 del ingenio Independencia fue ARIMA de orden (1,2, 0).

Marroquín y Chalita (2011), llevaron a cabo un trabajo en el que mediante la metodología de Box-Jenkins pretendieron conocer el comportamiento y pronosticar el precio del jitomate bola de primera calidad, el período que analizaron fue de enero de 1998 a noviembre de 2008 teniendo datos mensuales y precios nominales que obtuvieron del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) de la central de Iztapalapa, México; a través de la prueba de Dickey Fuller aumentada verificaron si la serie presentaba estacionariedad o no, teniendo como resultado que la serie fue estacionaria procedieron a identificación del modelo; revisando los correlogramas encontraron que el modelo ARIMA de orden (23,0, 1) fue el que mejor se ajustó a la serie y realizaron pronósticos para doce meses de diciembre del 2008 a noviembre de 2009.

El estudio realizado por Sánchez *et al.* (2013) tuvo como objetivo describir y pronosticar el comportamiento de la producción lechera de bovino en Baja California México, mediante el uso de un modelo de series de tiempo univariado tipo ARIMA, siendo un análisis descriptivo retrospectivo de una serie mensual que comprendió el periodo de enero 2000 a octubre 2009, datos que obtuvieron del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP 2010) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Rural para Baja California; en este estudio los autores encontraron dos posibles modelos que fueron ARMA (1,1) y ARMA (2,2), de los cuales tuvieron que seleccionar el mejor modelo a través del análisis de los coeficientes y estadísticos, encontraron que el modelo ARMA (1,1) presentó mejores resultados ya que destacó el menor valor tanto en error estándar de la regresión como para los valores de los criterios de Akaike y de Schwarz, así también no presentó autocorrelación.

En el trabajo realizado por Aranibar y Humérez (2014) examinaron dos tipos de modelos de series temporales las cuales fueron; series de tiempo univariadas (modelo autorregresivo integrado de medias móviles por sus siglas en ingles ARIMA) y multivariadas (modelos de vectores autorregresivos, VARs), aplicados a series de tiempo de precios de minerales que son; Aluminio, Cobre, Plata, Oro, Wolfram, Estaño, Plomo y Zinc del periodo 1950 a 1994, la fuente donde obtuvieron los datos es “International Financial Statistics” del F.M.I; los modelos ARIMA que encontraron para cada caso fueron; para el oro un ARIMA de orden (0, 1, 2), en el caso de la plata y el cobre el proceso identificado fue ARIMA (2, 1, 0), para el zinc y plomo ARIMA (0, 1, 3), en lo que respecta al antimonio encontraron un ARIMA (1, 0, 1); por ultimo hallaron que el aluminio, estaño, wólfram y antimonio siguen un proceso de camino aleatorio sin tendencia, los coeficientes de autocorrelación y autocorrelación parcial para las primeras diferencias en las series, no resultaron significativamente distintas de cero, este tipo de casos puede resultar desfavorable para hacer pronósticos, señalaron los autores que debido a que su diferencia no es predecible a partir de la información pasada de la misma variable.

La investigación realizada por Delgadillo *et al.* (2016) se basó en comparar diferentes métodos de pronósticos en series de rendimiento de granos básicos como el maíz, frijol, trigo y arroz a través de la metodología de series de tiempo, los métodos empleados para los pronósticos fueron Proceso Autorregresivo de Promedios Móviles (ARIMA) por sus siglas en inglés, el cual ocuparon para el caso del maíz, el modelo de Brow en el caso del frijol, suavización exponencial simple para el trigo y el modelo de Holt para el caso del arroz; los datos de la series de rendimiento para cada producto

o grano básico contempló el periodo de 1897 a 2009 es decir manejaron los datos de manera anual, y fueron obtenidos del SIACON dependiente de SAGARPA, así como de la antigua Subsecretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH, 1983), ocuparon el año agrícola primavera-verano más otoño-invierno, para el régimen hídrico consideraron riego más temporal con el fin de tener una sola cifra; en el caso del maíz siguiendo la metodología de Box-Jenkins encontraron que el mejor modelo fue un ARIMA (1, 0,1).

Como se puede observar los estudios realizados tanto a nivel internacional como nacional sobre pronósticos con series de tiempo, están más enfocados en predecir el comportamiento de la producción de diversos productos que de los precios, no obstante el método que han usado para poder pronosticar, es el proceso ARIMA, si bien este método es más preciso en el corto plazo lo que permite tomar decisiones con mayor exactitud, cabe destacar que los criterios que han utilizado para poder seleccionar el mejor modelo predictivo son: BIC, Akaike, pruebas de Box-Ljung, Box-Pierce, Schwartz y la de Dickey Fuller aumentada. En lo que respecta a las pruebas de normalidad de residuos emplearon la prueba de Shapiro Wilks, gráfico de Q-Q normal, P-P normal y prueba de Anderson-Darling.

Capítulo 2. Metodología

En este apartado se presenta la información del método que se utilizó en este trabajo, tratando de explicar en qué consiste y cuáles son los requerimientos para lograr un buen pronóstico, para ello se encuentra dividido en tres secciones, la primera corresponde a la importancia de las series de tiempo, la segunda sección describe de manera detallada el modelo ARIMA y SARIMA, la tercera se dedica a explicar la depuración de las bases de datos de los productos a analizados.

2.1 Series de tiempo

Una serie de tiempo es un conjunto de observaciones sobre valores que toma una variable (cuantitativa) en diferentes momentos del tiempo, los datos pueden comportarse de diferentes formas a través del tiempo, puede que se presente una tendencia, un ciclo, no tener una forma definida o aleatoria, variaciones estacionales (anual, semestral, etcétera.) (Ríos, 2008).

Los modelos de series de tiempo se utilizan únicamente para realizar pronósticos y se basa en valores rezagados o pasados de la variable de interés, las series pueden ser estacionarias y no estacionarias, y la periodicidad puede ser diaria, semanal, mensual o anual. Una serie estacionaria es aquella cuya media y varianza no cambia a través del tiempo, en lo que respecta a una serie no estacionaria su media y varianza no son constantes en el tiempo, la cual puede convertirse en estacionaria haciendo uso de diferenciación (Villarreal, 2012).

Se han realizado diversas investigaciones haciendo uso de este método de series de tiempo, con la finalidad de predecir la producción, exportación, precios de determinados productos agrícolas tanto a nivel nacional como internacional por mencionar a Pérez *et al.* (2016), quienes plantearon la estimación de modelos de series de tiempo para las exportaciones de café suave colombiano, con el propósito de hacer proyecciones a corto plazo, los cuales lo lograron con la estimación de modelo ARIMA, así también Amin *et al.*, (2014) modelaron una serie de tiempo para pronosticar los datos de producción de trigo en Pakistán, haciendo uso del modelo ARIMA.

A nivel nacional también se han realizado estudios con la utilización de este método, Delgadillo *et al.* (2016) utilizaron la metodología de series de tiempo para comparar diferentes métodos de pronósticos en series de rendimiento de granos básicos (maíz, frijol, trigo y arroz) cabe mencionar

que en el caso del maíz hicieron uso del modelo ARIMA, Ruiz *et al.* (2010) generaron un modelo de series de tiempo para pronosticar la Zafra 2006-2007 del ingenio Independencia, con el modelo ARIMA.

En la mayoría de las investigaciones con metodología de series de tiempo emplean el modelo ARIMA, por lo que a continuación se describe en qué consiste dicho modelo, puesto que también es empleado en la presente investigación.

2.2 Modelo ARIMA

El método utilizado en esta investigación es el proceso ARIMA, también conocido como metodología de Box-Jenkins, como lo señala Gujarati y Porter (2010) el interés de estos métodos de pronósticos no está en la construcción de modelos uniecuacionales o de ecuaciones simultaneas, sino en el análisis de las propiedades probabilísticas, o estocásticas, de las series de tiempo económicas por sí mismas según la filosofía de que los datos hablen por sí mismos, por tanto este método se basa principalmente en valores rezagados o pasados de la misma variable en estudio para poder realizar pronósticos.

De acuerdo con González (2007) la construcción de modelos ARIMA se lleva a cabo de forma iterativa mediante un proceso que consta de cuatro etapas que son; identificación, estimación, validación y predicción.

1. La primera etapa consiste en determinar los órdenes p , d , q que parecen apropiados para reproducir las características de la serie en estudio, en esta etapa se pueden hallar más de un modelo tentativo para los pronósticos;
2. En la segunda etapa se realiza inferencia sobre los parámetros condicionada a que el modelo investigado sea apropiado.
3. Por su parte la tercera etapa consiste en hacer contrastes de diagnóstico para comprobar si el modelo se ajusta a los datos, de no ser así, revelar las posibles discrepancias del modelo propuesto para poder mejorarlo.
4. La cuarta y última etapa consta en obtener pronósticos en términos probabilísticos de los valores futuros de la variable, así como también se trata de evaluar la capacidad predictiva del modelo.

El proceso ARIMA se aplica a series estacionarias, tal y como lo menciona Rios (2008) una serie estacionaria es aquella cuya media y varianza no cambian a través del tiempo y su covarianza es función del rezago. Una forma de identificar si una serie es estacionaria es a través de los gráficos de la función de autocorrelación simple (ACF) y autocorrelación parcial de la serie (PACF), si la serie resulta ser no estacionaria hay que diferenciarla hasta que se vuelva estacionaria, esto debe ser antes de que se aplique la metodología de Box-Jenkins (Gujarati y Porter, 2010).

Los modelos AR (p), MA (q), ARMA (p, q) y ARIMA (p, d, q) adoptan las siguientes formas matemáticas (Hanke y Wichern, 2006).

Proceso AR (p).

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Donde:

Y_t = Variable de la respuesta (dependiente) en el tiempo t.

$Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$ = Variable de respuesta en los retrasos $t-1, t-2, \dots, t-p$, respectivamente, estas Y desempeñan la función de variables independientes.

$\phi_0, \phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ = Coeficientes que serán estimados.

ε_t = Término de error en el tiempo t que representa los efectos de las variables que no explica el modelo; los supuestos acerca del término de error son las mismas que las del modelo de regresión estándar.

Por su parte el proceso MA (q) presenta la siguiente forma general.

$$Y_t = \mu - \varepsilon_t - w_1 \varepsilon_{t-1} - w_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - w_q \varepsilon_{t-q} \quad (2)$$

Donde:

Y_t = Variable de la respuesta (dependiente) en el tiempo t.

μ = Valor promedio que permanece constante en el proceso.

w_1, w_2, \dots, w_q = Coeficientes que serán estimados.

ε_t = Término de error en el tiempo t que representa los efectos de las variables que no explica el

modelo; los supuestos acerca del término de error son las mismas que las del modelo de regresión estándar.

$\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, \varepsilon_{t-q}$ = Errores en periodos anteriores al tiempo t, incorporados en las respuestas Y_t .

La combinación de ambos modelos AR (p) y MA (q) forman un proceso ARMA (p, q) y se denota por la siguiente fórmula.

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - w_1 \varepsilon_{t-1} - w_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - w_q \varepsilon_{t-q} \quad (3)$$

Un proceso ARIMA adopta la siguiente forma general.

$$\Delta Y_t = \phi_1 \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t - w_1 \varepsilon_{t-1} \quad (4)$$

Donde:

Δ = Denota las diferencias de la serie.

Para realizar pronósticos con series de tiempo además del modelo ARIMA existen otros métodos como señala Gujarati y Porter (2010) el de suavizamiento exponencial, modelos de regresión uniecuacionales, modelos de regresión de ecuaciones simultaneas y modelos de vectores autorregresivos (VAR), no obstante el modelo ARIMA y el modelo VAR se han llegado a popularizar más, con la diferencia que el modelo VAR incluye otras variables endógenas para poder pronosticar, lo que no ocurre con el modelo ARIMA.

En esta investigación se decidió aplicar el modelo ARIMA ya que únicamente se analiza una variable (precios) y se pretende pronosticar sobre sí misma, es decir a través de sus propios valores pasados. Los modelos ARIMA generalmente suelen ser más precisos en los pronósticos a corto plazo ya que a largo plazo tienden a deteriorarse como concluyeron en su investigación los autores (Zapata y García, 1990).

Es importante mencionar que las series a analizar pueden ser estacionales, ya que es uno de los principales componentes de las series de tiempo esto puede ser anual, mensual, semanal e incluso diario, para abordar una serie estacional se requiere de la aplicación de un modelo ARIMA estacional, el cual se explica de manera más detallada en la siguiente sección.

2.3 Modelos ARIMA estacionales (SARIMA)

Si una serie es estacional, significa que los datos repiten un mismo patrón de comportamiento año con año en fechas o periodos específicos del calendario, los datos que se repiten en las mismas fechas suelen estar relacionados (Hanke y Wichern, 2006).

Por lo anterior, si una serie presenta estacionalidad hay que elegir de manera adecuada la técnica que sea capaz de pronosticar los datos observados, dentro de las técnicas que permiten realizar pronósticos con series estacionales se encuentra el modelo ARIMA.

Para modelar un modelo ARIMA estacional se sigue el proceso de identificación, estimación, validación y predicción (González, 2007).

1. La fase de identificación consiste en proponer el modelo ARIMA (p, d, q) (P, D, Q) s que pueda presentar para la serie en estudio.
2. La estimación se refiere a la obtención de los parámetros del modelo, partiendo de que este sea el apropiado.
3. En lo que respecta a la validación se pretende comprobar si el modelo propuesto se ajusta bien a los datos en estudio, es decir, si reproduce de manera igual o semejante el comportamiento de la serie, para ello se recurre a estadísticos los cuales tienen que ser significativos.
4. Finalmente en la fase de predicción trata de conocer los valores estimados por el modelo propuesto.

La fórmula general con la que se denota un modelo ARIMA estacional multiplicativo es la siguiente:

$$\phi_p(L^s)\phi_p(L)\Delta^d\Delta_s^D Y_t = \theta_q(L)\theta_q(L^s)a_t \quad (5)^2$$

Donde:

$\phi_p(L)$ y $\theta_q(L)$ = Son polinomios autorregresivos y medias móviles de la parte regular.

d = Orden de integración de la parte regular.

$\phi_p(L)$ y $\theta_q(L)$ = Polinomios autorregresivos y medias móviles de la parte estacional.

² La ecuación general del modelo SARIMA que se presenta es una ecuación factorizada ya que si se expresará de manera desarrollada sería una ecuación demasiado grande por los componentes p, d, q y P, D, Q del modelo.

D = Orden de integración de la parte estacional.

S = Denota la estacionalidad.

a_t = Término de error en el tiempo t .

2.3 Depuración de Datos

El SNIIM sigue la metodología de encuestas directas aplicadas a comerciantes que expenden la mayor cantidad de productos y que son considerados líderes en el mercado por tanto influyentes en el precio del producto, por ello la información se recaba en los principales centros de distribución mayorista, siguiendo ciertos lineamientos de infraestructura e informes representativos. La información que debe recopilar la encuesta debe ser confiable, oportuna, relevante y accesible.

El horario de levantamiento de la encuesta para frutas y hortalizas es en el periodo en el que se desarrolla un mayor número de transacciones comerciales al mayoreo y generalmente es entre las 06:00 y 8:00 horas en tiempo local. El precio que se recopila es de los productos de primera calidad a excepción de que en algunos mercados predomine alguna fruta u hortaliza de segunda calidad será incorporada en la encuesta, otros aspectos importantes que tienen que estar contemplados en la encuesta son: variedad del producto, calidad, origen y presentaciones comerciales.

Una vez realizado el levantamiento de la encuesta el representante estatal del SNIIM realiza un resumen de las encuestas que fueron levantadas, considerando datos generales como nombre o razón social del centro mayorista, fecha y número de hojas que conforman la encuesta, producto/variedad, calidad, origen, presentación comercial definiendo los datos predominantes para cada producto, en lo que respecta a los precios deben determinar los precios mínimo, máximo y frecuente mediante los criterios de que el precio mínimo es el precio más bajo registrado, el máximo el más alto y el frecuente es el que se repite mayor número de veces en la muestra de la encuesta diaria. Así también el resumen debe incluir observaciones y en el caso de tener productos importados se deberá incluir su procedencia y las razones de su importación.

Finalmente concluido el resumen se incorpora la información al sitio web del SNIIM, y el responsable de la coordinación estatal debe verificar que realmente los datos hayan sido

incorporados en la página electrónica.³

Los precios diarios de Aguacate Hass, Cebolla Bola y Jitomate Saladette para las centrales de abasto de la Laguna en Torreón, San Nicolás de los Garza, Nuevo León y Gómez Palacio, Durango, fueron recabados del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) dependiente de la Secretaría de Economía, el periodo que comprende cada serie es del año 2000 al 2018. Para deflactar estos precios, se utilizó el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) por producto, con año base, segunda quincena del 2018, publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) mediante la siguiente fórmula:

$$PC = \frac{\text{Precio Nominal}}{INPCP} * 100 \quad (6)$$

Donde:

PC = Precio Constante

INPCP = Índice Nacional de Precios al Consumidor por producto

Los precios proporcionados por el SNIIM están en diferentes presentaciones para cada producto, en el caso del Aguacate Hass manejan cajas de 10 kilogramos (kg), 9 kg, 11 kg, y en 1 kg, en lo que respecta al Jitomate las presentaciones están en cajas de 15 kg, 14 kg, 13kg, 18 kg y 11kg por lo que se tuvieron que homogeneizar los datos a través de conversiones quedando en presentaciones de kilogramos, cabe señalar que en el caso de la Cebolla no fue necesaria esta transformación ya que los datos están dados en kilogramos. Una vez realizado este proceso, se procedió a generar grupos de cinco precios correspondientes a los días de la semana (lunes a viernes) por producto en cada central.

En el Cuadro 1, se puede apreciar las estadísticas descriptivas del precio nominal y real del Aguacate Hass en las tres centrales de abasto. Se observa que tanto en Torreón como en Gómez Palacio el precio mínimo, máximo y la mediana tienen aproximadamente el mismo valor, el valor mínimo más bajo que se presenta para el precio nominal de Aguacate es 4.5 y se encontró en la central de San Nicolás de los Garza, el precio máximo más alto es de 66.67 en la misma central.

³ Metodología, Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM). Disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx/manuales.asp>.

Cuadro 1. Estadísticas descriptivas de los precios nominales y reales del aguacate Hass en las centrales de Torreón, San Nicolás de los Garza y Gómez Palacio.

Estadísticos/central de abasto	Precio nominal			Precio real		
	Torreón	San Nicolás de los Garza	Gómez Palacio	Torreón	San Nicolás de los Garza	Gómez Palacio
Mínimo	5	4.5	5.3	21.24	25.43	21.45
Máximo	61.5	66.67	62	65.59	68.16	66.49
Mediana	17.3	19	17.4	37.69	40.88	38.08
N°. de observaciones	4515	4055	4525	4515	4055	4525

Fuente: elaboración propia.

El precio nominal mínimo de la Cebolla que presenta la central de Torreón es de 1.20, el máximo es de 28 y tiene una mediana de 5.5, por su parte la central de San Nicolás de los Garza presenta un precio nominal mínimo de 1, un precio nominal máximo de 27 y una mediana de 5.5, en lo que respecta a la central de Gómez Palacio el valor del precio nominal mínimo, máximo y mediana están dados por 1.4, 29.9 y 5.8 respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estadísticas descriptivas de los precios nominales y reales de la Cebolla Bola en las centrales de Torreón, San Nicolás de los Garza y Gómez Palacio.

Estadísticos/central de abasto	Precio nominal			Precio real		
	Torreón	San Nicolás de los Garza	Gómez Palacio	Torreón	San Nicolás de los Garza	Gómez Palacio
Mínimo	1.20	1	1.4	3.30	2.47	3.22
Máximo	28	27	29.9	21.50	21.99	21.65
Mediana	5.5	5.5	5.8	8.18	7.78	8.36
N°. de observaciones	4872	4890	4894	4872	4890	4894

Fuente: elaboración propia.

En la serie de los precios de Jitomate Saladette en la central de San Nicolás de los Garza tiene un precio nominal mínimo de 2, un precio máximo de 38 y una mediana de 8, de tal manera se presentan los demás valores de las estadísticas descriptivas para las diferentes centrales de abasto tanto nominal como real y se aprecian el Cuadro 3.

Cuadro 3. Estadísticas descriptivas de los precios nominales y reales de Jitomate Saladette en las centrales de Torreón, San Nicolás de los Garza y Gómez Palacio.

Estadísticos/central de abasto	Precio nominal			Precio real		
	Torreón	San Nicolás de los Garza	Gómez Palacio	Torreón	San Nicolás de los Garza	Gómez Palacio
Mínimo	2.33	2.00	2.33	4.14	3.34	4.46
Máximo	25.00	38.46	25.71	21.92	24.35	22.98
Mediana	7.53	8.00	7.67	9.47	10.40	9.57
N° de observaciones	4905	4930	4890	4905	4930	4890

Fuente: elaboración propia.

El Aguacate presenta un valor máximo más alto de 66.67 y corresponde al precio nominal en la central de San Nicolás de los Garza, un valor mínimo más bajo de 4.5 que también se encuentra en la misma central, en el caso de la Cebolla Bola el valor máximo más alto que se presentó de precios nominales y reales en todas las centrales de abastos es de 29.9 y corresponde al precio nominal en la central de Gómez Palacio, el valor mínimo más bajo es de 1 referente al precio nominal y se presenta en la central de San Nicolás de los Garza, en lo que respecta al Jitomate Saladette la central de San Nicolás de los Garza registra un valor máximo más alto de 38.46 el cual responde a precios nominales, un valor mínimo de 2 para la misma central.

Por lo tanto el Aguacate tiene un precio más alto en la central de San Nicolás de los Garza, pero también llega a ser más bajo, es decir, tiene una mayor volatilidad en los precios tanto nominales como reales. En caso de la Cebolla, considerando los precios nominales, es más alto en la central de Gómez Palacio y Torreón, finalmente el Jitomate, al igual que los otros productos, considerando los precios nominales, tiene un precio más alto en la central de abastos de San Nicolás de los Garza. En la base de datos que el SNIIM proporciona generalmente se encuentran fechas repetidas, por lo que se eliminaron algunas de ellas con base al origen o comportamiento de los precios para poder trabajar con un solo dato, en primera instancia se eligió el precio en el que el origen predominaba más y si este no era tan constante es decir variaba el lugar de procedencia, entonces se elegía el precio que más se adaptaba al comportamiento de los datos anteriores.

El paquete estadístico que se empleó para el procesamiento de las bases de datos es R versión 3.5.2 usando los paquetes de forecast, t-series y zoo y también se usó el programa estadístico Gretl.

Capítulo 3. Resultados

En este capítulo se dan a conocer los resultados obtenidos de pronósticos de precios por producto en cada central de abasto, los resultados se presentan tanto en precios nominales como reales. Con el propósito de ver la precisión de los pronósticos de los modelos estimados, se hizo primero una comparación de los precios observados contra los pronosticados, para ello se recortaron 30 observaciones de la muestra completa (último mes de la serie) y a través del modelo fueron pronosticados los precios correspondientes a dichas observaciones, pudiendo así observar la diferencia entre los valores predichos y los que realmente se registraron. Posteriormente se recuperó la muestra completa para pronosticar los 30 días posteriores a los datos registrados, por lo que a lo largo de la redacción de este capítulo el análisis hará referencia a pronósticos con muestra recortada y muestra completa.⁴

Es importante señalar que en las centrales de abastos de Torreón y Gómez Palacio el periodo de análisis concluyó el 21 de diciembre del 2018 para los tres productos analizados, por lo que para la muestra completa los días pronosticados fueron los 30 días próximos, debido a que el SNIIM no reportó datos, sino hasta la segunda semana de enero, las comparaciones de los datos pronosticados fueron con la segunda semana de enero para los tres productos en estas centrales de abasto. En lo que refiere a la central de abastos de San Nicolás de los Garza el periodo de análisis concluyó el 28 de diciembre del 2018 para los tres productos, en este caso si se encontró información de precios en el SNIIM para la semana siguiente a la que se terminó el periodo analizado.

Por lo anterior en este apartado se encontrarán cuadros de pronósticos que comiencen a partir del 31 de diciembre del 2018 y corresponderá a los pronósticos de Aguacate, Cebolla y Jitomate en la central de abastos de San Nicolás de los Garza.

3.1 Pronóstico de precios del Aguacate Hass

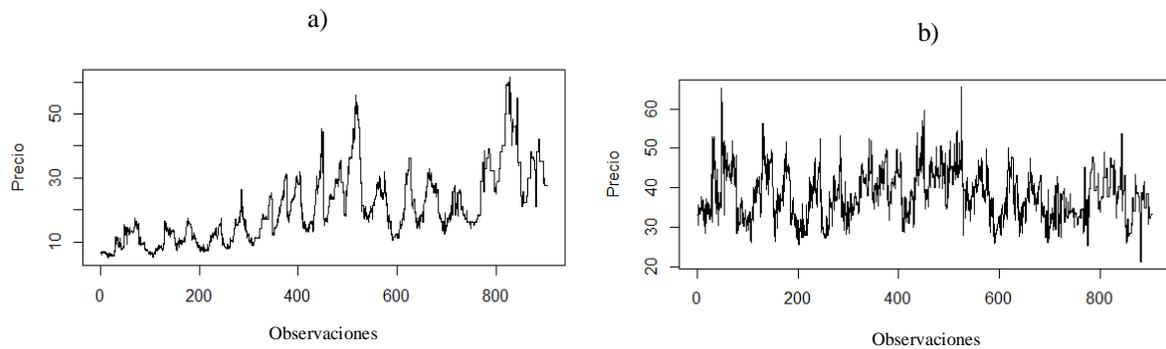
El comportamiento de los precios nominales y reales de Aguacate Hass en la central de Torreón se volvieron estacionarias después de una primera diferencia.

En la gráfica a) de la Figura 1, se presenta el comportamiento de precios nominales del Aguacate

⁴ De los 30 días pronosticados, solo se presentan 10 días por cuestiones de espacio.

Hass en la central de abastos de Torreón, en ella se puede ver que a lo largo del tiempo tiene una tendencia a la alza en los precios. Por otra parte en la gráfica b) de la Figura 1, se muestra el comportamiento original de la serie de precios reales y se observa fluctuaciones a lo largo del tiempo.

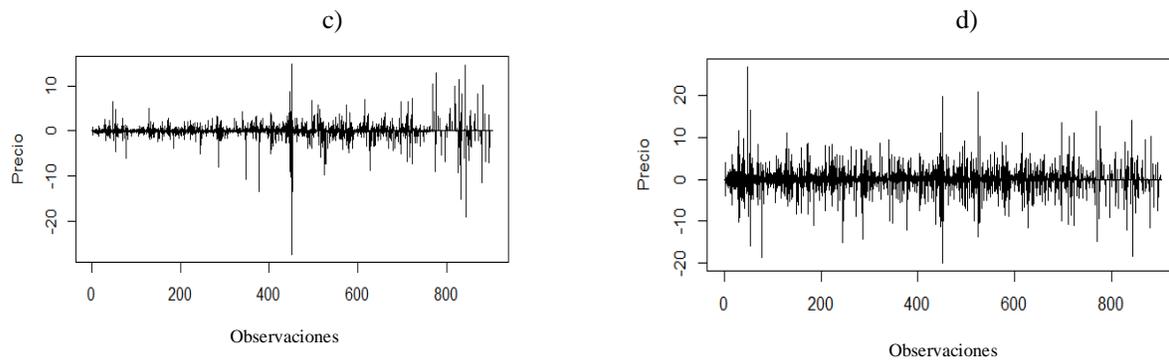
Figura 1. Comportamiento de las series originales de los precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de abastos de Torreón.



Fuente: elaboración propia.

El comportamiento de la serie diferenciada de precios nominales y reales de Aguacate Hass en la central de Torreón se puede apreciar en las gráficas c) y d) respectivamente de la Figura 2. En ambas se puede apreciar un comportamiento constante a lo largo del tiempo, por lo que se puede decir que son estacionarias en media y varianza.

Figura 2. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de abastos de Torreón.



Fuente: elaboración propia.

Los modelos que se encontraron con mejor ajuste para pronosticar los precios de Aguacate Hass en la central de Torreón, tanto para los precios nominales como reales fueron SARIMA (2, 1,2) (0, 0,1) y SARIMA (3, 1,1) (1, 0,1) respectivamente, cuyos detalles de la estimación se pueden revisar en el Cuadro 40 del Anexo 4.

El modelo hallado para realizar los pronósticos de precio nominal y real de Aguacate Hass en la central de Torreón adoptó una forma general de SARIMA (p, d, q) (P, D, Q) s y se presentan en (7) y (8) respectivamente.

Nominal:

$$Y = (1 - 0.1962L^1 + 0.7149L^2)(1 + 0.1430L^1 - 0.7258L^2)(1 - 0.0477L^5) \quad (7)$$

Real:

$$Y = (1 + 0.8485L^1 + 0.0316L^2 - 0.0041L^3)(1 - 0.7955L^5)(1 - 0.9628L)(1 + 0.7613L^5) \quad (8)$$

En el Cuadro 4 se presenta el pronóstico de los precios nominales de Aguacate Hass en la central de Torreón con la muestra completa. Se puede ver que la desviación típica más baja que presentó es de 1.25 y la más alta fue de 2.94, los datos pronosticados subestimaron a los datos observados hasta 3 pesos por kg de Aguacate.

En lo que respecta al pronóstico de precios reales de Aguacate Hass en la central de Torreón la desviación típica más baja que presentó fue de 2.11 y la más alta fue de 92.63, como se aprecia en el Cuadro 5, así también se puede apreciar que los datos pronosticados subestimaron a los datos observados hasta 6.81 pesos por kg de Aguacate.

Cuadro 4. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Aguacate Hass en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (2, 1,2) (0, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
07/01/2019	27.5	27.5	1.25	(25.1,30.0)
08/01/2019	27.5	27.5	1.72	(24.1,30.9)
09/01/2019	30.5	27.5	1.75	(24.1,30.9)
10/01/2019	30.5	27.5	1.79	(24.0,31.0)
11/01/2019	30.5	27.5	1.81	(24.0,31.1)
14/01/2019	30.5	27.5	1.84	(23.9,31.1)
15/01/2019	30.5	27.5	1.99	(23.6,1.4)
16/01/2019	30.5	27.5	2.24	(23.1,31.9)
17/01/2019	30.5	27.5	2.58	(22.5,32.6)
18/01/2019	30.5	27.6	2.94	(21.8,33.3)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 5. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Aguacate Hass en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (3, 1,1) (1, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
07/01/2019	34.39	33.09	2.11	(28.94,37.23)
08/01/2019	34.39	32.91	2.83	(27.37,38.44)
09/01/2019	38.14	32.59	3.32	(26.09,39.09)
10/01/2019	38.14	32.18	3.68	(24.97,39.40)
11/01/2019	38.14	31.76	3.97	(23.98,39.54)
14/01/2019	38.14	31.44	8.78	(14.22,48.65)
15/01/2019	38.14	31.23	25.83	(-19.39,81.85)
16/01/2019	38.14	31.17	46.31	(-59.60,121.95)
17/01/2019	38.14	31.23	68.86	(-103.73,166.19)
18/01/2019	38.14	31.33	92.63	(-150.21, 212.87)

Fuente: elaboración propia.

Los pronósticos de los precios nominales, usando la muestra recortada, se presentan en el Cuadro 6 y se puede ver que la desviación típica más baja que presentó fue de 4.11 y la más alta de 6.97, en este caso los precios pronosticados sobreestimaron a los precios observados hasta 0.19 centavos por kg de Aguacate.

Para los datos pronosticados de los precios reales de Aguacate Hass en la misma central usando la muestra recortada, se observa que el valor de la desviación típica más baja que presentó fue de 5.01

y el valor más alto de la desviación fue 5.51, se puede observar también que los datos pronosticados sobreestimaron a los datos observados hasta 1.03 pesos por kg (Cuadro 7).

Cuadro 6. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Aguacate Hass en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (2, 1,2) (0, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
10/12/2018	27.5	27.65	4.11	(19.59, 35.70)
11/12/2018	27.5	27.65	4.48	(18.88, 36.42)
12/12/2018	27.5	27.66	4.83	(18.18, 37.13)
13/12/2018	27.5	27.66	5.17	(17.52, 37.80)
14/12/2018	27.5	27.67	5.50	(16.88, 38.46)
17/12/2018	27.5	27.67	5.82	(16.27, 39.07)
18/12/2018	27.5	27.68	6.12	(15.67, 39.68)
19/12/2018	27.5	27.68	6.41	(15.11, 40.25)
20/12/2018	27.5	27.69	6.70	(14.56, 40.81)
21/12/2018	27.5	27.69	6.97	(14.03, 41.34)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 7. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Aguacate Hass en la central de abastos Torreón usando el modelo SARIMA (3, 1,1) (1, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
10/12/2018	33.18	33.88	5.01	(24.06, 43.70)
11/12/2018	33.18	33.91	5.08	(23.96, 43.87)
12/12/2018	33.18	34.12	5.15	(24.02, 44.21)
13/12/2018	33.18	34.10	5.21	(23.89, 44.31)
14/12/2018	33.18	34.11	5.27	(23.79, 44.43)
17/12/2018	33.18	34.05	5.32	(23.62, 44.47)
18/12/2018	33.18	34.06	5.37	(23.53, 44.59)
19/12/2018	33.18	34.24	5.42	(23.61, 44.87)
20/12/2018	33.18	34.21	5.47	(23.50, 44.93)
21/12/2018	33.18	34.21	5.51	(23.41, 45.01)

Fuente: elaboración propia.

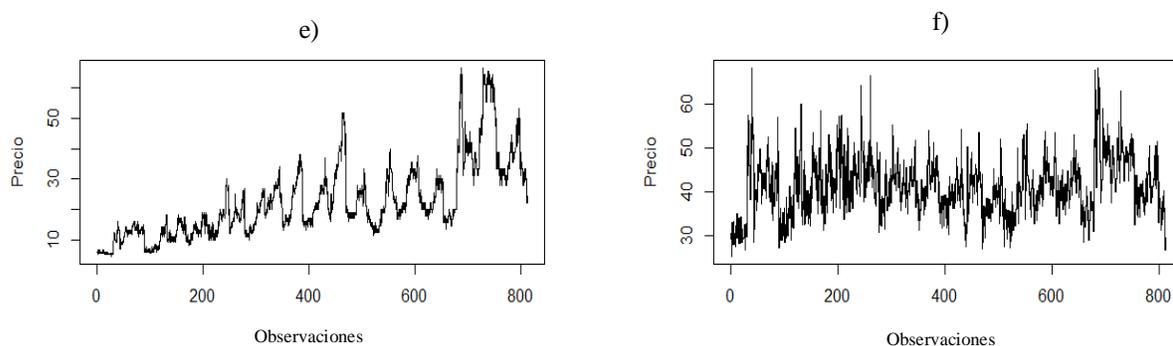
De acuerdo con las diferencias que se encontraron de los precios pronosticados respecto de los precios observados de Aguacate Hass en la central de Torreón, se concluyó que el modelo que mejor ajustó a los precios observados, usando tanto la muestra completa como la muestra recortada, fue SARIMA (2, 1,2) (0, 0,1), el cual corresponde al modelo de precios nominales, puesto que presentó una diferencia menor a la diferencia que presentó el modelo de precios reales

(-6.81).

En la central de San Nicolás de los Garza, el Aguacate Hass tuvo un comportamiento no estacionario en primera instancia, tanto en precios nominales como reales, por lo que se aplicó una diferenciación a ambas series (nominales y reales) obteniendo así series diferenciadas.

La serie original de precios nominales del Aguacate Hass en la central de San Nicolás de los Garza, presenta un comportamiento a la alza en los precios, gráfica e) de la Figura 3, por su parte la gráfica f) de la misma Figura 3, correspondiente a los precios reales, tiene fluctuaciones a lo largo del tiempo.

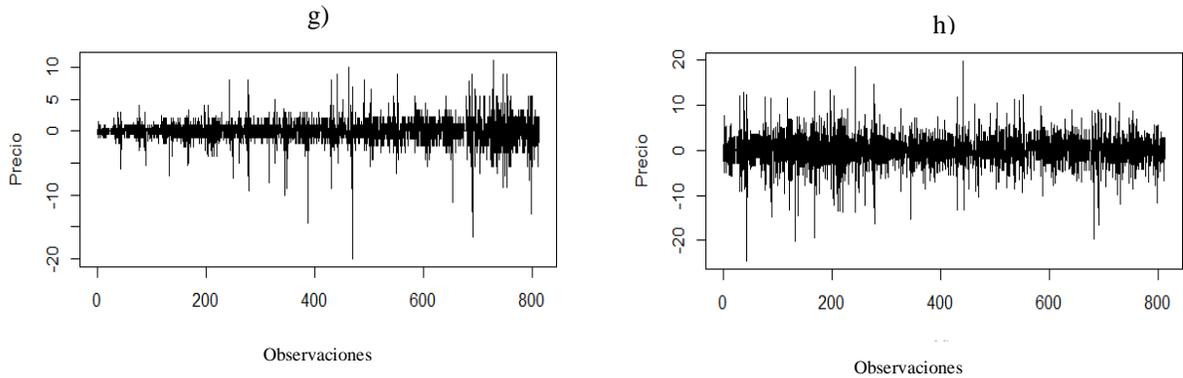
Figura 3. Comportamiento de las series originales de precios de Aguacate Hass en la central de San Nicolás de los Garza.



Fuente: elaboración propia.

El comportamiento que adoptan las series diferenciadas de precios nominales y reales de Aguacate Hass en la central de San Nicolás de los Garza se presenta en las gráficas g) y h) respectivamente de la Figura 4, en ellas se observa un patrón de comportamiento estable a lo largo del tiempo.

Figura 4. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de San Nicolás de los Garza.



Fuente: elaboración propia.

El modelo que se identificó para pronosticar los precios nominales del Aguacate Hass en la central de San Nicolás de los Garza fue un SARIMA (0, 1,2) (1, 0,1), por su parte el modelo que se encontró para predecir el comportamiento de los precios reales fue un SARIMA (2, 1,2) (2, 0,0), ambos se presentan de manera más detallada en el Cuadro 40 del Anexo 4.

La forma general de los modelos SARIMA nominal y real encontrados para pronosticar los precios del Aguacate Hass en la central de San Nicolás de los Garza queda expresada en (9) y (10).

Nominal:

$$Y = (1 + 0.8058L^5)(1 - 0.3248L^1 + 0.0260L^2)(1 - 0.7529L^5) \quad (9)$$

Real:

$$Y = (1 + 0.8943L^1 + 0.0294L^2)(1 + 0.0373L^5 + 0.0103L^{10})(1 - 1.3054L^1 + 0.3124L^2) \quad (10)$$

En el cuadro 8 se presentan los pronósticos de precios nominales de Aguacate Hass en la central de San Nicolás de los Garza usando la muestra completa, el valor de la desviación típica más baja fue de 1.61 y la más alta fue de 13.1, se puede ver que los datos pronosticados presentaron una diferencia de hasta 3.95 pesos por kilogramo de Aguacate.

Los pronósticos de los precios reales de Aguacate Hass en esta misma central se presentan en el

Cuadro 9 y tiene una desviación mínima de 2.87 y una desviación más alta de 14.4, en este caso los datos pronosticados difieren de los observados hasta 4 pesos con 75 centavos por kilogramo de Aguacate.

Cuadro 8. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Aguacate Hass en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo SARIMA (0, 1,2) (1, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
31/12/2018	22.22	25.51	1.61	(22.36,28.67)
01/01/2019	22.22	24.45	1.94	(20.65,28.26)
02/01/2019	22.22	24.25	2.27	(19.81,28.70)
03/01/2019	22.22	25.16	2.55	(20.16,30.17)
04/01/2019	22.22	24.13	2.81	(18.62,29.63)
07/01/2019	22.22	24.83	4.55	(15.91,33.74)
08/01/2019	22.22	23.99	7.81	(8.68,39.31)
09/01/2019	27.78	23.83	9.89	(4.44,43.22)
10/01/2019	25.56	24.56	11.61	(1.82,47.31)
11/01/2019	23.33	23.73	13.1	(-1.94,49.40)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 9. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Aguacate Hass en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo SARIMA (2, 1,2) (2, 0,0).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
31/12/2018	26.81	30.26	2.87	(24.64,35.88)
01/01/2019	27.78	30.7	3.33	(24.18,37.22)
02/01/2019	27.78	31.12	4.17	(22.94,39.31)
03/01/2019	27.78	31.68	5.28	(21.34,42.03)
04/01/2019	27.78	32.08	6.56	(19.22,44.95)
07/01/2019	27.78	32.54	8.03	(16.80,48.27)
08/01/2019	27.78	32.91	9.54	(14.22,51.60)
09/01/2019	34.74	33.25	11.11	(11.47,55.03)
10/01/2019	31.96	33.61	12.74	(8.65,58.58)
11/01/2019	29.17	33.92	14.4	(5.70,62.14)

Fuente: elaboración propia.

Los datos pronosticados de los precios nominales, usando la muestra recortada, se presentan en el Cuadro 10 y se observa que el valor más bajo de la desviación típica fue de 24.87 y el valor más

alto fue de 58.10, para este caso se encontró que los datos pronosticados presentaron una diferencia de hasta 7 pesos con 94 centavos por kilogramo de aguacate, respecto de los datos observados.

En lo referente a los pronósticos de los precios reales la desviación más baja que presentaron los datos fue de 20.61 y el más alto fue de 37.15 y se aprecia también que los datos pronosticados, difieren de los datos observados hasta 13 pesos con 24 centavos (Cuadro 11).

Cuadro 10. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Aguacate Hass en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo SARIMA (0, 1,2) (1, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
17/12/2018	30.00	30.30	24.87	(-18.45, 79.05)
18/12/2018	24.44	30.37	27.88	(-24.27, 85.01)
19/12/2018	24.44	29.48	30.59	(-30.47, 89.43)
20/12/2018	24.44	29.86	34.51	(-37.78, 97.50)
21/12/2018	22.22	30.17	38.90	(-46.08, 106.41)
24/12/2018	24.44	29.90	42.76	(-53.92, 113.71)
25/12/2018	23.89	29.95	46.30	(-60.80, 120.71)
26/12/2018	22.22	29.21	49.59	(-67.99, 126.41)
27/12/2018	24.44	29.53	53.69	(-75.71, 134.77)
28/12/2018	24.44	29.79	58.10	(-84.09, 143.67)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 11. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Aguacate Hass en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo SARIMA (2, 1,2) (2, 0,0).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
17/12/2018	36.20	39.45	20.61	(-0.95, 79.85)
18/12/2018	29.50	39.56	22.47	(-4.49, 83.60)
19/12/2018	29.50	39.65	24.34	(-8.04, 87.35)
20/12/2018	29.50	39.75	26.20	(-11.60, 91.09)
21/12/2018	26.82	39.83	28.05	(-15.15, 94.81)
24/12/2018	29.50	39.91	29.89	(-18.68, 98.50)
25/12/2018	28.83	39.99	31.73	(-22.20, 102.17)
26/12/2018	26.82	40.05	33.55	(-25.70, 105.81)
27/12/2018	29.50	40.12	35.36	(-29.18, 109.42)
28/12/2018	29.50	40.18	37.15	(-32.62, 112.98)

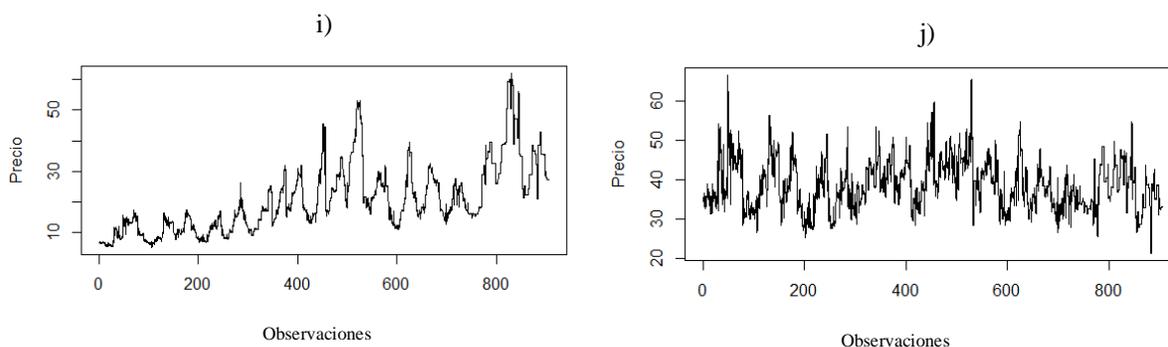
Fuente: elaboración propia.

El modelo que mejor se ajustó a los datos observados de precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de San Nicolás de los Garza, usando tanto la muestra completa como la muestra recortada, fue SARIMA (0, 1,2) (1, 0,1) y corresponde al modelo de precios nominales puesto que fue el que presentó diferencias menores de los precios pronosticados, respecto de los precios observados.

En la central de Gómez palacio el comportamiento de los precios nominales y reales de Aguacate Hass se volvieron estacionarios después de una primera diferencia.

En la gráfica i) de la Figura 5, se puede apreciar el comportamiento de precios nominales del Aguacate Hass en la central de Gómez Palacio, y se ve presentó una tendencia a la alza en los precios, mientras que en la gráfica j) de la misma Figura 5, se presenta el comportamiento de la serie de precios reales, el cual únicamente generó fluctuaciones a lo largo del tiempo.

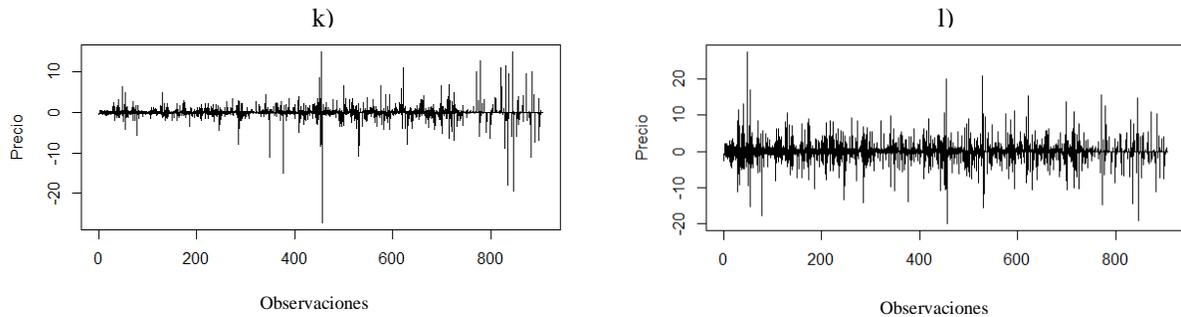
Figura 5. Comportamiento de las series originales de precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de Gómez Palacio.



Fuente: elaboración propia.

El comportamiento de los precios nominales y reales de las series diferenciadas de Aguacate Hass en la central de Gómez Palacio se aprecia en las gráficas k) y l) respectivamente, de la Figura 6 en ambas se puede observar que presentaron un comportamiento constante a lo largo del periodo analizado, por lo que se puede decir que son estacionarias en media y varianza.

Figura 6. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de Gómez Palacio.



Fuente: elaboración propia.

Los modelos que se encontraron para pronosticar los precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de Gómez Palacio fueron ARIMA (1, 1,1) correspondiente al modelo de precios nominales y ARIMA (2, 1,2) que responde al modelo de precios reales. Los cuadros de salida de las estimaciones se encuentran en el Cuadro 40 del Anexo 4.

Las ecuaciones (11) y (12) corresponden a los modelos ARIMA generales encontrados para pronosticar los precios nominales y reales, respectivamente, del Aguacate Hass en la central de Gómez palacio.

Nominal:

$$\Delta Y_{4525} = 0.7922\Delta Y_{4525-1} + \varepsilon_{4525} - 0.8225\varepsilon_{4525-1} \quad (11)$$

Real:

$$\begin{aligned} \Delta Y_{4525} = & 0.4654\Delta Y_{4525-1} + 0.3508\Delta Y_{4525-2} + \varepsilon_{4525} \\ & - 0.5686\varepsilon_{4525-1} - 0.3752\varepsilon_{4525-2} \end{aligned} \quad (12)$$

En el Cuadro 12 se presentan los pronósticos nominales de los precios de Aguacate Hass, en él se observa que la desviación típica más baja que presentó fue de 1.23 y la más alta de 3.58, se halló que para este caso los precios pronosticados subestimaron a los precios observados hasta 3.5 pesos por kilogramo de Aguacate. Por otra parte los datos pronosticados de precios reales presentaron una desviación típica más baja de 2.09 y una desviación más alta de 5.04. Los datos pronosticados subestimaron a los datos observados hasta 5 pesos con 39 centavos por kilogramo de Aguacate

(Cuadro 13).

Cuadro 12. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Aguacate Hass en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo ARIMA (1, 1,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
07/01/2019	27.5	27.5	1.23	(25.1,29.9)
08/01/2019	27.5	27.5	1.72	(24.1,30.9)
09/01/2019	31	27.5	2.08	(23.4,31.6)
10/01/2019	31	27.5	2.37	(22.9,32.2)
11/01/2019	31	27.5	2.62	(22.24,32.7)
14/01/2019	31	27.5	2.85	(21.9,33.1)
15/01/2019	31	27.5	3.05	(21.6,33.5)
16/01/2019	31	27.5	3.24	(21.2,33.9)
17/01/2019	31	27.5	3.42	(20.8,34.2)
18/01/2019	31	27.6	3.58	(20.5,34.6)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 13. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Aguacate Hass en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo ARIMA (2, 1,2).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
07/01/2019	34.39	33.25	2.09	(29.15,37.36)
08/01/2019	34.39	33.31	2.81	(27.80,38.83)
09/01/2019	38.76	33.37	2.9	(27.67,39.06)
10/01/2019	38.76	33.41	2.91	(27.70,39.12)
11/01/2019	38.76	33.45	2.95	(27.66,39.23)
14/01/2019	38.76	33.48	3.1	(27.41,39.56)
15/01/2019	38.76	33.51	3.41	(26.83,40.20)
16/01/2019	38.76	33.54	3.86	(25.98,41.03)
17/01/2019	38.76	33.56	4.41	(24.91,42.21)
18/01/2019	38.76	33.58	5.04	(23.70,43.46)

Fuente: elaboración propia.

Los datos pronosticados, haciendo uso de la muestra recortada de precios nominales y reales de Aguacate Hass en la central de Gómez Palacio se presentan en los Cuadros 14 y 15 respectivamente. En el caso de los precios nominales se observa que el valor de la desviación típica más baja fue de 4.04 y la más alta 5.14 y los datos pronosticados presentaron una sobreestimación

de 0.3 centavos por kilogramo de Aguacate respecto de los datos observados. En lo que refiere a los pronósticos obtenidos de precios reales el valor más bajo de la desviación típica fue de 7.14 y el valor más alto fue de 13.26, en este caso los datos pronosticados presentaron una sobreestimación de 1.21 pesos por kilogramo de Aguacate respecto de los datos observados.

Cuadro 14. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Aguacate Hass en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo ARIMA (1, 1,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
10/12/2018	27.5	27.7	4.04	(19.78,35.62)
11/12/2018	27.5	27.7	4.18	(19.52,35.90)
12/12/2018	27.5	27.7	4.31	(19.26,36.17)
13/12/2018	27.5	27.7	4.44	(19.02,36.42)
14/12/2018	27.5	27.7	4.56	(18.78,36.67)
17/12/2018	27.5	27.7	4.69	(18.55,36.92)
18/12/2018	27.5	27.7	4.8	(18.32,37.15)
19/12/2018	27.5	27.7	4.92	(18.10,37.38)
20/12/2018	27.5	27.7	5.03	(17.89,37.61)
21/12/2018	27.5	27.8	5.14	(17.68,37.83)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 15. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Aguacate Hass en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo ARIMA (2, 1,2).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
10/12/2018	33.18	34.14	7.14	(20.14,48.13)
11/12/2018	33.18	34.18	7.86	(18.78,49.58)
12/12/2018	33.18	34.22	8.57	(17.42,51.03)
13/12/2018	33.18	34.26	9.28	(16.07,52.45)
14/12/2018	33.18	34.29	9.98	(14.73,53.84)
17/12/2018	33.18	34.31	10.66	(13.42,55.21)
18/12/2018	33.18	34.34	11.33	(12.12,56.55)
19/12/2018	33.18	34.36	11.99	(10.86,57.86)
20/12/2018	33.18	34.37	12.63	(9.61,59.13)
21/12/2018	33.18	34.39	13.26	(8.40,60.37)

Fuente: elaboración propia.

Conforme con las diferencias que se presentaron en los precios pronosticados respecto de los

observados, usando ambas muestras (completa y recortada), se concluyó que el modelo que mejor se ajustó a los datos observados fue el modelo ARIMA (1, 1,1) y corresponde al modelo de precios nominales.

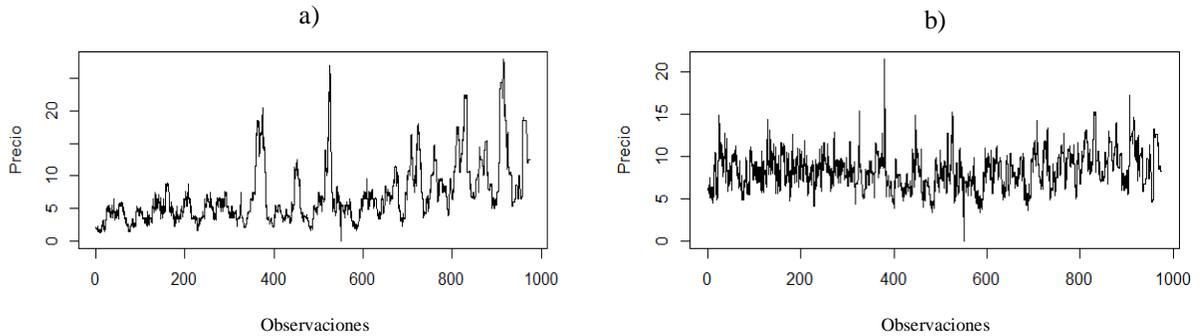
En resumen, de las tres centrales de abasto la que presentó una mayor distorsión en los datos pronosticados de precios nominales de Aguacate Hass, fue la central de San Nicolás de los Garza ya que de acuerdo con las diferencias que generó en los precios pronosticados respecto de los observados de la muestra completa y recortada, fueron más altas que de las centrales de Torreón y Gómez Palacio. Tal vez se deba a que el Aguacate que se encuentra en dicha central proviene de dos estados, que son Aguascalientes y Michoacán, lo que puede implicar mayor volatilidad de los precios, mientras que las otras centrales solo se abastecen del estado de Michoacán.

En lo que respecta a los datos pronosticados de precios reales para el mismo producto, se encontró que la diferencia más alta que se presentó en los precios pronosticados versus observados, usando la muestra completa fue en la central de Torreón y en la muestra recortada la diferencia más alta se encontró fue en la central de abastos de San Nicolás de los Garza por lo que en ambas centrales se presentaron mayores distorsiones en los pronósticos de Aguacate.

3.2 Pronóstico de precios de Cebolla Bola

Se encontró que el comportamiento de los precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de Torreón se volvió estacionaria después de una primera diferencia. En las gráficas a) y b) de la Figura 7, se puede observar el comportamiento de la serie original de los precios nominales y reales respectivamente de Cebolla Bola en la central de Torreón del periodo 2000-2018, en el caso de la serie de precios nominales presentó una tendencia a la alza de los precios y en caso de la serie de precios reales presentó fluctuaciones a lo largo del tiempo.

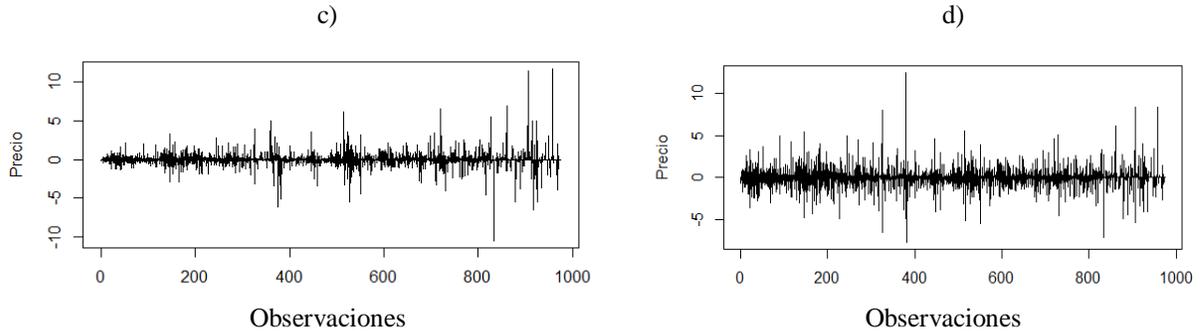
Figura 7. Comportamiento de las series originales de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de abastos de Torreón.



Fuente: elaboración propia.

Las series diferenciadas de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de abastos de Torreón tienen un patrón de comportamiento constante tal y como se puede apreciar en la graficas c) y d) respectivamente de la Figura 8.

Figura 8. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de abastos de Torreón.



Fuente: elaboración propia.

Se encontró que los modelos que se ajustaron para pronosticar los precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de abastos de Torreón fueron SARIMA (0, 1,1) (0, 0,1) y ARIMA (0, 1,4) respectivamente.

La forma general que presentó cada modelo se puede observar en las ecuaciones (13) y (14), las cuales fueron las que se utilizaron para obtener los pronósticos de precios nominales y reales de

Cebolla Bola en esta central de abasto.

Nominal:

$$Y = (1 - 0.0627L)(1 + 0.0457L^5) \quad (13)$$

Real:

$$\Delta Y_{4872} = -0.0818\varepsilon_{4872-1} - 0.0266\varepsilon_{4872-2} - 0.0264\varepsilon_{4872-3} - 0.0661\varepsilon_{4872-4} \quad (14)$$

En el Cuadro 16 se presentan los datos pronosticados usando la muestra completa, de precios nominales de Cebolla Bola en la central de Torreón, en él se puede ver que la desviación típica más baja obtuvo un valor de 0.66 y la más alta un valor de 2.24, los precios pronosticados subestimaron a los precios observados hasta 13 pesos por kilogramo de Cebolla.

Los valores de la desviación típica que presentan los pronósticos de los precios reales de Cebolla Bola para la misma central son de 0.81 que corresponde al valor más bajo y 1.79 al valor más alto, en este caso los precios pronosticados subestimaron a los precios observados hasta 4.72 pesos por kilogramo de Cebolla (Cuadro 17).

Cuadro 16. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Cebolla Bola en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (0, 1,1) (0, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
07/01/2019	12.5	12.5	0.66	(11.2,13.8)
08/01/2019	12.5	12.5	0.91	(10.7,14.3)
09/01/2019	25	12.5	1.1	(10.4,14.7)
10/01/2019	25	12.5	1.26	(10.0,15.0)
11/01/2019	25.5	12.5	1.4	(9.8,15.3)
14/01/2019	25.5	12.5	1.6	(9.4,15.7)
15/01/2019	25.5	12.5	1.78	(9.0,16.0)
16/01/2019	25.5	12.5	1.95	(8.7,16.3)
17/01/2019	25.5	12.5	2.1	(8.4,16.6)
18/01/2019	25.5	12.5	2.24	(8.1,16.9)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 17. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Cebolla Bola en la central de abastos de Torreón usando el modelo ARIMA (0, 1,4).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
07/01/2019	6.38	8.29	0.81	(6.70,9.88)
08/01/2019	6.38	8.29	1.1	(6.13,10.45)
09/01/2019	12.76	8.29	1.31	(5.73,10.85)
10/01/2019	12.76	8.29	1.46	(5.44,11.14)
11/01/2019	13.01	8.29	1.52	(5.32,11.26)
14/01/2019	13.01	8.29	1.57	(5.21,11.38)
15/01/2019	13.01	8.29	1.63	(5.10,11.49)
16/01/2019	13.01	8.29	1.68	(4.99,11.59)
17/01/2019	13.01	8.29	1.74	(4.89,11.70)
18/01/2019	13.01	8.29	1.79	(4.79,11.80)

Fuente: elaboración propia.

Usando la muestra recortada la desviación típica más baja que presentaron los datos pronosticados de precios nominales de Cebolla Bola fue de 2.62 y la más alta de 3.52, así también los datos pronosticados sobreestimaron a los datos observados hasta 0.02 centavos por kilogramo de Cebolla, lo cual se puede observar en el Cuadro 18.

En lo que respecta a los datos pronosticados de precios reales se obtuvo un valor de 1.94 y 2.32 los cuales corresponden al valor bajo y alto de desviación típica respectivamente, los datos pronosticados presentaron una sobreestimación de 0.50 centavos por kilogramo de Cebolla, respecto de los precios observados, se presentan en el Cuadro 19.

Cuadro 18. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Cebolla Bola en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (0, 1,1) (0, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
10/12/2018	12.5	12.51	2.62	(7.36, 17.65)
11/12/2018	12.5	12.51	2.74	(7.14, 17.87)
12/12/2018	12.5	12.51	2.85	(6.93, 18.09)
13/12/2018	12.5	12.51	2.95	(6.72, 18.30)
14/12/2018	12.5	12.51	3.06	(6.52, 18.50)
17/12/2018	12.5	12.52	3.15	(6.33, 18.70)
18/12/2018	12.5	12.52	3.25	(6.15, 18.89)
19/12/2018	12.5	12.52	3.34	(5.97, 19.07)
20/12/2018	12.5	12.52	3.43	(5.79, 19.25)
21/12/2018	12.5	12.52	3.52	(5.62, 19.43)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 19. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Cebolla Bola en la central de abastos de Torreón usando el modelo ARIMA (0, 1,4).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
10/12/2018	8.29	8.78	1.94	(4.98, 12.57)
11/12/2018	8.29	8.78	1.98	(4.89, 12.67)
12/12/2018	8.29	8.78	2.03	(4.81, 12.75)
13/12/2018	8.29	8.78	2.07	(4.72, 12.84)
14/12/2018	8.29	8.78	2.11	(4.64, 12.93)
17/12/2018	8.29	8.78	2.16	(4.55, 13.01)
18/12/2018	8.29	8.78	2.20	(4.47, 13.09)
19/12/2018	8.29	8.78	2.24	(4.39, 13.17)
20/12/2018	8.29	8.78	2.28	(4.32, 13.25)
21/12/2018	8.29	8.78	2.32	(4.24, 13.33)

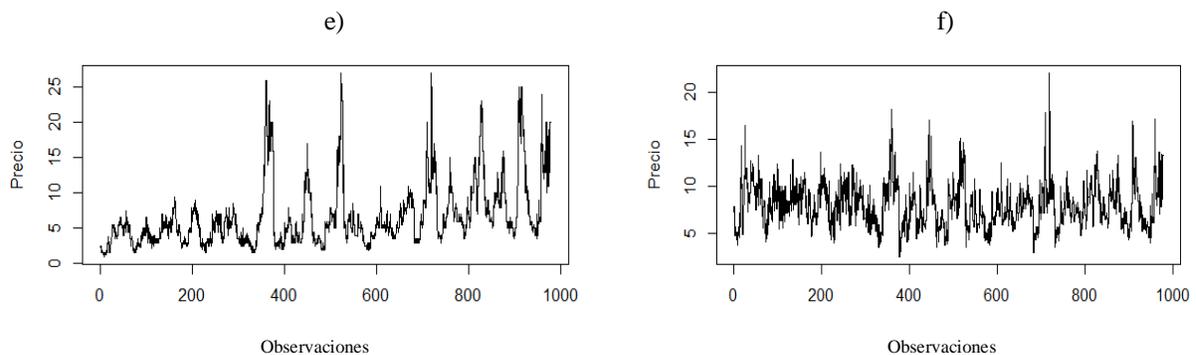
Fuente: elaboración propia.

Usando la muestra completa de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de Torreón, se encontró que el modelo que mejor se ajustó a los datos observados fue ARIMA (0, 1,4) correspondiente al modelo de precios reales, puesto que fue el que presentó diferencias más bajas que el modelo de precios nominales. Por otra parte usando la muestra recortada se encontró que el

modelo que mejor se ajustó a los datos observados fue SARIMA (0, 1,1) (0, 0,1) correspondiente al modelo de precios nominales ya que fue el que presentó diferencias en los precios, más bajas a la del modelo de precios reales.

Se encontró que el comportamiento de los precios nominales y reales de la Cebolla Bola en la central de San Nicolás de los Garza fueron en primera instancia no estacionarios, por lo que se recurrió a una transformación de ambas series, hallando que se volvieron estacionarias en primera diferencia. En la gráfica e) de la Figura 9, se puede ver el comportamiento de las serie original de precios nominales de Cebolla Bola en la central de San Nicolás de los Garza del periodo 2000-2018, en la cual se aprecia que sigue un comportamiento a la alza en los precios, mientras que la gráfica f) muestra el comportamiento de la serie original de precios reales, la cual parece seguir un patrón estable con ciertas fluctuaciones a lo largo del periodo de análisis.

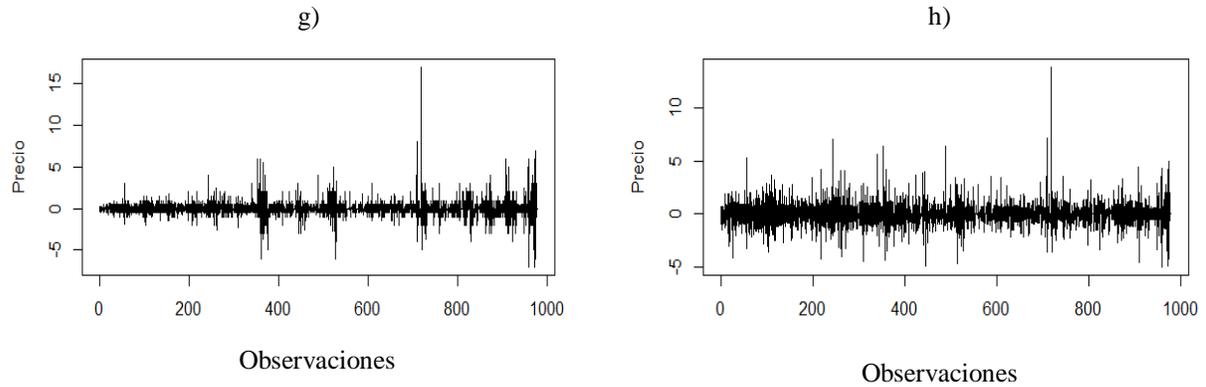
Figura 9. Comportamiento de las series originales de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de abastos de San Nicolás de los Garza.



Fuente: elaboración propia.

El patrón de comportamiento que adoptaron las series diferenciadas de precios nominales y reales de la Cebolla Bola en la central de San Nicolás de los Garza se presenta en las gráficas g) y h) respectivamente de la Figura 10 y se puede observar un comportamiento constante en ambas a lo largo del tiempo, por lo que se puede decir que son estacionarias en media y varianza.

Figura 10. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de abastos de San Nicolás de los Garza.



Fuente: elaboración propia.

Los modelos identificados de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de abastos de San Nicolás de los Garza fueron ARIMA (0, 1,3) y ARIMA (1, 0,1) respectivamente, los cuales se pueden ver de manera más detallada en el Cuadro 41 del Anexo 4.

En las ecuaciones siguientes se aprecia los modelos de precios nominales y reales de la Cebolla Bola especificados en su forma matemática, los cuales fueron usados para la realización de los pronósticos.

Nominal:

$$\Delta Y_{4890} = -0.2445 \varepsilon_{4890-1} + 0.0368 \varepsilon_{4890-2} + 0.0378 \varepsilon_{4890-3} \quad (15)$$

Real:

$$\Delta Y_{4890} = 0.9584 \Delta Y_{4890-1} + \varepsilon_{4890} - 0.2666 \varepsilon_{4890-1} + 7.9604 \varepsilon_{4890-2} \quad (16)$$

En el Cuadro 20 se observan los precios nominales pronosticados de Cebolla Bola en la central de San Nicolás de los Garza, usando la muestra completa y se puede apreciar que el valor más bajo que presentó la desviación típica fue de 0.81 y un valor más alto de 2.37, en él también se puede observar que los precios pronosticados subestimaron a los precios observados hasta 9.96 pesos por kilogramo de Cebolla.

Por lo que respecta a los datos pronosticados de precios reales de Cebolla en esta misma central de abasto, el valor más bajo y alto que presentaron las desviaciones típicas fueron 0.88 y 1.79 respectivamente, en este caso los precios pronosticados subestimaron a los precios observados hasta 3.93 pesos por kilogramo (Cuadro 21).

Cuadro 20. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Cebolla Bola en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo ARIMA (0, 1,3).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
31/12/2018	15	20	0.81	(18.41,21.60)
01/01/2019	20	20.01	1.02	(18.01,22.01)
02/01/2019	20	20.01	1.22	(17.62,22.41)
03/01/2019	20	20.01	1.44	(17.19,22.84)
04/01/2019	22	20.02	1.63	(16.82,23.22)
07/01/2019	25	20.02	1.81	(16.48,23.56)
08/01/2019	20	20.03	1.96	(16.18,23.87)
09/01/2019	26	20.03	2.11	(15.90,24.16)
10/01/2019	22	20.03	2.24	(15.64,24.42)
11/01/2019	30	20.04	2.37	(15.39,24.68)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 21. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Cebolla Bola en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo ARIMA (1, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
31/12/2018	9.95	12.96	0.88	(11.23,14.69)
01/01/2019	10.21	12.75	1.07	(10.65,14.85)
02/01/2019	10.21	12.55	1.22	(10.16,14.95)
03/01/2019	10.21	12.36	1.34	(9.73,14.10)
04/01/2019	11.23	12.18	1.45	(9.35,15.01)
07/01/2019	12.76	12	1.53	(8.10,15.01)
08/01/2019	10.21	11.84	1.61	(8.68,14.10)
09/01/2019	13.27	11.68	1.68	(8.39,14.97)
10/01/2019	11.23	11.52	1.74	(8.12,14.93)
11/01/2019	15.31	11.38	1.79	(7.86,14.89)

Fuente: elaboración propia.

En lo que refiere a los datos pronosticados de precios nominales y reales de Cebolla Bola, haciendo

uso de la muestra recortada se presentan en los Cuadros 22 y 23, y se observa que los precios nominales pronosticados difieren de los precios reales hasta 2.33 pesos por kilogramo de Cebolla, el valor de la desviación típica más baja que presentó fue de 2.88 y un valor más alto de 3.72.

En el caso de los precios reales pronosticados de Cebolla, se encontró que la desviación típica más baja que se presentó fue de 1.94 y la más alta fue de 2.14, los datos pronosticados presentaron hasta una diferencia de 3.37 pesos por kilogramo de Cebolla respecto de los datos observados.

Cuadro 22. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Cebolla Bola en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo ARIMA (0, 1,3).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
17/12/2018	17	19.33	2.88	(13.69,24.979)
18/12/2018	20	19.33	2.98	(13.48,25.18)
19/12/2018	20	19.34	3.09	(13.29,25.38)
20/12/2018	20	19.34	3.19	(13.10,25.58)
21/12/2018	20	19.34	3.28	(12.91,25.77)
24/12/2018	20	19.35	3.37	(12.73,25.96)
25/12/2018	20	19.35	3.47	(12.56,26.14)
26/12/2018	20	19.35	3.55	(12.39,26.32)
27/12/2018	20	19.36	3.64	(12.22,26.49)
28/12/2018	20	19.36	3.72	(12.06,26.66)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 23. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Cebolla Bola en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo ARIMA (1, 0,1).

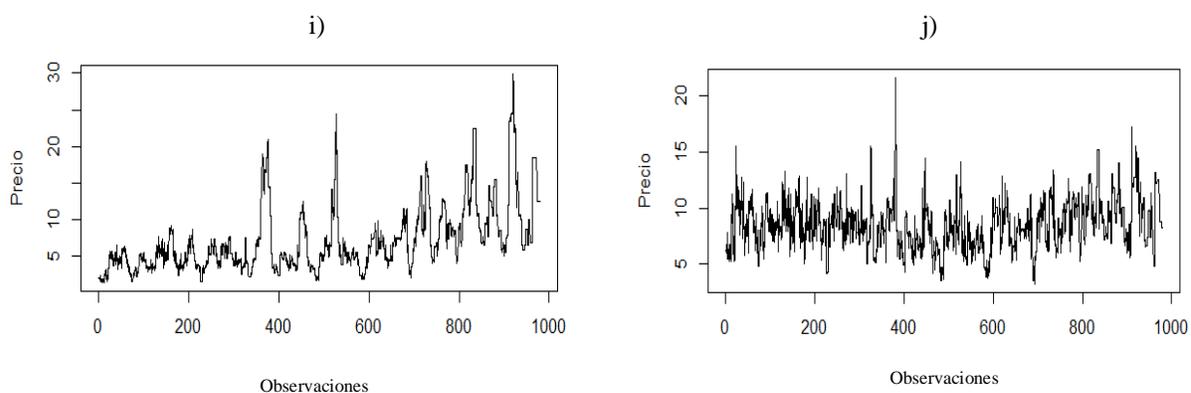
Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
17/12/2018	11.27	10.79	1.94	(6.98,14.60)
18/12/2018	13.26	10.67	1.98	(6.80,14.54)
19/12/2018	13.26	10.56	2	(6.63,14.48)
20/12/2018	13.26	10.45	2.03	(6.47,14.43)
21/12/2018	13.26	10.35	2.05	(6.32,14.37)
24/12/2018	13.26	10.25	2.07	(6.18,14.31)
25/12/2018	13.26	10.15	2.09	(6.05,14.25)
26/12/2018	13.26	10.06	2.11	(5.93,14.20)
27/12/2018	13.26	9.98	2.13	(5.81,14.14)
28/12/2018	13.26	9.89	2.14	(5.70,14.09)

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con las diferencias en lo pronosticado respecto de lo observado que se presentaron en los precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de San Nicolás de los Garza, usando la muestra completa, se encontró que el mejor modelo que se ajustó a los datos observados fue ARIMA (1, 0,1) y corresponde al modelo de precios reales, ya que las diferencias encontradas en los precios fueron menores a las encontradas en los precios pronosticados por el modelo de precios nominales. Por otro lado, usando la muestra recortada, se encontró que el modelo que mejor se ajustó a los datos observados fue el modelo de precios nominales puesto que en este caso fue el que presentó diferencias menores a las encontradas usando el modelo de precios reales.

En la central de Gómez Palacio se encontró que las series de precios nominales y reales de Cebolla Bola se volvieron estacionarias después de una primera diferencia. El comportamiento de las series originales de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de Gómez Palacio se presentan en las gráficas i), j) respectivamente de la Figura 11, en ellas se puede ver que ambas tienen un comportamiento no estacionario, ya que en el caso de la serie de precios nominales se ve que tiene una tendencia, por su parte la serie de precios reales presenta pequeñas fluctuaciones a lo largo del tiempo.

Figura 11. Comportamiento de las series originales de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de Gómez Palacio.

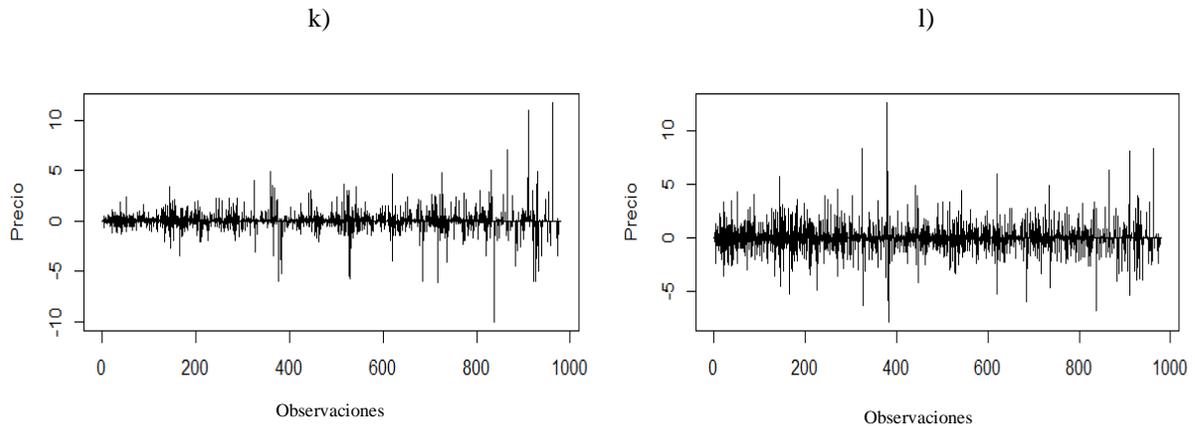


Fuente: elaboración propia.

El comportamiento que presentaron las series de precios nominales y reales de Cebolla Bola, después de la diferenciación, se muestran en las gráficas k) y l) respectivamente de la Figura 12 y siguen un patrón constante a lo largo del tiempo, por lo que se puede decir que son estacionarias

en media y varianza.

Figura 12. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de abastos de Gómez Palacio.



Fuente: elaboración propia.

Los modelos que se encontraron para pronosticar los precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de Gómez Palacio fueron SARIMA (0, 1,2) (0, 0,1) y SARIMA (0, 1,4) (1, 0,1) respectivamente.⁵

La forma matemática que adoptaron los modelos de precios nominales y reales de la Cebolla Bola se presentan en las ecuaciones (17) y (18), mismas que se ocuparon para la obtención de los pronósticos.

Nominal:

$$Y = (1 - 0.0565L^1 + 0.0226L^2)(1 - 0.0323L^5) \quad (17)$$

Real:

$$Y = (1 + 0.7562L^5)(1 - 0.0885L^1 - 0.0201L^2 - 0.0279L^3 - 0.0537L^4)(1 - 0.8008L^5) \quad (18)$$

En el Cuadro 24 se presentan los datos pronosticados de precios nominales de Cebolla Bola en la central de Gómez Palacio haciendo uso de la muestra completa y se puede apreciar que el valor más bajo de la desviación típica fue de 0.64 y un valor más alto de 2.18, también se puede apreciar que los datos pronosticados subestiman los datos observados hasta 13 pesos por kg de Cebolla Bola

⁵ Para más detalles ver Cuadro 41, Anexo 4.

en esta central de abasto, puede ser porque los datos observados incluidos corresponden a la segunda y tercera semana de enero puesto que el SNIIM no reportó los datos de la primera semana. En lo que refiere a los datos pronosticados de precios reales de Cebolla Bola, la desviación típica más baja que presentó fue de 0.8 y un valor más alto de 6.24, en este caso los datos pronosticados subestimaron a los datos observados hasta 4.64 pesos por kg. (Cuadro 25).

Cuadro 24. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Cebolla Bola en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo SARIMA (0, 1,2) (0, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
07/01/2019	12.5	12.5	0.64	(11.2,13.8)
08/01/2019	12.5	12.5	0.89	(10.8,14.2)
09/01/2019	25.5	12.5	1.09	(10.4,14.6)
10/01/2019	25.5	12.5	1.26	(10.0,15.0)
11/01/2019	25.5	12.5	1.41	(9.7,15.3)
14/01/2019	25.5	12.5	1.6	(9.4,15.6)
15/01/2019	25.5	12.5	1.76	(9.1,16.0)
16/01/2019	25.5	12.5	1.91	(8.8,16.3)
17/01/2019	25.5	12.5	2.05	(8.5,16.5)
18/01/2019	25.5	12.5	2.18	(8.2,16.8)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 25. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Cebolla Bola en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo SARIMA (0, 1,4) (1, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
07/01/2019	6.38	8.31	0.8	(6.75,9.87)
08/01/2019	6.38	8.32	1.08	(6.21,10.44)
09/01/2019	13.01	8.37	1.28	(5.85,10.89)
10/01/2019	13.01	8.38	1.43	(5.57,11.17)
11/01/2019	13.01	8.38	1.5	(5.44,11.32)
14/01/2019	13.01	8.4	2.61	(3.28,13.51)
15/01/2019	13.01	8.41	3.63	(1.29,15.53)
16/01/2019	13.01	8.45	4.49	(-0.36,17.25)
17/01/2019	13.01	8.45	5.31	(-1.96,18.86)
18/01/2019	13.01	8.45	6.24	(-3.77,-20.68)

Fuente: elaboración propia.

Los pronósticos de precios nominales que se obtuvieron, ocupando la muestra recortada en la central de Gómez Palacio, se presentan en el Cuadro 26 y se observa que el valor más bajo de la

desviación típica fue de 2.54 y el valor más alto fue de 3.39, los precios pronosticados difieren de los precios observados hasta 0.04 centavos por kilogramo de Cebolla Bola.

Por su parte los precios pronosticados de precios reales de Cebolla Bola, presentó un valor más bajo en la desviación típica de 11.36 y un valor más alto de 26.30, en cuanto a la diferencia que se presentó en los precios pronosticados y observados fue hasta de 3.04 pesos por kilogramo, lo que puede apreciarse en el Cuadro 27.

Cuadro 26. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Cebolla Bola en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo SARIMA (0, 1,2) (0, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
10/12/2018	12.5	12.52	2.54	(7.54, 17.50)
11/12/2018	12.5	12.52	2.65	(7.33, 17.72)
12/12/2018	12.5	12.53	2.75	(7.13, 17.92)
13/12/2018	12.5	12.53	2.85	(6.94, 18.12)
14/12/2018	12.5	12.53	2.95	(6.75, 18.31)
17/12/2018	12.5	12.53	3.04	(6.58, 18.49)
18/12/2018	12.5	12.53	3.13	(6.40, 18.67)
19/12/2018	12.5	12.54	3.22	(6.23, 18.85)
20/12/2018	12.5	12.54	3.30	(6.06, 19.01)
21/12/2018	12.5	12.54	3.39	(5.90, 19.18)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 27. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Cebolla Bola en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo SARIMA (0, 1,4) (1, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
10/12/2018	8.29	10.61	11.36	(-11.66, 32.88)
11/12/2018	8.29	10.73	12.75	(-14.25, 35.71)
12/12/2018	8.29	10.81	14.14	(-16.90, 38.51)
13/12/2018	8.29	10.94	16.05	(-20.51, 42.39)
14/12/2018	8.29	10.99	17.85	(-24.00, 45.98)
17/12/2018	8.29	11.04	19.52	(-27.21, 49.29)
18/12/2018	8.29	11.13	21.09	(-30.21, 52.47)
19/12/2018	8.29	11.19	22.65	(-33.20, 55.58)
20/12/2018	8.29	11.29	24.51	(-36.75, 59.33)
21/12/2018	8.29	11.33	26.30	(-40.22, 62.88)

Fuente: elaboración propia.

En esta central de Gómez Palacio, usando la muestra completa, se encontró que el modelo que mejor ajustó a los datos observados fue SARIMA (0, 1,4) (1, 0,1) correspondiente al modelo de

precios reales, ya que este generó diferencias más bajas respecto de las que generó el modelo de precios nominales.

En lo que refiere al mejor modelo ajustado a los precios observados, usando la muestra recortada, fue SARIMA (0, 1,2) (0, 0,1) y responde al modelo de precios nominales, ya que en este caso fue el que presentó diferencias más baja que el modelo de precios reales.

El comportamiento de los precios nominales y reales de Cebolla Bola para las tres centrales analizadas se volvió estacionaria después de una diferencia. Se encontró que los datos pronosticados de precios nominales de Cebolla Bola, usando la muestra completa, presentaron una mayor distorsión en las centrales de abastos de Torreón y Gómez Palacio, puesto que ambas subestimaron a los datos observados en 13 pesos por kilogramo y este valor fue más alto que en la central de San Nicolás de los Garza. En lo que respecta a los precios reales se encontró que la central de abastos de Torreón fue la que presentó una mayor distorsión en los datos pronosticados, ya que generó una diferencia de precios pronosticados versus observados más alta que las otras dos centrales, dicha diferencia fue de 4.72 pesos por kilogramo.

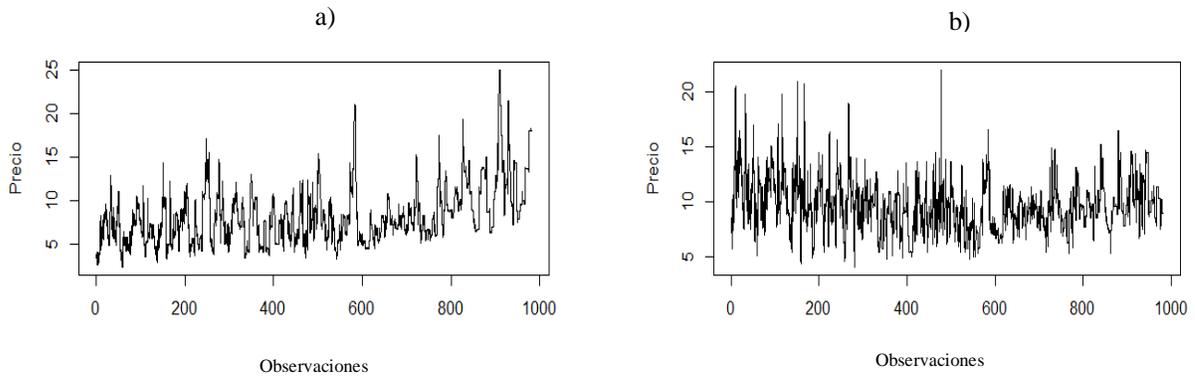
Usando la muestra recortada se encontró que las central de abastos de San Nicolás de los Garza presentó una mayor distorsión en los datos pronosticados, tanto en precios nominales como reales, puesto que en ambos presentó una mayor diferencia, que fueron de 2.33 pesos por kilogramo en el caso de los precios nominales y de 3.37 pesos por kilogramo de Cebolla para el caso de precios reales.

3.3 Pronóstico de precios de Jitomate Saladette

Se encontró que el comportamiento de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de Torreón utilizando series diarias del 2000 a 2018, fueron no estacionarias en primera instancia, por lo que fue necesaria la aplicación de una diferenciación.

El comportamiento de las series originales de precios nominales y reales del Jitomate en la central de Torreón se pueden observar en las gráficas a) y b) respectivamente de la figura 13, ambas presentan fluctuaciones a lo largo del tiempo y en caso de la serie de precios nominales se ve claramente una tendencia.

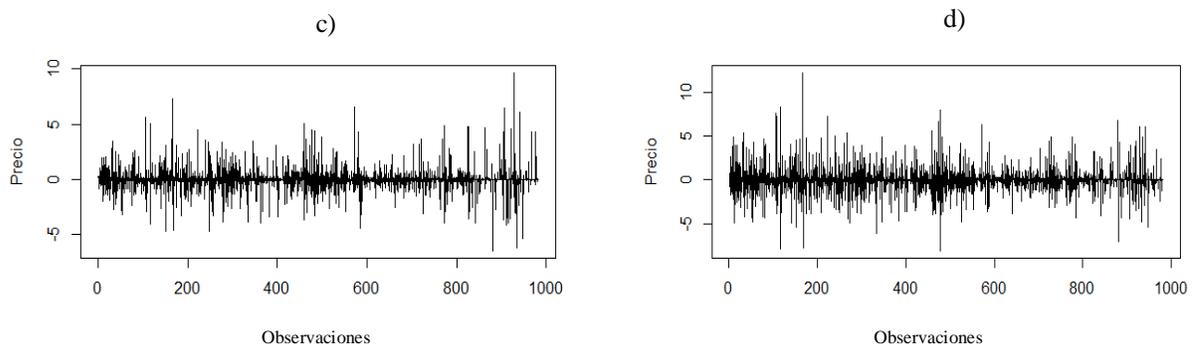
Figura 13. Comportamiento de las series originales de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Torreón.



Fuente: elaboración propia.

El comportamiento de las series diferenciadas de los precios nominales y reales de Jitomate Saladette, se muestran en las gráficas c) y d) respectivamente de la Figura 14 y se observa que ambas siguen un patrón constante a lo largo del tiempo.

Figura 14. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Torreón.



Fuente: elaboración propia.

Los modelos identificados para realizar los pronósticos de los precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de Torreón fueron SARIMA (1, 1,0) (1, 0,1) y SARIMA (0, 1,2) (1, 0,1) respectivamente.

La forma matemática que adoptaron los modelos presentados anteriormente de precios nominales

y reales de Jitomate Saladette en la central de Torreón, se expresa en las ecuaciones (19) y (20).

Nominal:

$$Y = (1 - 0.0421L)(1 + 0.8999L^5)(1 - 0.9216L^5) \quad (19)$$

Real:

$$Y = (1 + 0.6210L^5)(1 - 0.0587L^1 - 0.0373L^2)(1 - 0.6915L^5) \quad (20)$$

En el cuadro 28 se presentan los datos pronosticados, usando la muestra completa, de precios nominales de Jitomate Saladette en la central de Torreón, el cual tuvo una desviación típica más baja de 0.72 y una más alta de 4.48, los datos pronosticados subestimaron los datos observados hasta por 0.13 centavos por kilogramo de Jitomate Saladette.

Cuadro 28. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (1, 1,0) (1, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
07/01/2019	18.07	18.08	0.72	(16.68,19.48)
08/01/2019	18.07	18.08	0.99	(16.14,20.02)
09/01/2019	18.07	18.01	1.21	(15.64,20.37)
10/01/2019	18.07	18	1.39	(15.28,20.72)
11/01/2019	18.07	18	1.55	(14.97,21.04)
14/01/2019	18.07	18.01	2.5	(13.11,22.91)
15/01/2019	18.07	18.01	3.11	(11.91,24.11)
16/01/2019	18.07	17.94	3.62	(10.84,25.05)
17/01/2019	18.07	17.94	4.07	(9.96,25.93)
18/01/2019	18.07	17.94	4.48	(9.17,26.72)

Fuente: elaboración propia.

En lo que respecta a los datos pronosticados de precios reales para el mismo producto se presentan en el Cuadro 29, y se puede observar que el valor más bajo que presentó la desviación típica fue de 0.98 y un valor más alto de 5.51, en este caso los precios pronosticados subestimaron a los precios observados en 1.54 pesos por kilogramo.

Cuadro 29. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (0, 1,2) (1, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
07/01/2019	10.59	9.07	0.98	(7.14-10.99)
08/01/2019	10.59	9.07	1.35	(6.43-11.71)
09/01/2019	10.59	9.05	1.59	(5.92-12.17)
10/01/2019	10.59	9.06	1.81	(5.52-12.60)
11/01/2019	10.59	9.06	1.99	(5.14-12.97)
14/01/2019	10.59	9.09	2.78	(3.64-14.53)
15/01/2019	10.59	9.09	3.55	(2.13-16.05)
16/01/2019	10.59	9.07	4.3	(0.64-17.51)
17/01/2019	10.59	9.08	4.94	(-0.61,18.77)
18/01/2019	10.59	9.08	5.51	(-1.72,19.88)

Fuente: elaboración propia.

Los precios nominales pronosticados de Jitomate Saladette en la central de Torreón usando la muestra recortada, se presentan en el Cuadro 30, obtuvo una desviación típica más baja de 9.47 y un desviación más alta de 22.27, los datos pronosticados subestimaron a los datos observados hasta 0.46 centavos por kilogramo de Jitomate Saladette.

En lo que respecta a los precios reales pronosticados de Jitomate Saladette, presentó desviaciones típicas de 10.36 y 20.44 correspondiente al valor más bajo y alto, los precios pronosticados sobreestimaron a los precios observados hasta por 0.38 centavos por kilogramo (Cuadro 31).

Cuadro 30. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (1, 1,0) (1, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
10/12/2018	18.07	17.77	9.47	(-0.80, 36.33)
11/12/2018	18.07	17.77	10.34	(-2.50, 38.04)
12/12/2018	18.07	17.68	12.10	(-6.04, 41.41)
13/12/2018	18.07	17.68	13.60	(-8.98, 44.33)
14/12/2018	18.07	17.68	14.95	(-11.62, 46.97)
17/12/2018	18.07	17.69	16.18	(-14.03, 49.40)
18/12/2018	18.07	17.69	17.33	(-16.28, 51.66)
19/12/2018	18.07	17.61	19.14	(-19.90, 55.13)
20/12/2018	18.07	17.61	20.76	(-23.08, 58.30)
21/12/2018	18.07	17.61	22.27	(-26.03, 61.25)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 31. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Torreón usando el modelo SARIMA (0, 1,2) (1, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
10/12/2018	9.02	9.40	10.36	(-10.91, 29.71)
11/12/2018	9.02	9.40	11.29	(-12.74, 31.53)
12/12/2018	9.02	9.36	12.60	(-15.33, 34.05)
13/12/2018	9.02	9.33	13.82	(-17.76, 36.41)
14/12/2018	9.02	9.29	14.97	(-20.06, 38.64)
17/12/2018	9.02	9.29	16.05	(-22.16, 40.75)
18/12/2018	9.02	9.29	17.05	(-24.13, 42.72)
19/12/2018	9.02	9.27	18.23	(-26.46, 45.00)
20/12/2018	9.02	9.25	19.36	(-28.69, 47.19)
21/12/2018	9.02	9.23	20.44	(-30.83, 49.29)

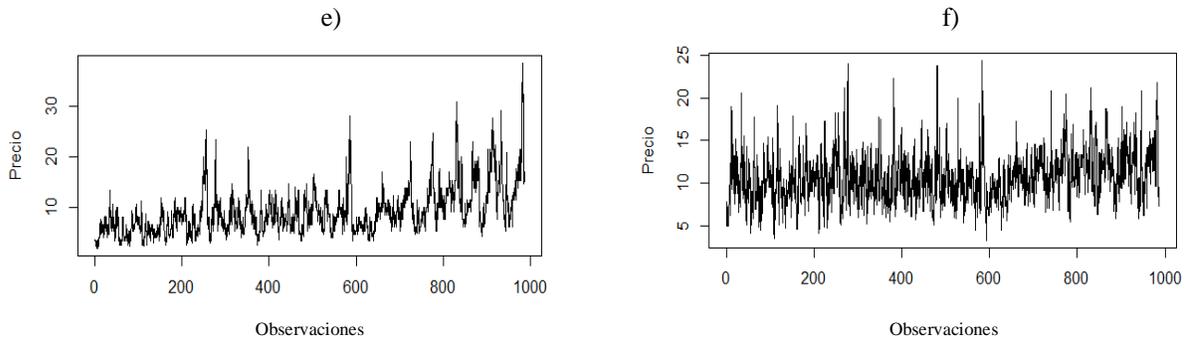
Fuente: elaboración propia.

El modelo que mejor se ajustó a los datos observados, usando la muestra completa, fue SARIMA (1,1,0) (1,0,1) correspondiente al modelo de precios nominales ya que fue el que presentó diferencias más bajas en los datos pronosticados respecto de los observados. Haciendo uso de la muestra recortada se encontró que el modelo que mejor se ajustó a los datos observados fue SARIMA (0, 1,2) (1, 0,1) el cual responde al modelo de precios reales, puesto que este presentó diferencias más bajas en los datos pronosticados, que las diferencias generadas por el modelo de precios nominales.

En la central de abasto de San Nicolás de los Garza, se encontró que el comportamiento de los precios nominales y reales del Jitomate Saladette, fueron no estacionarios por lo que se les aplicó una transformación mediante diferenciación.

El comportamiento original de ambas series, se pueden observar en las gráficas e) y f) de la Figura 15. La que corresponde a los precios nominales tiene una tendencia (e) y la de los precios reales presenta fluctuaciones a la alza a lo largo del tiempo (f).

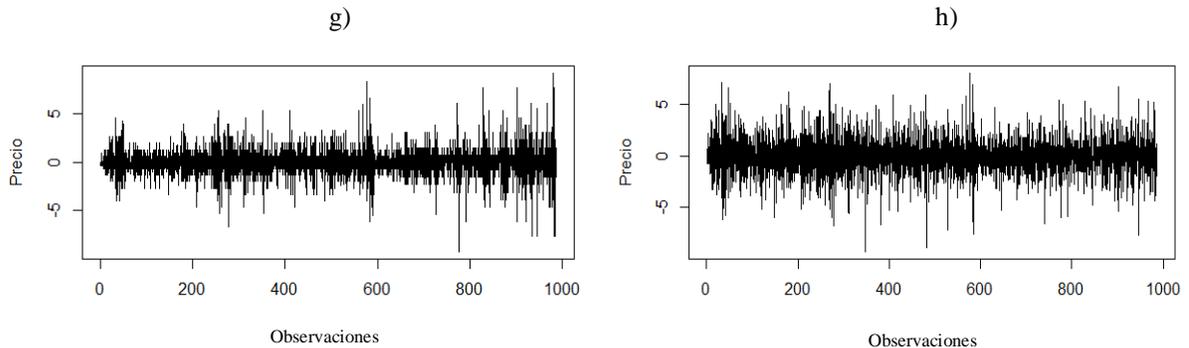
Figura 15. Comportamiento de las series originales de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de San Nicolás de los Garza.



Fuente: elaboración propia.

Las series diferenciadas de precios nominales y reales de Jitomate Saladette se muestran en las gráficas g) y h) respectivamente, de la Figura 16, en ellas se puede ver que ambas siguen un mismo patrón de comportamiento a lo largo del tiempo analizado.

Figura 16. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de San Nicolás de los Garza.



Fuente: elaboración propia.

Se identificaron los modelos SARIMA (0,1,3) (0,0,2) y ARIMA (0,1,2) para pronosticar los precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de San Nicolás de los Garza, los cuales se pueden ver de mejor manera en el Cuadro 42 del Anexo 4.

La forma matemática que adoptaron los modelos de precios nominales y reales del Jitomate para la central de San Nicolás de los Garza y que fueron utilizados para pronosticar, se presenta en las

siguientes ecuaciones.

Nominal:

$$Y = (1 - 0.2545L^1 + 0.0674L^2 + 0.0237L^3)(1 + 0.0356L^5 + 0.0222L^{10}) \quad (21)$$

Real:

$$\Delta Y_{4930} = -0.2697 \varepsilon_{4930-1} + 0.0317 \varepsilon_{4930-2} \quad (22)$$

Los pronósticos de precios nominales que se obtuvieron con la muestra completa se presentan en el Cuadro 32, en él se aprecia que la desviación típica más baja fue de 1.23 y la más alta generó un valor de 4.05, los datos pronosticados subestimaron a los datos observados hasta 11.96 pesos por kilogramo de Jitomate. En lo que respecta a los pronósticos de precios reales, obtuvieron desviaciones típicas de 1.46 y 3.73 correspondiente al valor más bajo y alto respectivamente, para este caso se encontró que los datos pronosticados subestimaron hasta 8.39 pesos por kilogramo de Jitomate a los datos observados (Cuadro 33).

Cuadro 32. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Jitomate Saladette en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo SARIMA (0, 1,3) (0,02).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
31/12/2018	16.92	15.79	1.23	(13.38,18.19)
01/01/2019	15.38	15.83	1.53	(12.82,18.83)
02/01/2019	15.38	15.75	1.88	(12.07,19.43)
03/01/2019	21.54	15.74	2.21	(11.41,20.07)
04/01/2019	21.54	15.72	2.5	(10.82,20.62)
07/01/2019	27.69	15.73	2.86	(10.12,21.33)
08/01/2019	24.62	15.75	3.21	(9.46,22.04)
09/01/2019	24.62	15.75	3.51	(8.86,22.64)
10/01/2019	24.62	15.78	3.79	(8.35,23.22)
11/01/2019	22.31	15.77	4.05	(7.83,23.71)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 33. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo ARIMA (0, 1,2).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
31/12/2018	8.44	7.85	1.46	(5.00,10.71)
01/01/2019	9.02	7.84	1.8	(4.30,11.37)
02/01/2019	9.02	7.84	2.14	(3.64,12.03)
03/01/2019	12.63	7.84	2.43	(3.07,12.61)
04/01/2019	12.63	7.84	2.69	(2.55,13.12)
07/01/2019	16.23	7.84	2.93	(2.09,13.58)
08/01/2019	14.43	7.84	3.15	(1.66,14.01)
09/01/2019	14.43	7.84	3.36	(1.26,14.42)
10/01/2019	14.43	7.84	3.55	(0.88,14.79)
11/01/2019	13.08	7.84	3.73	(0.52,15.15)

Fuente: elaboración propia.

Los pronósticos que se obtuvieron con la muestra recortada de precios nominales presentó una desviación típica baja de 5.32 y una desviación alta de 7.53, cabe señalar que en este caso los precios pronosticados sobreestimaron a los datos observados hasta 23.25 pesos por kilogramo de Jitomate, como se observa en el Cuadro 34.

Por su parte los datos pronosticados de precios reales, usando la muestra recortada se presentan en el Cuadro 35, en él se puede ver que el valor más bajo que generó la desviación típica fue de 4.38 y un valor más alto de 5.58, los datos pronosticados sobreestimaron a los observados hasta 13.62 pesos por kilogramo.

Cuadro 34. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Jitomate Saladette en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo SARIMA (0, 1,3) (0, 0,2).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
17/12/2018	16.92	37.84	5.32	(27.42, 48.26)
18/12/2018	19.23	37.85	5.61	(26.86, 48.83)
19/12/2018	15.38	37.85	5.88	(26.33, 49.38)
20/12/2018	14.62	37.86	6.14	(25.82, 49.90)
21/12/2018	15.38	37.87	6.40	(25.33, 50.41)
24/12/2018	15.38	37.88	6.64	(24.86, 50.89)
25/12/2018	15.77	37.88	6.87	(24.41, 51.35)
26/12/2018	15.38	37.89	7.10	(23.97, 51.80)
27/12/2018	16.92	37.90	7.32	(23.55, 52.24)
28/12/2018	15.38	37.90	7.53	(23.14, 52.67)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 35. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de San Nicolás de los Garza usando el modelo ARIMA (0, 1,2).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
17/12/2018	8.45	20.91	4.38	(12.32,29.49)
18/12/2018	9.60	20.91	4.53	(12.03,29.79)
19/12/2018	7.68	20.91	4.67	(11.75,30.07)
20/12/2018	7.29	20.91	4.81	(11.48,30.35)
21/12/2018	7.68	20.92	4.95	(11.21,30.62)
24/12/2018	7.68	20.92	5.08	(10.96,30.88)
25/12/2018	7.87	20.92	5.21	(10.71,31.14)
26/12/2018	7.68	20.92	5.34	(10.46,31.39)
27/12/2018	8.45	20.93	5.46	(10.23,31.63)
28/12/2018	7.68	20.93	5.58	(10.00,31.87)

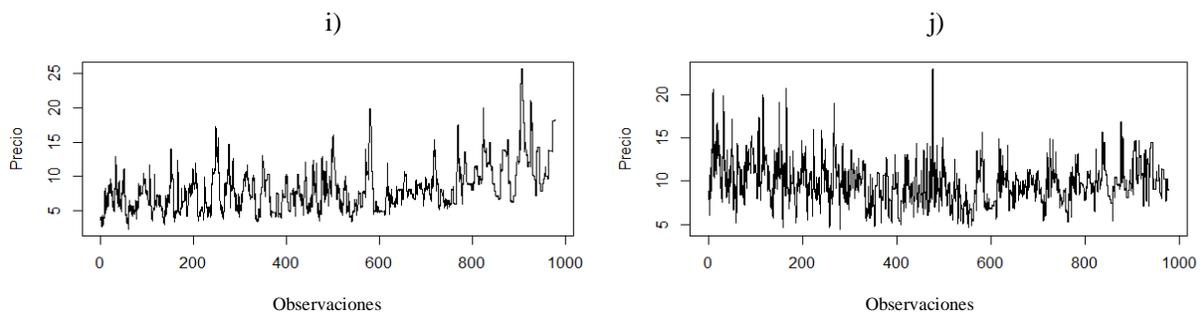
Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con las diferencias de precios presentadas en los pronósticos de precios nominales y reales del Jitomate Saladette en la central de San Nicolás de los Garza, se encontró que el modelo ARIMA de orden 0, 1,2 es el que mejor se ajustó a los datos observados y corresponde al modelo de precios reales, ya que dicha diferencia en los precios pronosticados respecto de los observados fue menor.

El comportamiento de los precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de abasto

de Gómez Palacio, resultaron ser no estacionarias en primera instancia por lo que se aplicó una transformación a ambas series encontrando que después de una diferencia se volvieron estacionarias. Las gráficas i) y j) de la Figura 17, muestran el comportamiento de las series originales de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de Gómez Palacio respectivamente y se puede apreciar en la serie de precios nominales presenta una tendencia a la alza en los precios, mientras que la serie de precios reales presenta fluctuaciones que a lo largo del tiempo van decayendo.

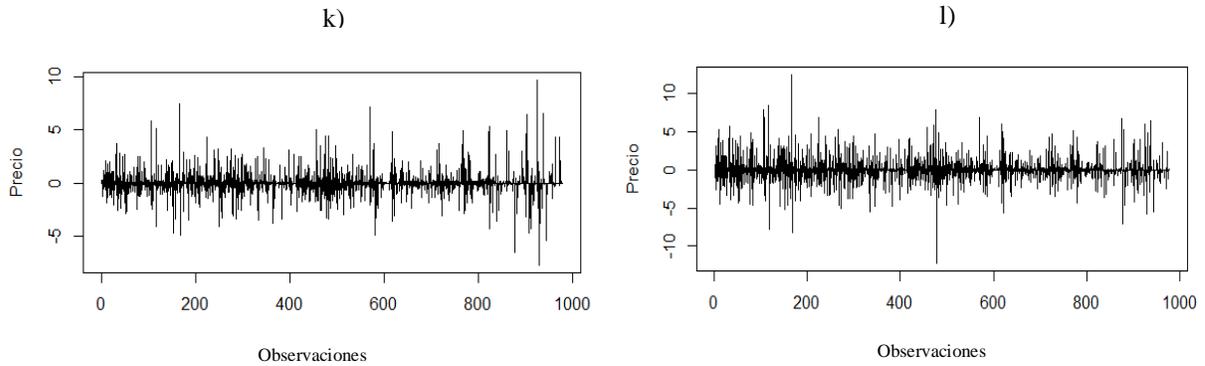
Figura 17. Comportamiento de las series originales de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Gómez Palacio.



Fuente: elaboración propia.

En la figura 18 se presenta el comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de Gómez Palacio. La gráfica k) corresponde a la serie de precios nominales y la gráfica j) responde a la serie de precios reales, en ambas se observa un mismo patrón constante a lo largo del tiempo, por lo que se puede decir que son estacionarias en media y varianza.

Figura 18. Comportamiento de las series diferenciadas de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Gómez Palacio.



Fuente: elaboración propia.

Se identificaron los modelos SARIMA (0, 1,1) (1, 0,1) y SARIMA (0, 1,4) (1, 0,1) para pronosticar tanto los precios nominales y reales respectivamente de Jitomate Saladette en la central de abastos de Gómez Palacio.

Los modelos descritos anteriormente se expresan en las ecuaciones (23) y (24), las cuales fueron ocupadas para generar los pronósticos de precios nominales y reales de Jitomate en la central de Gómez palacio.

Nominal:

$$Y = (1 + 0.9101L^5)(1 - 0.0483L)(1 - 0.9335L^5) \quad (23)$$

Real:

$$Y = (1 + 0.6318L^5)(1 - 0.0707L^1 - 0.0353L^2 - 0.0274L^3 - 0.0340L^4)(1 - 0.7060L^5) \quad (24)$$

Los pronósticos obtenidos, usando la muestra completa, de precios nominales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Gómez Palacio se observan en el Cuadro 36, los cuales presentaron una desviación típica más baja de 0.72 y una desviación alta de 5.15, los datos pronosticados subestimaron a los datos observados hasta 0.17 centavos por kilogramo de Jitomate.

Cuadro 36. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios nominales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo SARIMA (0, 1,1) (1, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
07/01/2019	18.07	18.22	0.72	(26.81,19.63)
08/01/2019	18.07	18.23	0.99	(16.28,20.17)
09/01/2019	18.21	18.13	1.21	(15.77,20.49)
10/01/2019	18.21	18.12	1.39	(15.40,20.84)
11/01/2019	18.21	18.12	1.55	(15.09,21.15)
14/01/2019	18.21	18.13	2.54	(13.15,23.11)
15/01/2019	18.21	18.13	3.38	(11.49,24.77)
16/01/2019	18.21	18.05	4.06	(10.08,26.01)
17/01/2019	18.21	18.04	4.64	(8.94,27.13)
18/01/2019	18.21	18.04	5.15	(7.94,28.14)

Fuente: elaboración propia.

En lo que se refiere a los pronósticos de precios reales se presentan en el Cuadro 37, en él se puede apreciar que la desviación típica más baja que generó fue de 1 y una desviación alta de 6.61, en este caso los pronósticos subestimaron a los datos observados hasta 1.57 pesos por kilogramo.

Cuadro 37. Pronósticos para diez días con la muestra completa de precios reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo SARIMA (0, 1,4) (1, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
07/01/2019	10.59	9.14	1	(7.17,11.10)
08/01/2019	10.59	9.14	1.37	(6.46,11.81)
09/01/2019	10.68	9.11	1.61	(5.94,12.27)
10/01/2019	10.68	9.12	1.79	(5.61,12.63)
11/01/2019	10.68	9.12	1.9	(5.39,12.85)
14/01/2019	10.68	9.15	2.95	(3.36,14.94)
15/01/2019	10.68	9.15	3.94	(1.43,16.87)
16/01/2019	10.68	9.13	4.84	(-0.36,18.63)
17/01/2019	10.68	9.14	5.71	(-2.06,20.34)
18/01/2019	10.68	9.14	6.61	(-3.82,22.11)

Fuente: elaboración propia.

Mediante el uso de la muestra recortada, los pronósticos de precios nominales y reales del Jitomate Saladette en la central de abastos de Gómez Palacio se presentan en los Cuadros 38 y 39 respectivamente, en el caso de los precios nominales la desviación típica más baja que presentaron, fue de 9.85 y una desviación más alta de 24.28 y los pronósticos subestimaron hasta 2.31 pesos por kilogramo.

Cuadro 38. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios nominales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo SARIMA (0, 1,1) (1, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
10/12/2018	18.07	16.69	9.85	(-2.61, 35.99)
11/12/2018	18.07	16.70	11.01	(-4.87, 38.27)
12/12/2018	18.21	16.60	12.05	(-7.02, 40.22)
13/12/2018	18.21	16.29	14.01	(-11.17, 43.75)
14/12/2018	18.21	16.28	15.81	(-14.71, 47.29)
17/12/2018	18.21	16.28	17.43	(-17.88, 50.44)
18/12/2018	18.21	16.29	18.91	(-20.77, 53.35)
19/12/2018	18.21	16.20	20.28	(-23.55, 55.94)
20/12/2018	18.21	15.92	22.34	(-27.86, 59.69)
21/12/2018	18.21	15.90	24.28	(-31.69, 63.50)

Fuente: elaboración propia.

Los pronósticos obtenidos de precios reales de Jitomate Saladette, se presentan en el Cuadro 39, en él se aprecia que el valor más bajo que tuvo la desviación típica fue de 11.44 y un valor alto de 24.42, los precios pronosticados subestimaron a los datos observados hasta 0.53 centavos por kilogramo.

Cuadro 39. Pronósticos para diez días con la muestra recortada de precios reales de Jitomate Saladette en la central de abastos de Gómez Palacio usando el modelo SARIMA (0, 1,4) (1, 0,1).

Fecha	Observaciones	Pronósticos	Desviación típica	Intervalo de confianza
10/12/2018	9.02	8.92	11.44	(-13.50, 31.34)
11/12/2018	9.02	8.86	12.77	(-16.16, 33.89)
12/12/2018	9.09	8.80	14.05	(-18.74, 36.34)
13/12/2018	9.09	8.75	15.71	(-22.04, 39.55)
14/12/2018	9.09	8.72	17.27	(-25.13, 42.56)
17/12/2018	9.09	8.69	18.73	(-28.03, 45.40)
18/12/2018	9.09	8.65	20.12	(-30.78, 48.08)
19/12/2018	9.09	8.62	21.46	(-33.44, 50.67)
20/12/2018	9.09	8.58	22.97	(-36.44, 53.60)
21/12/2018	9.09	8.56	24.42	(-39.30, 56.42)

Fuente: elaboración propia.

Se encontró que el modelo que mejor se ajustó a los datos observados fue SARIMA (0, 1,1) (1, 0,1), usando la muestra completa y respondió al modelo de precios nominales puesto que presentó diferencias más bajas en los precios pronosticados, que el modelo de precios reales.

Usando la muestra recortada, se encontró que el modelo que mejor se ajustó a los datos fue SARIMA (0,1,4) (1,0,1), el cual corresponde al modelo de precios reales, ya que en este caso las diferencias que presentaron los precios pronosticados en relación con los precios observados fueron menores a las diferencias que generaron el modelo de precios nominales.

Se encontró que el comportamiento de los precios nominales y reales del Jitomate Saladette en las tres centrales de abasto analizadas, se volvieron estacionarias después de una primera diferencia. Cabe señalar que de las tres centrales de abasto, los datos pronosticados de precios nominales y reales usando la muestra completa y recortada, presentaron una mayor distorsión en la central de abastos de San Nicolás de los Garza ya que de acuerdo con las diferencias que presentaron los precios pronosticados en relación con los precios observados fueron más altas que de las centrales de Torreón y Gómez Palacio, en este caso los precios nominales pronosticados, usando la muestra completa, subestimaron a los datos observados hasta 11.9 pesos por kilogramo, y en el caso de los precios reales lo hicieron en 8.39 pesos por kilogramo, en lo referente a la muestra recortada la diferencia encontrada en los precios nominales respecto de los observados fue de 23.25 y 13.65 para el caso de los precios reales.

Capítulo 4. Conclusiones

En este trabajo se utilizó el modelo ARIMA para obtener pronósticos de precios nominales y reales del Aguacate Hass, Cebolla Bola y Jitomate Saladette en las centrales de abasto de Torreón, San Nicolás de los Garza y Gómez Palacio.

El SNIIM fue la fuente principal donde se obtuvieron los datos, cuenta con registros de precios de mayoreo desde el año 1998, no obstante se encontró que presenta algunas inconsistencias en cuanto a la publicación de ellos, sobre todo en la publicación de los precios diarios, ya que no están disponibles todas los días del año, por lo que para esta investigación se realizaron algunos ajustes para completar el periodo de análisis (2000-2018).

Las centrales de abastos que presentaron mayor distorsión en los precios pronosticados de los diferentes productos analizados, fueron San Nicolás de los Garza y Torreón, en el caso de los pronósticos de precios del Aguacate Hass presentaron una mayor distorsión tanto en los precios nominales como en los reales, en las centrales de abastos de San Nicolás de los Garza y Torreón, al igual que los pronósticos de precios nominales y reales de Cebolla Bola, en lo referente a los precios pronosticados de Jitomate Saladette fueron más distorsionados en la central de abastos de San Nicolás de los Garza.

El comportamiento de precios nominales y reales de estos productos analizados, dependen en gran medida de sus valores pasados puesto que se logró obtener precios aproximados a los precios reales proporcionados por el SNIIM, cabe mencionar que la mayor diferencia de precios pronosticados versus observados que se encontró fue de 23 pesos y corresponde al precio nominal del Jitomate en la central de San Nicolás de los Garza.

En la realización de pronósticos con series de tiempo, es necesario evaluar la posible existencia de estacionalidad en las series ya que la selección de un modelo equivocado puede generar resultados predictivos inadecuados.

De las dieciocho series que se analizaron, considerando tres productos en tres centrales de abasto y manejando precios nominales y reales se encontró que doce de ellas presentaron estacionalidad, siendo el Jitomate el que presentó un mayor número de series con estacionalidad puesto que fueron cinco, seguido por el Aguacate en el que se encontró que fueron cuatro y finalmente la Cebolla con tres series estacionales, la estacionalidad si bien es un componente de las series de tiempo y se refiere a un mismo patrón de comportamiento que se repite durante fechas específicas del

calendario, en este caso la estacionalidad que se presentó en las series fue semanal es decir, se presentó un comportamiento repetido en los precios del Aguacate, Cebolla y Jitomate durante la semana.

Las otras seis series no presentaron estacionalidad y se evaluaron con el modelo ARIMA y comparando la precisión de los pronósticos de éstos modelos con los modelos SARIMA se encontró que tanto en los pronósticos obtenidos con la muestra completa y recortada el modelo ARIMA fue el que generó precios más exactos a los precios reales, a diferencia de la aplicación del modelo SARIMA que presentaron menor precisión en los pronósticos.

El Aguacate Hass, Cebolla Bola y Jitomate Saladette, tienen importancia económica en México, ya que se produce tanto para el mercado interno como para el externo, por ello resulta relevante el conocimiento de los precios futuros en el mercado interno, principalmente en los centros de abastos donde se realizan una mayor comercialización de ellos.

Este tipo de investigaciones son útiles para productores y consumidores, en el caso de productores pueden ayudar a predecir el precio al que estará su producto en los principales mercados de abasto, que son los referentes para el proceso de comercialización que llevan a cabo al cosechar sus productos. En el caso de los consumidores permite conocer los precios futuros de las materias primas, en el caso de un consumo intermedio, así como los niveles de precios que enfrentarán aquellos que buscan adquirir los productos para el consumo final.

4.1 Recomendaciones

Es atractivo predecir el comportamiento de determinadas variables sin necesidad de establecer conexiones con otras y que permite de igual manera la toma de decisiones por parte de quien lo requiera, no obstante el modelo ARIMA/SARIMA producen pronósticos más exactos a corto plazo que a largo plazo, por otra parte, un posterior análisis del comportamiento de las series cuyos pronósticos no fueron tan acertados podría realizarse mediante el uso de modelos autorregresivos con heterocedasticidad condicionada (ARCH) y la familia de estos modelos.

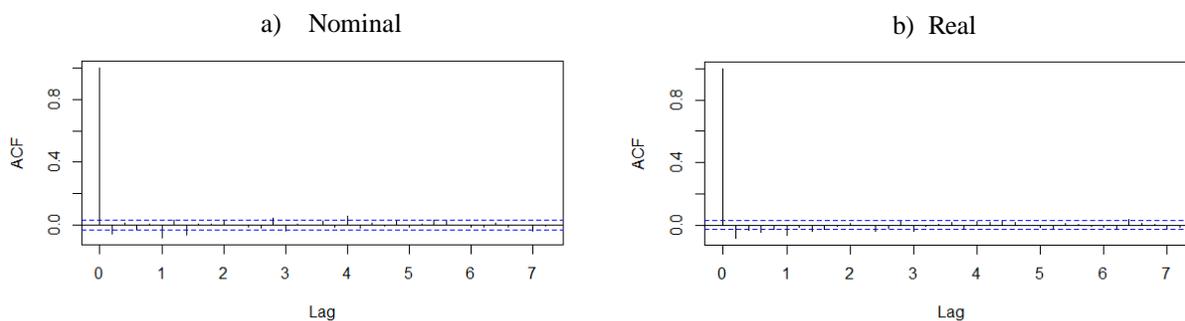
Bibliografía

- Alonso, J. C., y Arcila, A. M. (2014). Empleo del comportamiento estacional para mejorar el pronóstico de un commodity: El caso del mercado internacional del azúcar. *Estudios Gerenciales*, 29(129), 406–415. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2013.11.006>
- Amin, M., Amanullah, M., y Akbar, A. (2014). Time series modeling for forecasting wheat production of Pakistan. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 24(5), 1444–1451.
- Araníbar del Alcázar, J., y Humérez Quiróz, J. (2014). Modelo de series de tiempo para el pronóstico de precios de minerales. *ResearchGate*, (July), 25–71.
- ASERCA. (2002). El Aguacate mexicano: el despertar de un largo sueño. *Claridades Agropecuarias*, 1–31.
- ASERCA. (2018). Analisis de la Balanza comercial Agroalimentaria de México, Diciembre 2018. *Claridades Agropecuarias*, 1–5(MDD). Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/441330/Balanza_Comercial_Agropecuaria_y_Agroindustrial_diciembre_2018.pdf
- Badmus, M. A., y Ariyo, O. S. (2011). Forecasting Cultivated Areas and Production of Maize in Nigerian using ARIMA Model. *Asian Journal of Agricultural Sciences*, 3(3), 171–176. Retrieved from <http://maxwellsci.com/print/ajas/v3-171-176.pdf>
- CONAPO. (2012). Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010. *Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)*, p. 216.
- CONAPO. (2015). Delimitación de las zonas metropolitanas. *Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU)*, p. 288.
- Delgadillo, O., Ramírez, P., Leos, J., Salas, J., y Valdez, R. (2016). Pronósticos y series de tiempo de rendimientos de granos básicos en México Forecasts and time series of basic grains yield in Mexico. *Acta Universitaria*, 26(3), 23–32. <https://doi.org/10.15174/au.2016.882>
- G, O. C., Orlandoni, G., y Cubbage, F. (2008). Predicción del consumo aparente per capita de madera rolliza en Venezuela mediante el uso de modelos Arima. *Revista Forestal Venezolana*, 52(2), 227–237.
- González, P. (2007). *Análisis de series temporales: modelos ARIMA* (primera Ed). Retrieved from <https://books.google.com.co/books?id=ftqrKnA7dTMC>
- Gujarati, D. N., y Porter, D. C. (2010). *Econometría* (Quinta edición). México: Mc Graw Hill.
- Hanke, J. E., y Wichern, D. W. (2006). *Pronósticos en los negocios* (Octava edición). México: Free Libros.Org.
- Hossain, M. M., Abdulla, F., y Majumder, A. K. (2016). Forecasting of banana production in Bangladesh. *American Journal of Agricultural and Biological Science*, 11(2), 93–99. <https://doi.org/10.3844/ajabssp.2016.93.99>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), disponible en: <https://www.inegi.org.mx/>
- Kumar, M., y Anand, M. (2015). An Application of Time Series Arima Forecasting Model for Predicting Sugarcane Production in India. *Studies in Business and Economics*, 81–94.
- Marroquín Martínez, G., y Chalita Tovar, L. E. (2011). Aplicación De La Metodología Box-Jenkins Para Pronóstico De Precios En Jitomate* Application of Box-Jenkins Methodology for Forecasting Prices in Tomatoes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2, 573–577.
- Pérez Pulido, M. O., Orlandoni Merli, G., y Ramoni Perazzi, J. (2016). Aplicación de la metodología de series de tiempo en la estimación de los niveles de exportaciones de café de Colombia periodo 1958-2011. *Innovaciencia Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 1(1), 11. <https://doi.org/10.15649/2346075x.210>

- Ríos, G. (2008). Series de Tiempo. *Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas*, 52. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2013.06.010>
- Ruiz-Ramírez, J., Eréndira, G., y Ramón, H.-R. (2010). Análisis de Series de tiempo en el pronóstico de la Producción de caña de Azúcar. *Time Series Analysis Forecasting in Sugar Cane Production. Terra Latinoamericana*, 29, 103–109.
- Sánchez-López, E., Barreras-Serrano, A., Pérez-Linares, C., Figueroa-Saavedra, F., y Olivas-Valdez, J. A. (2013). Aplicación De Un Modelo ARIMA Para Pronosticar La Producción De Leche De Bovino En Baja California, México [Using an Arima Model To Forecast Bovine Milk Production in Baja California, Mexico]. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16, 315–324.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), disponible en: <https://www.gob.mx/siap>
- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM), disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>
- Suleman, N. y, y Sarpong, S. (2012). Forecasting Milled Rice Production in Ghana Using Box-Jenkins Approach. *International Journal of Agricultural Management & Development*, 2(2), 79–84.
- Villarreal, F. (2012). Introducción a los modelos de Pronósticos. *Universidad Nacional Del Sur-Departamento de Matemática*, 121.
- Zapata, H. O., y García, P. (1990). Price Forecasting with Time Series Methods and Nonstationary Data: An Application to Monthly U.S. Cattle Prices. *Western Journal of Agricultural Economics*, 15(1), 123–132.

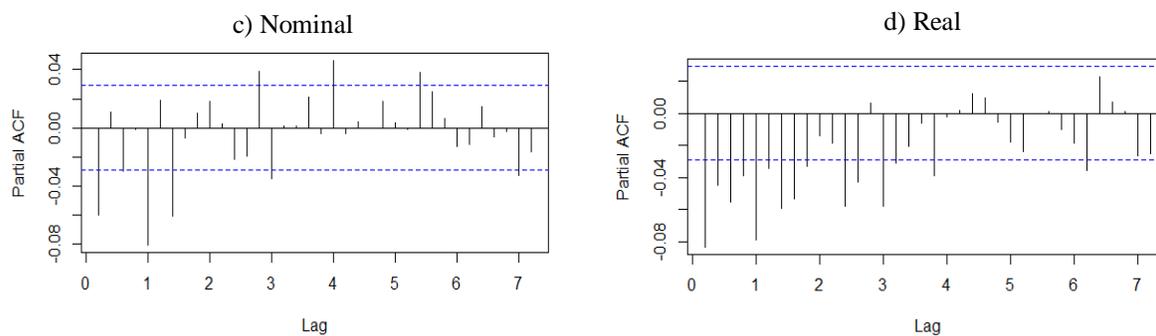
Anexo 1.

Figura 19. Función de Autocorrelación simple de la serie diferenciada de precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de Torreón.



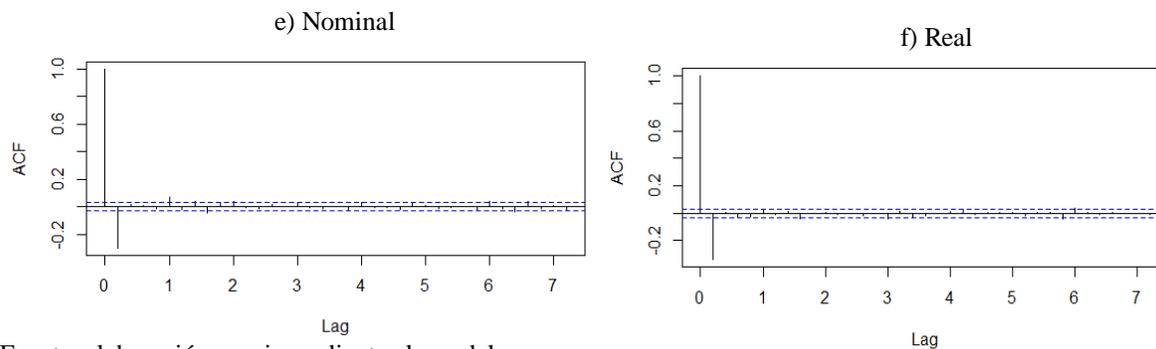
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa R.

Figura 20. Función de Autocorrelación parcial de la serie diferenciada de precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de Torreón.



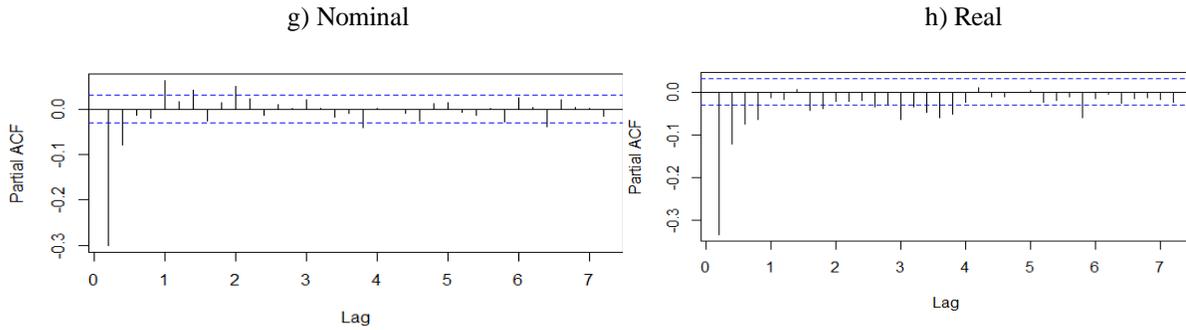
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa R.

Figura 21. Función de Autocorrelación simple de la serie diferenciada de precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de San Nicolás de los Garza.



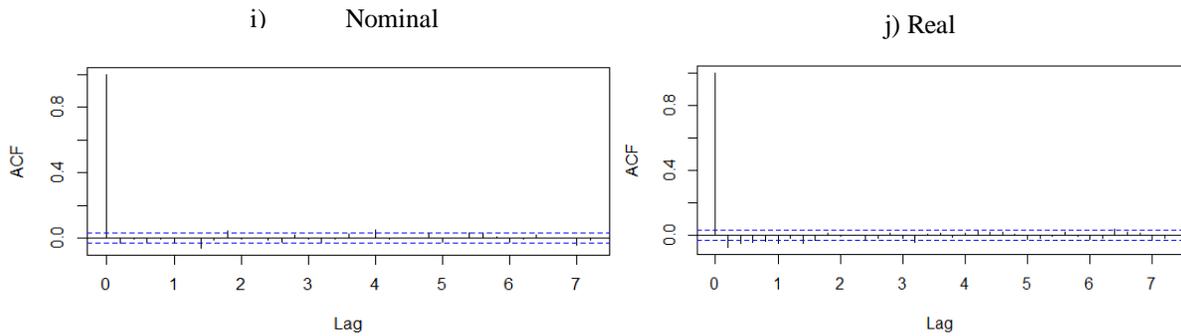
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa

Figura 22. Función de Autocorrelación parcial de la serie diferenciada de precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de San Nicolás de los Garza.



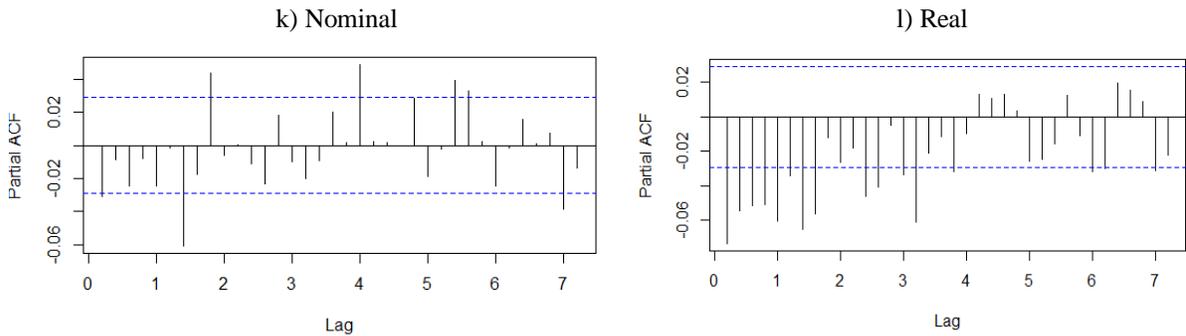
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa R.

Figura 23. Función de Autocorrelación simple de la serie diferenciada de precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de Gómez Palacio.



Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa R.

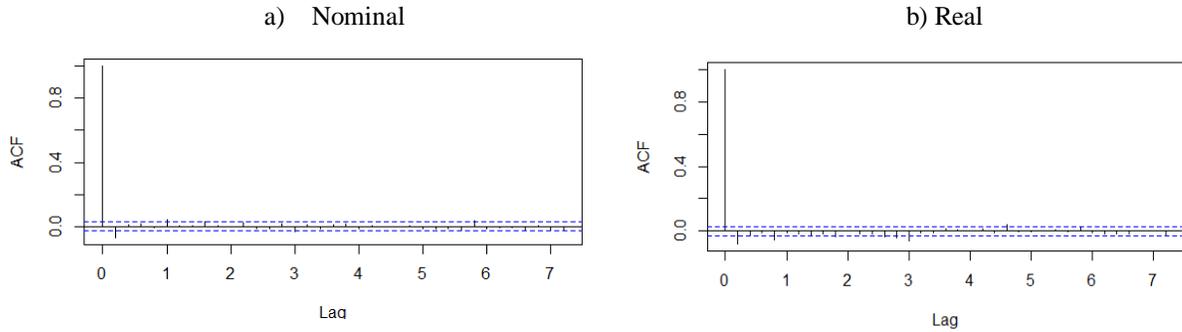
Figura 24. Función de Autocorrelación parcial de la serie diferenciada de precios nominales y reales del Aguacate Hass en la central de Gómez Palacio.



Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa R.

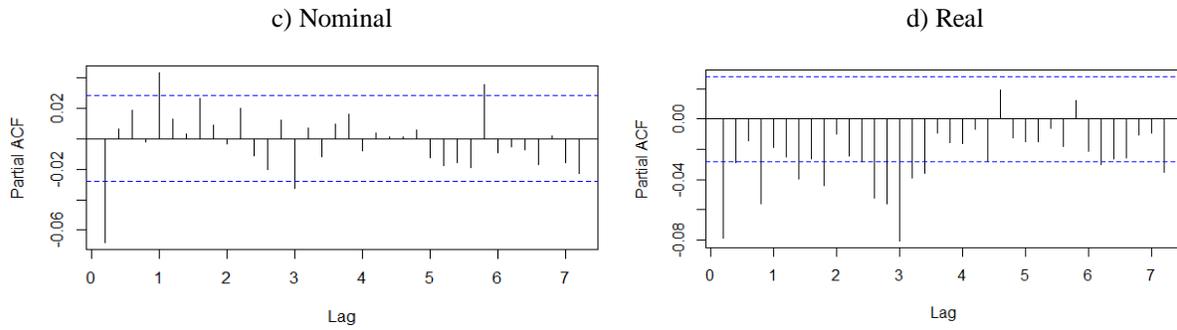
Anexo 2.

Figura 25. Función de Autocorrelación simple de la serie diferenciada de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de Torreón.



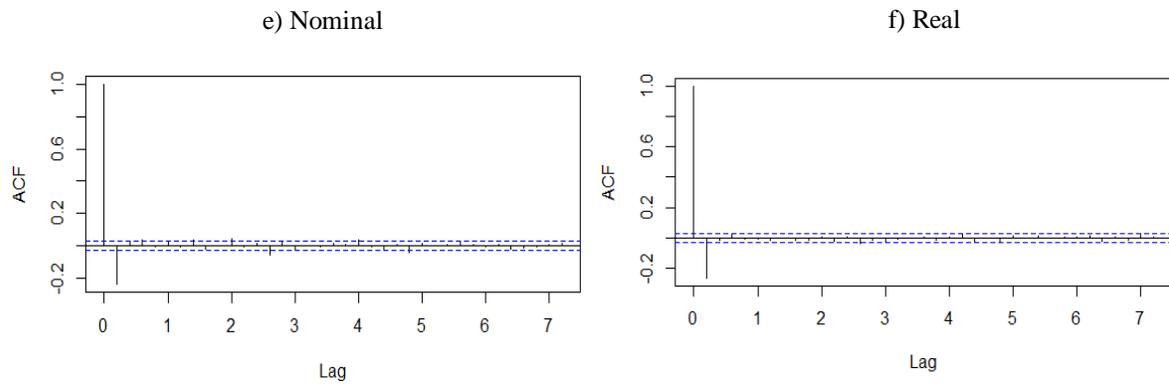
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa R.

Figura 26. Función de Autocorrelación parcial de la serie diferenciada de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de Torreón.



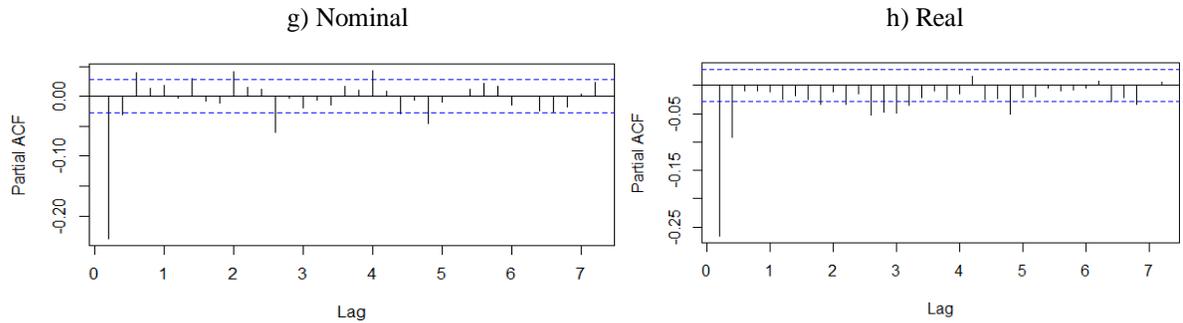
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa R.

Figura 27. Función de Autocorrelación simple de la serie diferenciada de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de San Nicolás de los Garza.



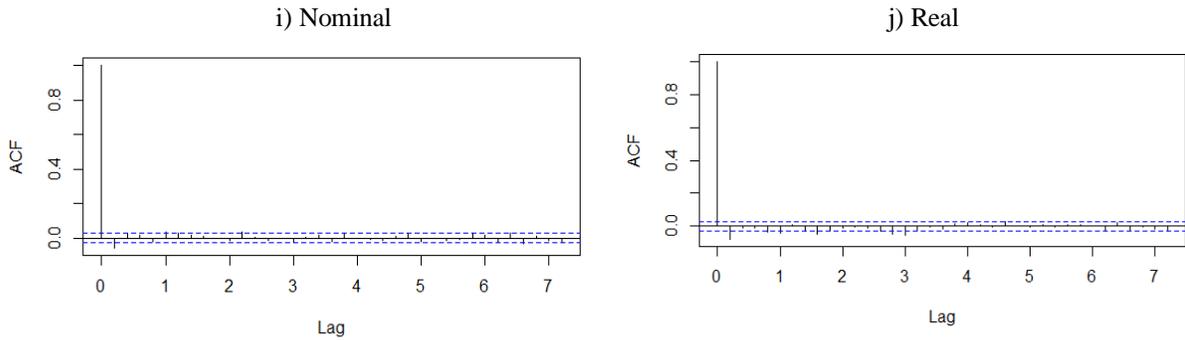
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa R.

Figura 28. Función de Autocorrelación parcial de la serie diferenciada de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de San Nicolás de los Garza.



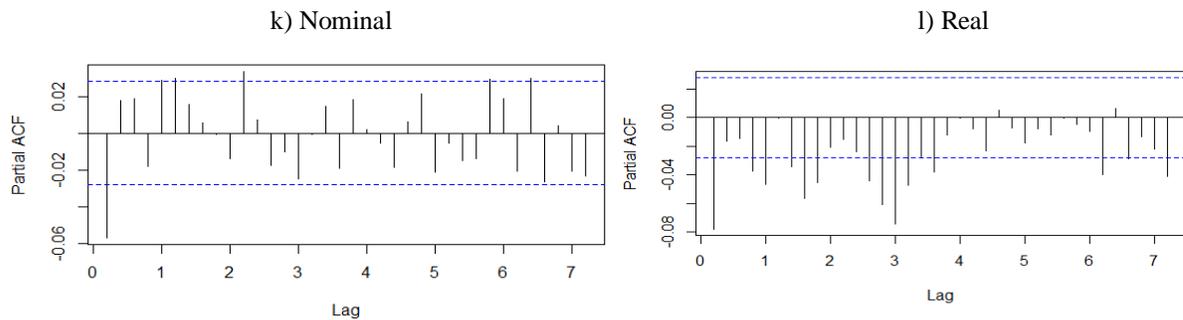
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa R.

Figura 29. Función de Autocorrelación simple de la serie diferenciada de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de Gómez Palacio.



Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa R.

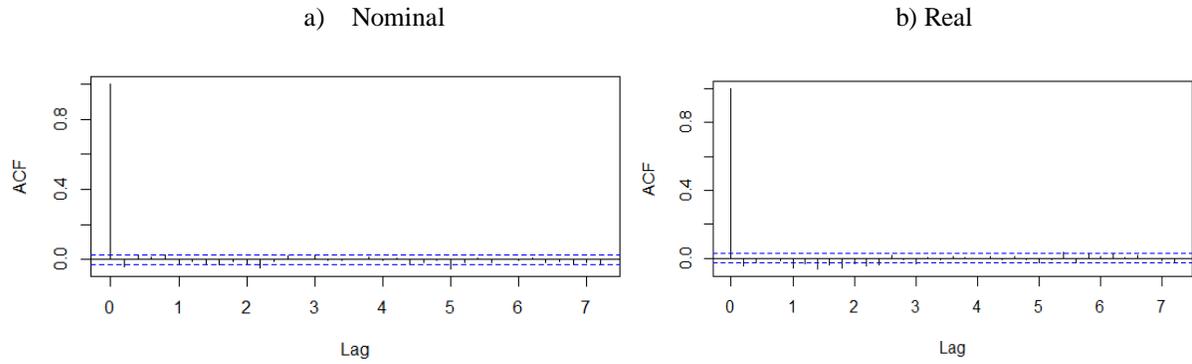
Figura 30. Función de Autocorrelación parcial de la serie diferenciada de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de Gómez Palacio.



Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa R.

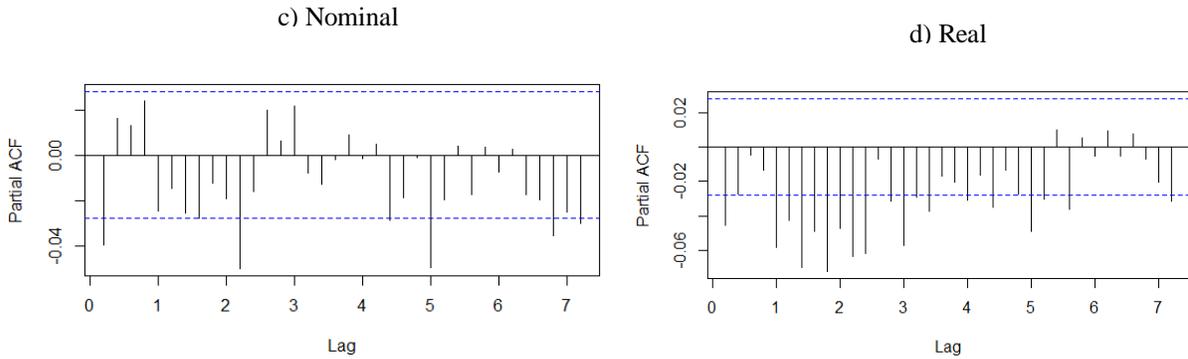
Anexo 3.

Figura 31. Función de Autocorrelación simple de la serie diferenciada de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de Torreón.



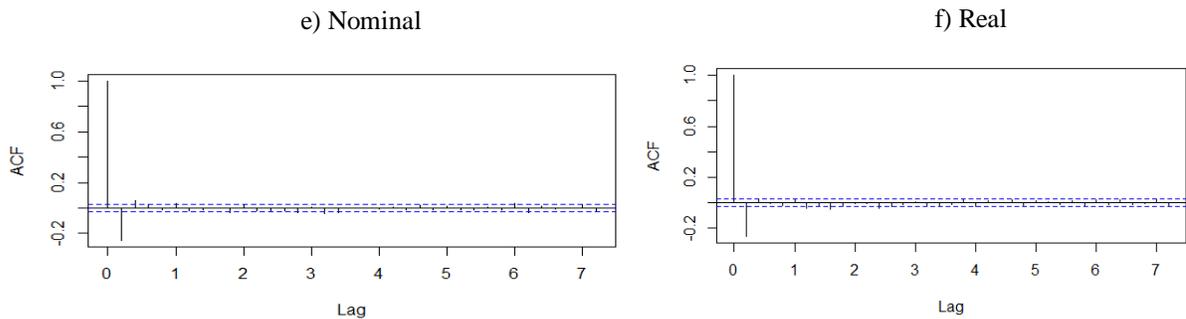
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa R.

Figura 32. Función de Autocorrelación parcial de la serie diferenciada de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de Torreón.



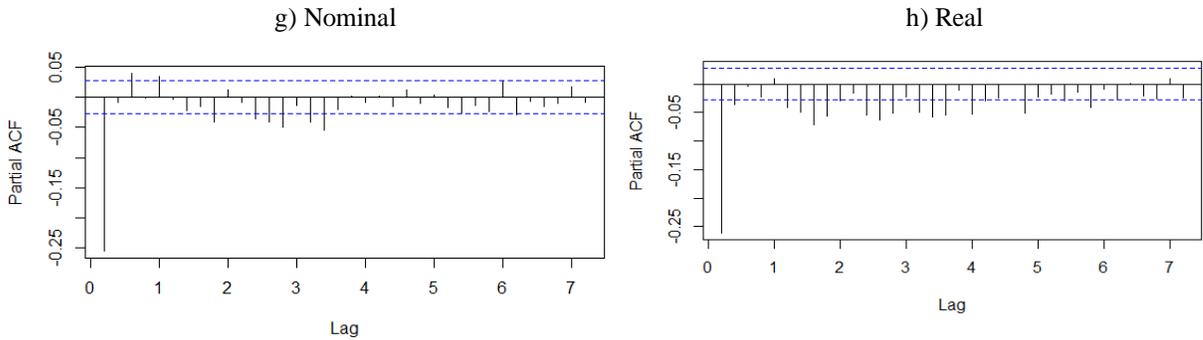
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa R.

Figura 33. Función de Autocorrelación simple de la serie diferenciada de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de San Nicolás de los Garza.



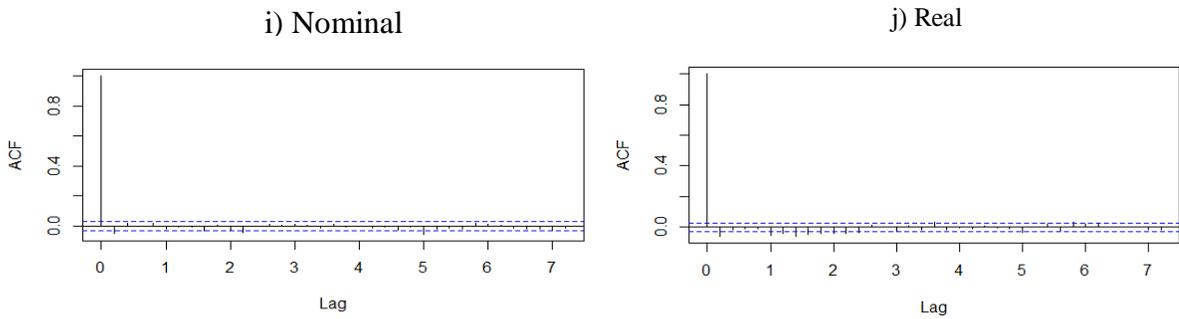
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa R.

Figura 34. Función de Autocorrelación parcial de la serie diferenciada de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de San Nicolás de los Garza.



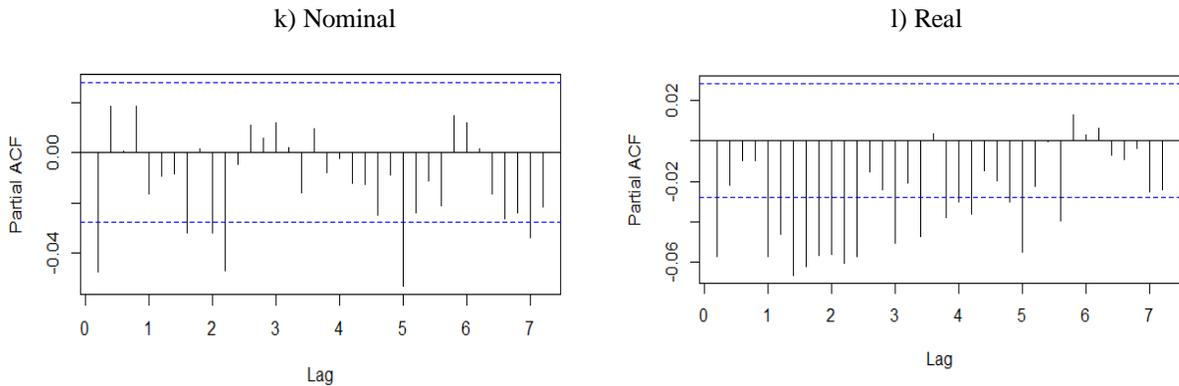
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa R.

Figura 35. Función de Autocorrelación simple de la serie diferenciada de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de Gómez Palacio.



Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa R.

Figura 36. Función de Autocorrelación parcial de la serie diferenciada de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de Gómez Palacio.



Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa R.

Anexo 4.

Cuadro 40. Modelos identificados para pronosticar los precios nominales y reales de Aguacate Hass en las centrales de Torreón, San Nicolás de los Garza y Gómez Palacio.

Ajuste	Torreón				San Nicolás de los Garza				Gómez Palacio			
	Nominal	s.e.	Real	s.e.	Nominal	s.e.	Real	s.e.	Nominal	s.e.	Real	s.e.
AR1	-0.1962	0.1102	0.8485	0.02			0.8943	0.0631	0.7922	0.0756	0.4654	NaN
AR2	0.7149	0.1004	0.0316	0.0196			0.0294	0.0496			0.3508	NaN
AR3			-0.0041	0.0167								
I	1		1		1		1		1		1	
MA1	0.143	0.1067	-0.9628	0.0134	-0.3248	0.0158	-1.3054	0.0615	-0.8225	0.0704	-0.5686	NaN
MA2	-0.7258	0.0926			0.026	0.0156	0.3124	0.0588			-0.3752	NaN
componente estacional												
SAR1			-0.7955	0.108	0.8058	0.1063	0.0373	0.0171				
SAR2							0.0103	0.0163				
I												
SMA1	-0.0477	0.0164	0.7613	0.1157	-0.7529	0.1189						
sigma^2 estimated as	1.569		4.478		2.592		8.236		1.522		4.386	
log likelihood	-7419.2		-9786.15		-7681.4		-10023.8		-7369		-9761.76	
AIC	14850.4		19586.3		15372.8		20061.6		14743.9		19533.5	
BIC	14888.9		19631.21		15404.3		20105.8		14763.2		19565.6	
RMSE	1.25175		2.114592		1.60911		2.86733		1.23344		2.09318	

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos del programa R.

Cuadro 41. Modelos identificados para pronosticar los precios nominales y reales de Cebolla Bola en las centrales de Torreón, San Nicolás de los Garza y Gómez Palacio.

Ajuste	Torreón				San Nicolás de los Garza				Gómez Palacio			
	Nominal	s.e.	Real	s.e.	Nominal	s.e.	Real	s.e.	Nominal	s.e.	Real	s.e.
AR 1							0.9584	0.0044				
I	1		1		1		1		1		1	
MA1	-0.0627	0.0141	-0.0818	0.0143	-0.2445	0.0143	-0.2666	0.0145	-0.0565	0.0143	-0.0885	0.0143
MA2			-0.0266	0.0144	0.0368	0.0148	7.9604	0.2209	0.0226	0.0146	-0.0201	0.0144
MA3			-0.0264	0.0149							-0.0279	0.0146
MA4			-0.0661	0.0149	0.0378	0.0143					-0.0537	0.0155
Componente estacional												
SAR1											0.7562	0.0913
I												
SMA1	0.0457	0.0143							0.0323	0.0144	-0.8008	0.0838
sigma^2 estimated as	0.4372		0.6612		0.6621		0.7766		0.415		0.6373	
log likelihood	-4895.5		-5901.95		-5927.87		-6319.84		-4789.61		-5837.64	
AIC	9797		11813.91		11863.74		12647.67		9587.22		11689.28	
BIC	9816.47		11846.36		11889.72		12673.65		9613.2		11734.75	
RMSE	0.6609924		0.8127002		0.8133804		0.880961		0.6439256		0.7977257	

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos del programa R.

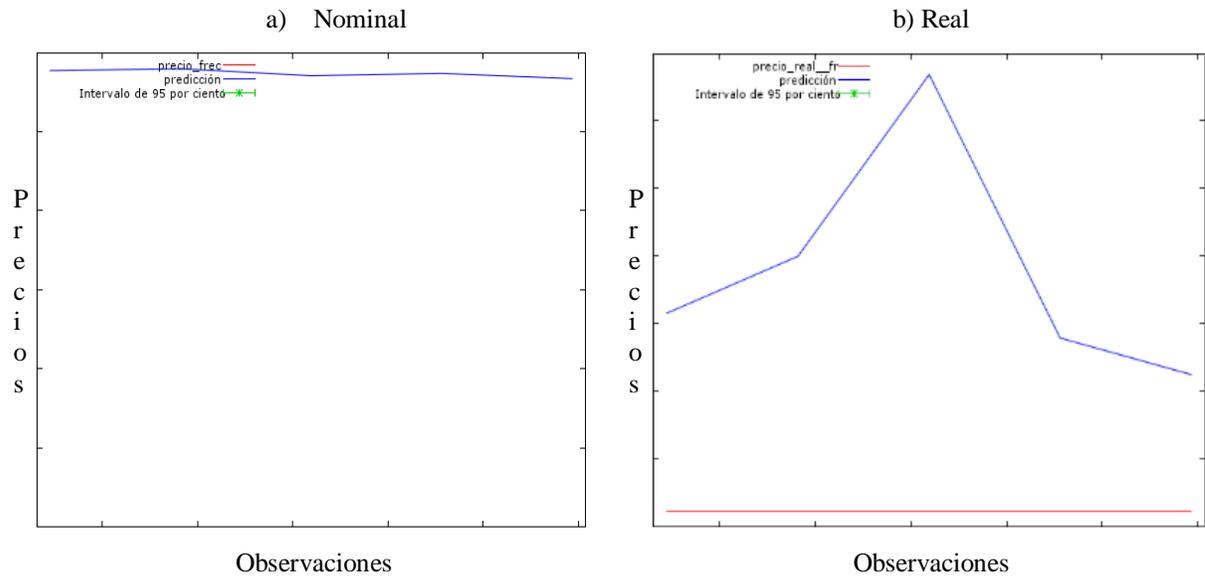
Cuadro 42. Modelos identificados para pronosticar los precios nominales y reales de Jitomate Saladette en las centrales de Torreón, San Nicolás de los Garza y Gómez Palacio.

Ajuste	Torreón				San Nicolás de los Garza				Gómez Palacio			
	Nominal	s.e.	Real	s.e.	Nominal	s.e.	Real	s.e.	Nominal	s.e.	Real	s.e.
AR1	-0.0421	0.0143										
I	1		1		1		1		1		1	
MA1			-0.0587	0.0144	-0.2545	0.0143	-0.2697	0.0142	-0.0483	0.0141	-0.0707	0.0144
MA2			-0.0373	0.0149	0.0674	0.0147	0.0317	0.0145			-0.0353	0.0146
MA3					0.0237	0.0145					-0.0274	0.0158
MA4											-0.034	0.016
Componente estacional												
SAR1	0.8999	0.038	0.621	0.0794					0.9101	0.0333	0.6318	0.0742
I												
SMA1	-0.9216	0.0336	-0.6915	0.073	0.0356	0.0143			-0.9335	0.0287	-0.706	0.0678
SMA2					0.0222	0.0144						
sigma^2 estimated as	0.5129		0.9629		1.512		2.122		0.5175		1.002	
log likelihood	-5320.11		-6863.7		-8009.77		-8847.22		-5325.64		-6939.51	
AIC	10648.21		13737.39		16031.53		17700.44		10659.28		13893.01	
BIC	10674.2		13769.88		16070.55		17719.95		10685.26		13938.48	
RMSE	0.7159114		0.9807507		1.228729		1.456279		0.7191087		1.00036	

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos del programa R.

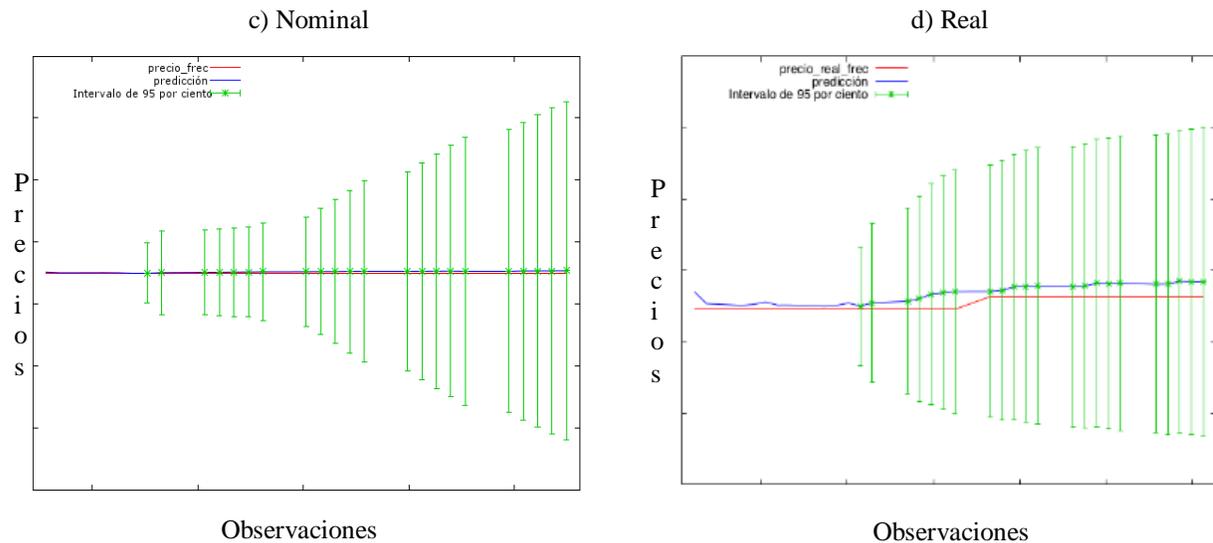
Anexo 5.

Figura 19. Comportamiento del pronóstico de precios nominales y reales de Aguacate Hass en la central de Torreón usando la muestra completa.



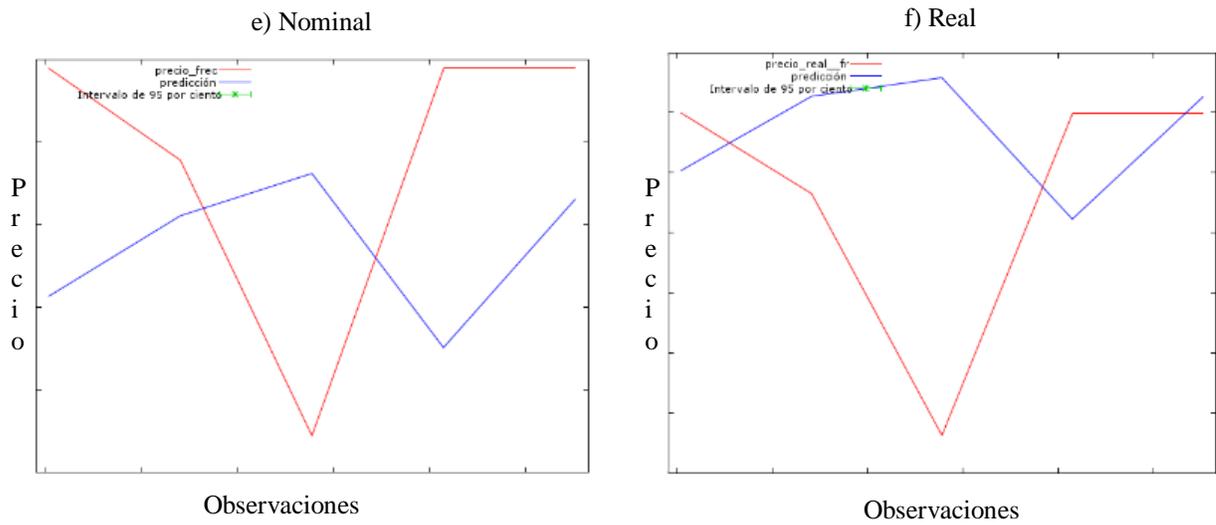
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.

Figura 20. Comportamiento del pronóstico de precios nominales y reales de Aguacate Hass en la central de Torreón usando la muestra recortada.



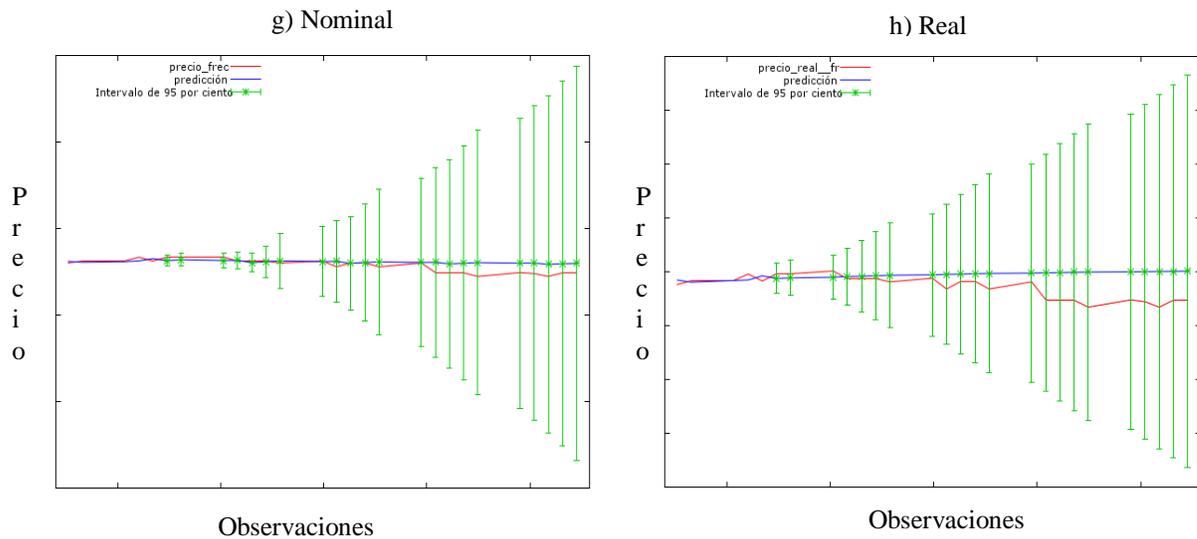
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.

Figura 21. Comportamiento del pronóstico de precios nominales y reales de Aguacate Hass en la central de San Nicolás de los Garza usando la muestra completa.



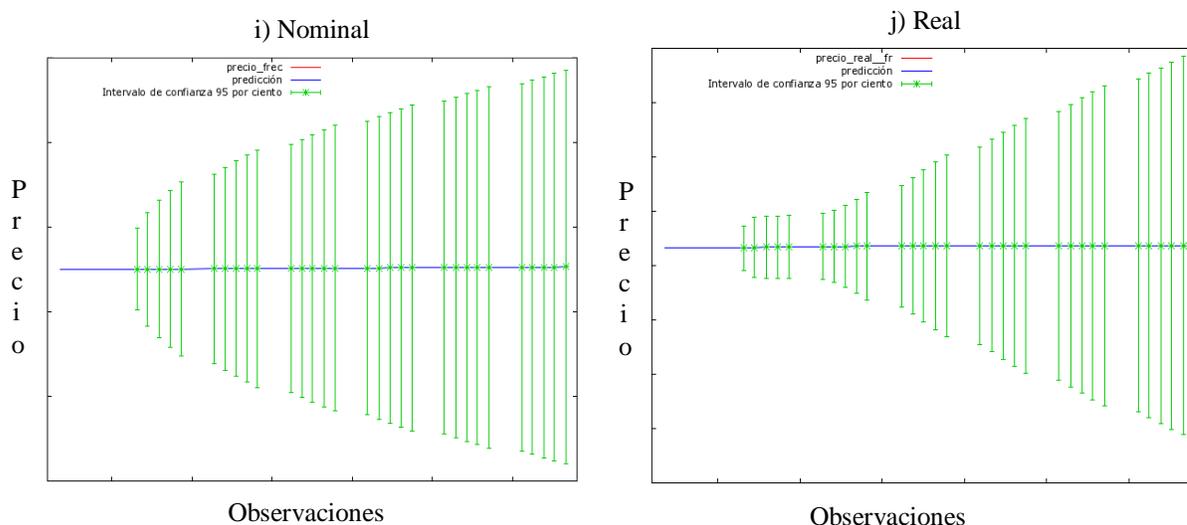
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.

Figura 22. Comportamiento del pronóstico de precios nominales de Aguacate Hass en la central de San Nicolás de los Garza usando la muestra recortada.



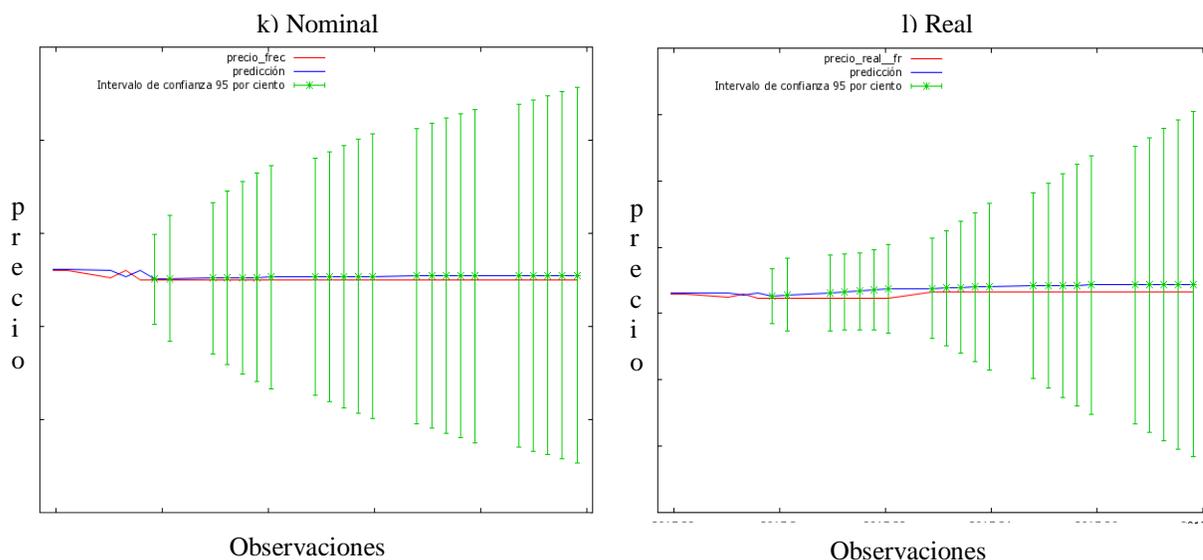
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.

Figura 23. Comportamiento del pronóstico de precios nominales y reales de Aguacate Hass en la central de Gómez Palacio usando la muestra completa.



Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.

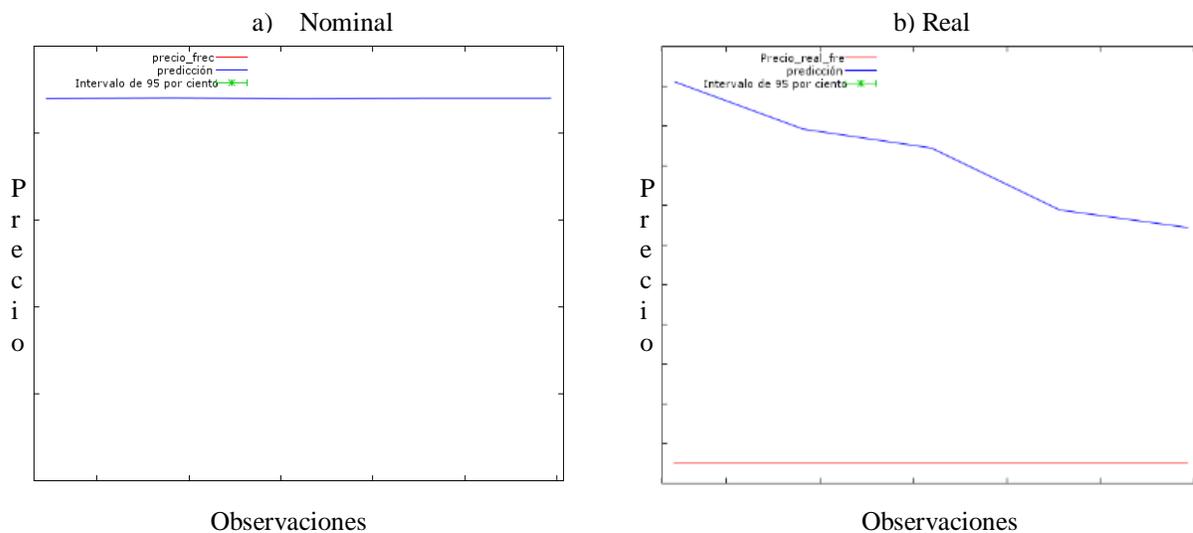
Figura 24. Comportamiento del pronóstico de precios nominales y reales de Aguacate Hass en la central de Durango usando la muestra recortada.



Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.

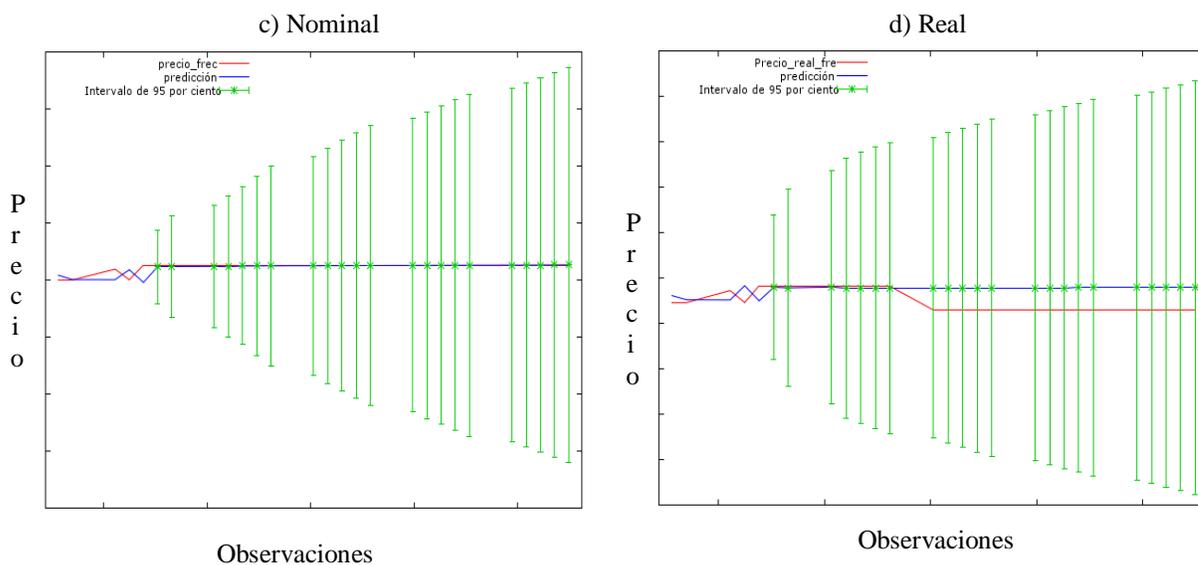
Anexo 6.

Figura 25. Comportamiento del pronóstico de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de Torreón usando la muestra completa.



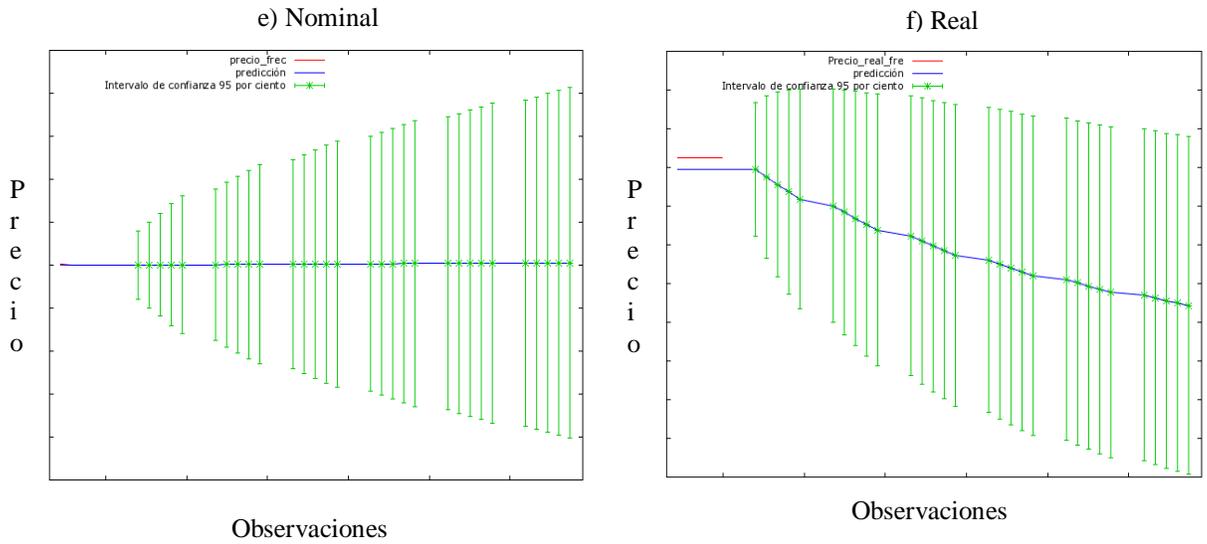
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.

Figura 26. Comportamiento del pronóstico de precios nominales y reales de Cebolla Bola en la central de Torreón usando la muestra recortada.



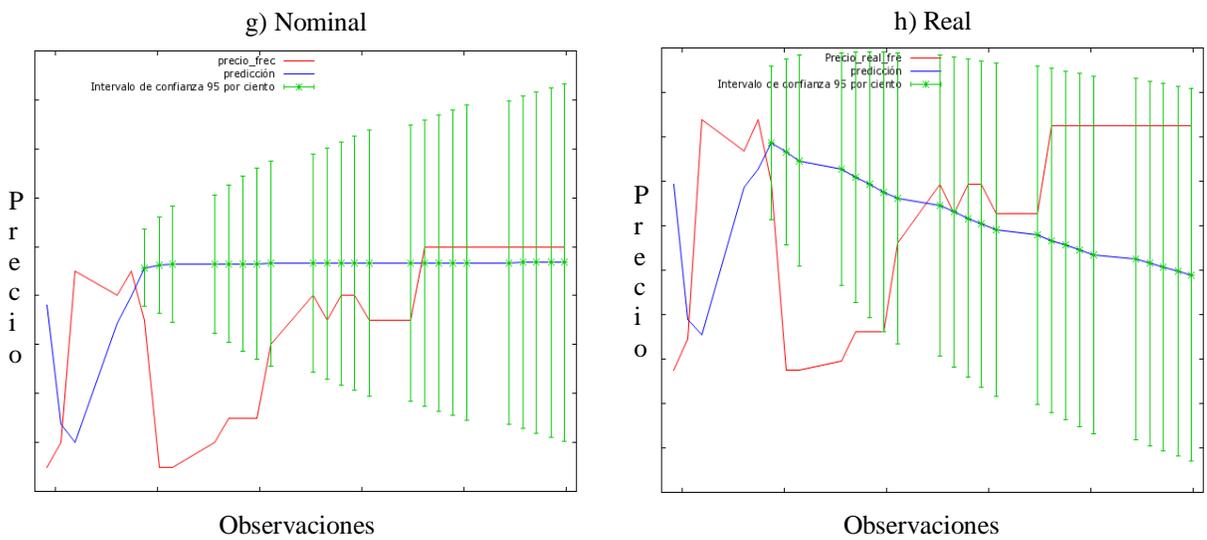
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.

Figura 27. Comportamiento de los pronósticos de precios nominales y reales de Cebolla-Bola en la central de San Nicolás de los Garza usando la muestra completa.



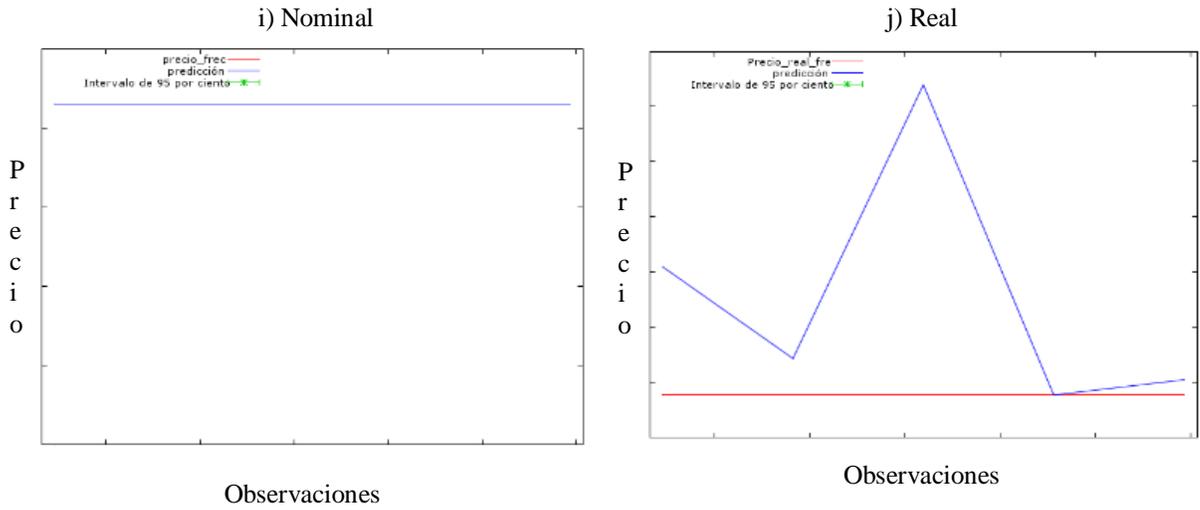
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.

Figura 28. Comportamiento de los pronósticos de precios nominales y reales de Cebolla-Bola en la central de San Nicolás de los Garza usando la muestra recortada.



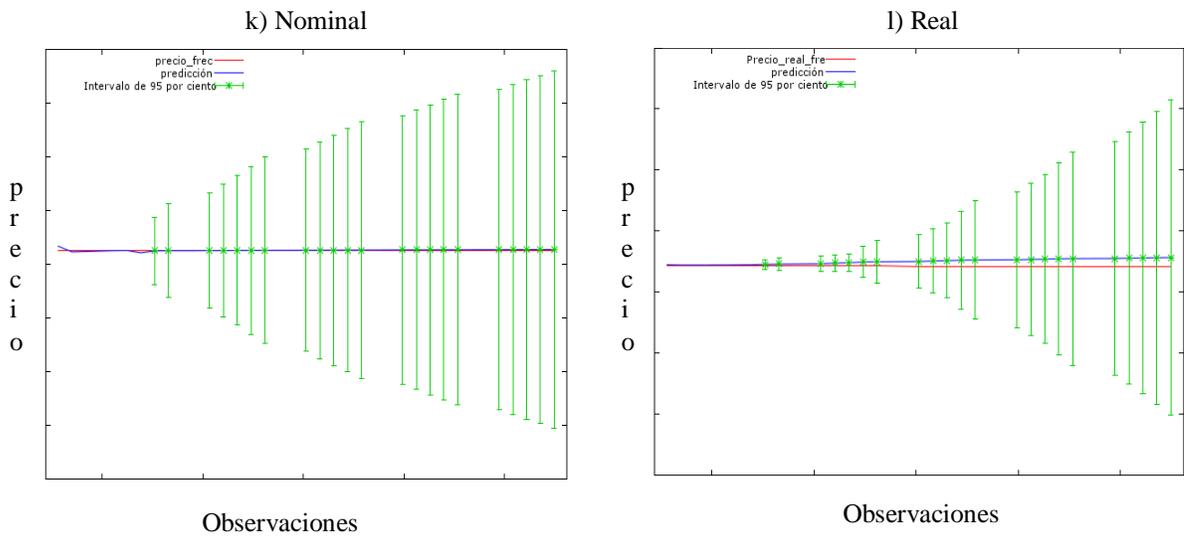
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.

Figura 29. Comportamiento de los pronósticos de precios nominales de Cebolla-Bola en la central de Gómez Palacio usando la muestra completa.



Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.

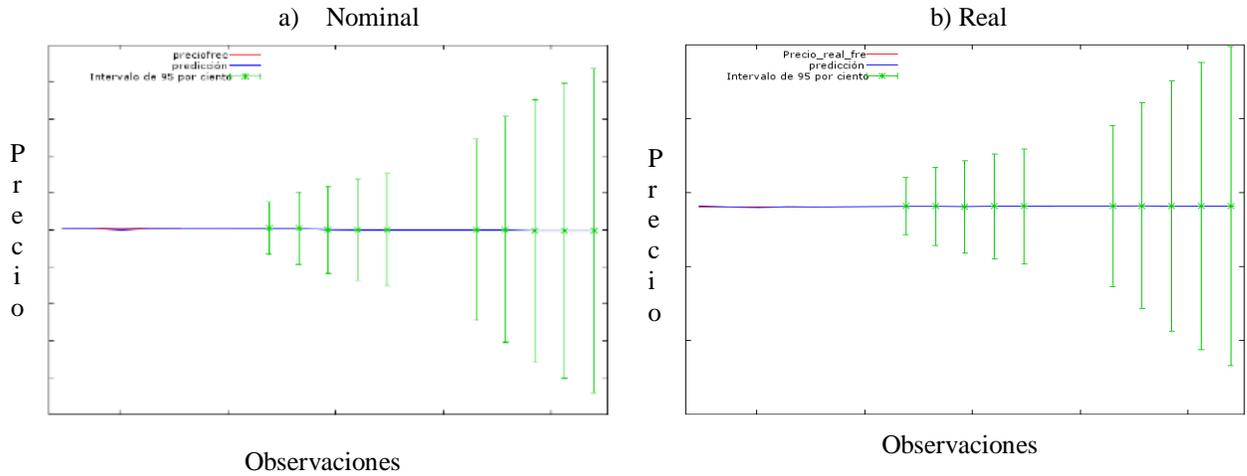
Figura 30. Comportamiento de los pronósticos de precios nominales de Cebolla-Bola en la central de Gómez Palacio usando la muestra recortada.



Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.

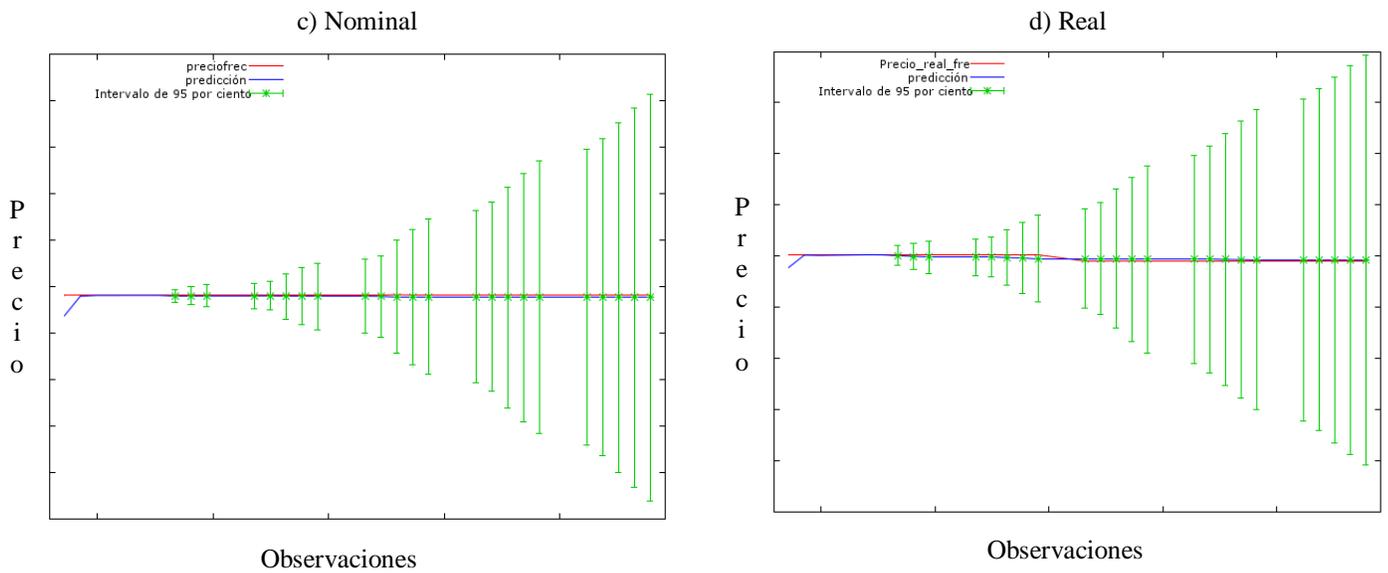
Anexo 7.

Figura 31. Comportamiento de los pronósticos de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de Torreón usando la muestra completa.



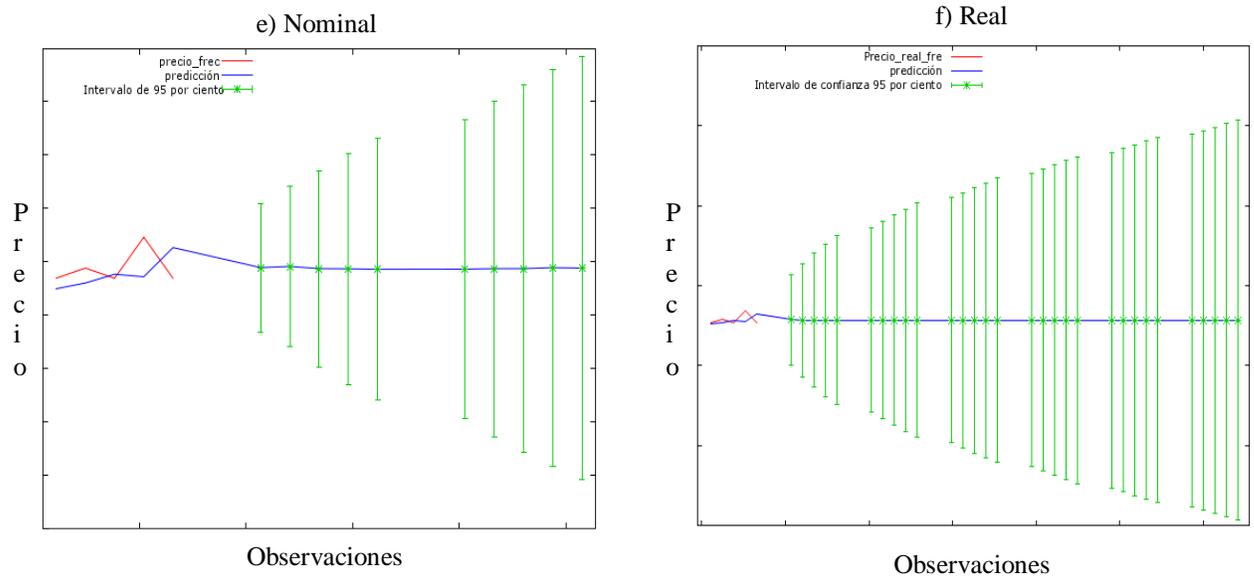
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.

Figura 32. Comportamiento de los pronósticos de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de Torreón usando la muestra recortada.



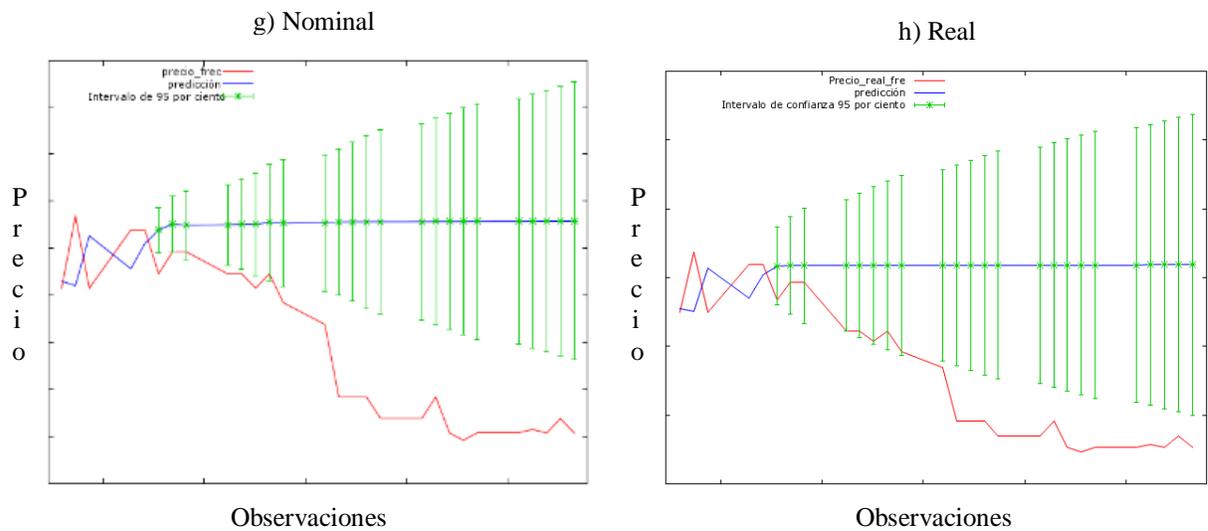
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.

Figura 33. Comportamiento de los pronósticos de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de San Nicolás de los Garza usando la muestra completa.



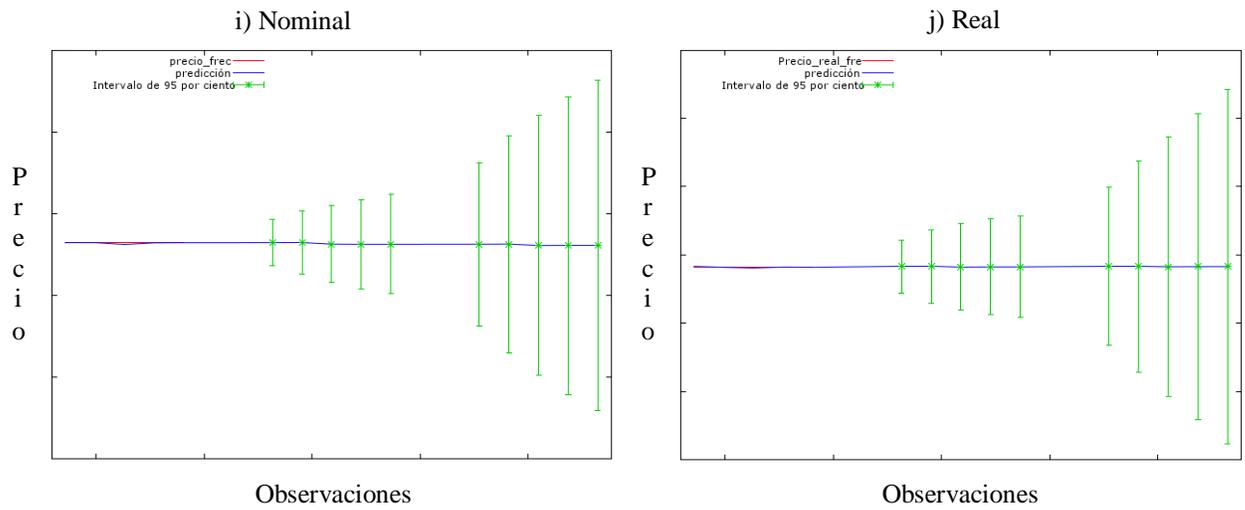
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.

Figura 34. Comportamiento de los pronósticos de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de San Nicolás de los Garza usando la muestra recortada.



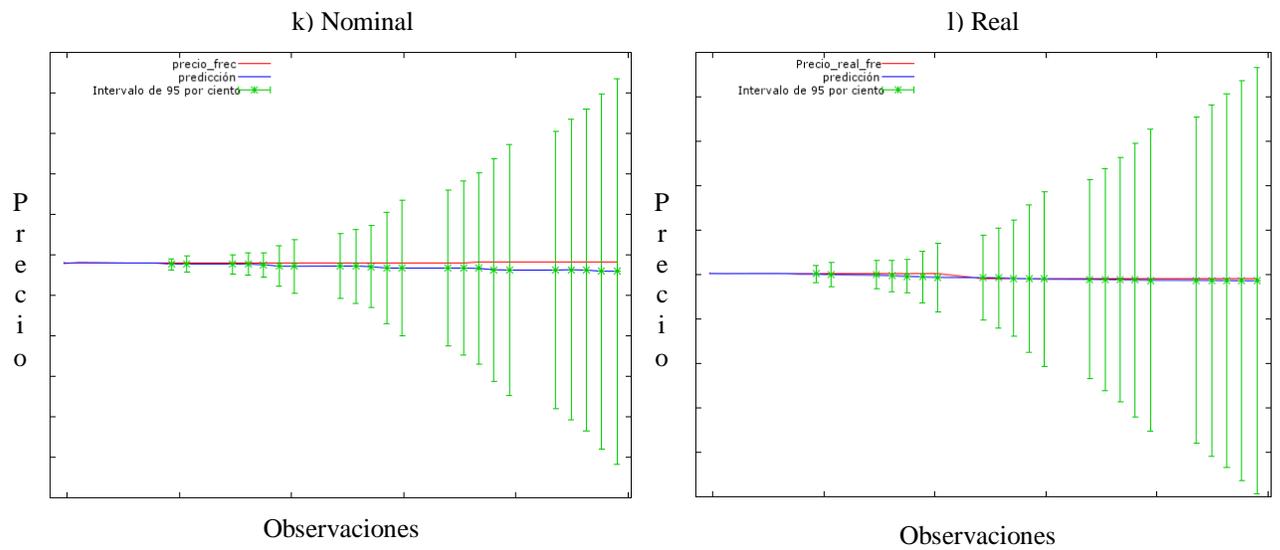
Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.

Figura 35. Comportamiento de los pronósticos de precios nominales de Jitomate Saladette en la central de Gómez Palacio usando la muestra completa.



Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.

Figura 36. Comportamiento de los pronósticos de precios nominales y reales de Jitomate Saladette en la central de Gómez Palacio usando la muestra recortada.



Fuente: elaboración propia mediante el uso del programa Gretl.