

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ECONÓMICA**



**MODELAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE QUINUA EN LA  
REGIÓN DE PUNO, PERIODO 1951-2017.**

ARTÍCULO CIENTÍFICO

**EXAMEN DE SUFICIENCIA DE COMPETENCIA PROFESIONAL**

Presentado por:

**BACH. ANALUZ MAMANI HUANACUNI**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO ECONOMISTA**

PROMOCIÓN 2011

PUNO – PERÚ

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ECONÓMICA

MODELAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE QUINUA EN LA REGIÓN  
DE PUNO, PERIODO 1951-2017.

**ARTÍCULO CIENTÍFICO**

**EXAMEN DE SUFICIENCIA DE COMPETENCIA PROFESIONAL**

**Presentado por:**

Bach. ANALUZ MAMANI HUANACUNI

**Para optar el título de:**

**INGENIERO ECONOMISTA**

APROBADO POR EL JURADO DICTAMINADOR



**PRESIDENTE:**

Dr. Felix OLAGUIVEL LOZA

**PRIMER MIEMBRO:**

Dr. Ronal Paul AVILA CHOQUE

**SEGUNDO MIEMBRO:**

M. Sc. ~~Vladimir Ylich Felipe~~ MAMANI SONCO

**DIRECTOR/ASESOR:**

M. Sc. Marcial MAMANI GUEVARA

Línea : Economía Regional y Local

Fecha de sustentación: 16/10/19

Sublínea : Economía Sectorial

## DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mis hijos quienes me dan fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentan, enseñándome a encarar las adversidades sin desfallecer el intento.

A mis padres quienes por ellos soy lo que soy, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles y por apoyarme con los recursos necesarios para estudiar quienes siempre me enseñaron buenos valores, principios, carácter, empeño, perseverancia y coraje.

Gracias también a mis queridos amigos y docentes que me apoyaron en la elaboración del artículo científico.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mis padres por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a mi familia por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis, por sus aportes, amor e inmensa bondad.

Muy agradecida con mi Universidad por haberme permitido formarme y gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso ya sea de manera directa o indirecta, porque fueron ustedes los responsables de realizar su pequeño aporte que el día de hoy se ve reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
I. INTRODUCCIÓN .....	10
II. MARCO REFERENCIAL .....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
IV. RESULTADOS .....	16
V. CONCLUSIONES .....	24
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25
ANEXOS.....	32

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Producción de quinua en Puno (TM), 1951-2017 .....	16
Figura 2: Raíces inversas de los polinomios AR/MA .....	198
Figura 3: Valores actuales, proyectados y residuales del modelo ARIMA (0, 1, 4) ....	199
Figura 4: Correlograma de los residuos del modelo ARIMA (0, 1, 4).....	20
Figura 5: Prueba de normalidad del modelo ARIMA (0, 1, 4).....	20
Figura 6: Modelamiento de la producción de quinua en Puno con ARIMA (0, 1, 4) ....	21
Figura 7: Valor efectivo y proyectado de la producción de quinua en Puno.....	21

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tests de Estacionariedad .....	17
Tabla 2: Estimación de modelos ARIMA para la producción de quinua en Puno .....	18

## RESUMEN

La producción de quinua (*Chenopodium quinoa*) es de importancia económica y social para la población de la región de Puno, que se encuentra geográficamente ubicada próximo al lago Titicaca (lago navegable más alto del mundo) a una altitud entre 3,500 y 4,100 msnm al sur del Perú. La producción de quinua en la región es el sustento de aproximadamente 100 mil familias rurales donde según cifras del último censo, la región de Puno es una de las regiones más pobres del Perú con una tasa de pobreza de 24.2% de acuerdo al censo 2017. En este sentido, la producción de quinua en la región de Puno es muy importante debido que a más de 3,500 msnm no existen muchas opciones de cultivos, por este motivo es necesario realizar estudios de proyección con la finalidad de planificar las actividades de producción de la quinua, ya que el crecimiento de la población, cambio climático, problemas tecnológicos, problemas en los precios y los problemas en la oferta dificultan la previsión de la producción en el futuro para la región de Puno. El objetivo de esta investigación es aplicar un modelo ARIMA para el modelamiento y proyección de la producción de quinua en Puno utilizando la metodología de Box-Jenkins. El estudio considera datos anuales entre los años 1951 a 2017 extraídos del MINAGRI y BCRP (Puno). El mejor modelo que se encontró para la producción de quinua en Puno fue ARIMA (0, 1, 4) utilizando los criterios AIC (Akaike) y SC (Schwarz). Luego, el estudio es de utilidad para la planificación de las actividades de producción de la quinua y decisiones de política en el sector agropecuario.

**Palabras clave:** Agropecuario, ARIMA, *Chenopodium quinoa*, proyección.



## ABSTRACT

The production of quinoa (*Chenopodium quinoa*) is of economic and social importance for the population of the Puno region, which is located next to Lake Titicaca (highest navigable lake in the world) at an altitude between 3,500 and 4,100 meters above sea level. Peru. The production of quinoa in the region is the livelihood of approximately 100 thousand rural families in the region where according to figures from the last census, the Puno region is one of the poorest regions of Peru with a poverty rate of 24.2%. In this sense, the production of quinoa in the Puno region is very important because at more than 3,500 masl there are not many crop options, for this reason it is necessary to carry out projection studies in order to plan the production activities of the quinoa as population growth, climate change, technological problems, problems in prices and problems in supply make it difficult to forecast production in the future for the Puno region. The objective of this research is to apply an ARIMA model for the modeling and projection of quinoa production in Puno using the Box-Jenkins methodology. The study considers annual data between the years 1951 to 2017 extracted from the MINAGRI and BCRP (Puno). The best model found for the production of quinoa in Puno was ARIMA (0, 1, 4) using the criteria AIC (Akaike) and SC (Schwarz). Then, the study is useful for the planning of quinoa production activities and policy decisions in the agricultural sector.

**Keywords:** Agricultural, ARIMA, *Chenopodium quinoa*, forecasting.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 años el cultivo de quinua viene adquiriendo importancia económica, técnico-científico y social; principalmente como fuente de generación de empleo e ingresos económicos para las familias rurales, para las pequeñas y medianas organizaciones y grandes empresas dedicadas a la producción, agroindustria y comercialización del producto; por la demanda de innovaciones y de transferencia tecnológica y sobre todo como una alternativa para la seguridad alimentaria de la humanidad. Sin embargo, en el ámbito regional de Puno, los problemas que afrontan los productores de quinua son: la baja productividad y calidad del producto, deficiente asociatividad con visión empresarial, desorganizada articulación al mercado, aspectos que son posibles de mejorar a través de la interacción de los agentes económicos de la cadena productiva.

Respecto a la situación actual de la producción de quinua, se tiene que en la campaña agrícola 2010-2011 se sembró aproximadamente 27,189 hectáreas de quinua, con rendimiento promedio de 1,118 kg/ha y una producción de 32,224 toneladas. Esta producción está en manos de los pequeños y medianos productores individuales u organizadas en forma de asociaciones, concentradas en mayor porcentaje en la zona agroecológica circunlacustre, zonas Suni A y Suni B de la región. Los problemas que aún afrontan los productores son: la baja calidad y escasa estandarización del producto, producción estacionaria, venta individualizada y escalonada en pequeñas cantidades (arroba), con acceso solo a mercados locales y ferias dominicales, donde reciben precios muy variados; bajos en los meses de cosecha y post-cosecha (abril, mayo, junio) y altos en los meses de octubre a febrero, lo que muestra claramente una producción, articulación desorganizada y desordenada del producto al mercado interno y externo.

Por otra parte, las instituciones públicas y privadas involucradas en el sistema de producción, intermediación, agroindustria, comercialización; así como los proveedores de insumos, máquinas y equipos, participan y compiten individualmente, sacando ventajas e intereses, demostrando una falta de integración y articulación entre los agentes productivos y de servicios que coadyuven al verdadero desarrollo integral del cultivo de quinua en la región.

Las actuales circunstancias de globalización y competitividad exigen la participación concertada de las instituciones, la asociatividad de los productores, de transformadores y comercializadores, la participación de los agentes que prestan servicios y proveen insumos, para lograr el funcionamiento de la cadena productiva. En este panorama la Dirección Regional Agraria del Gobierno Regional Puno, a través del Proyecto “Desarrollo de Capacidades de la Cadena Productiva de Quinua en la Región Puno”, viene fomentando y realizando el desarrollo de capacidades y asistencia técnica bajo el enfoque de la cadena productiva en las comunidades de la región Puno.

El objetivo principal de esta investigación es identificar un modelo ARIMA propuesto por Box & Jenkins (1976) que será usado para el modelamiento y la proyección de la producción de quinua en la región de Puno, que será de utilidad para los encargados de la previsión y desarrollo de capacidades para la producción de la quinua.

El resto del documento se organiza como sigue: la sección siguiente presenta el marco teórico o referencia, los materiales y métodos necesarios para el desarrollo del trabajo, seguidamente la presentación de los resultados y finalmente las conclusiones más importantes del presente estudio.

## II. MARCO REFERENCIAL

Al respecto se menciona algunos trabajos que utilizan esta metodología para el modelamiento de la producción de quinua y productos comestibles con modelos ARIMA, se encuentran los trabajos de Moyazzem H & Abdulla (2015) que modelaron la producción de papa en Bangladesh encontrando como el más adecuado al modelo ARIMA (0, 2, 1); Singh, Kumar, & Prabakaran (2013) encontraron que los modelos ARIMA (2, 1, 2) y ARIMA (2, 1, 0) son los modelos que mejor se ajustan a la producción de arroz en las provincias de la India; Erikson (1993) utilizó diversos modelos de series de tiempo para el precio de la papa en Utah; Laurente (2018) utilizó la metodología de Box-Jenkins para el modelamiento y proyección de la papa en la región de Puno-Perú, encontrando que el modelo SARIMA (1, 1, 2)(1, 0, 1)<sub>12</sub> es el modelo más adecuado para la producción de la papa en esa región; Hossian & Abdulla (2015) utilizan modelos de series de tiempo para la producción de piña en Bangladesh, encontraron que el modelo ARIMA (0, 2, 1) es el que mejor modela a la producción de pina; Hossain, Samad, & Ali (2008) utilizaron modelos ARIMA para el modelamiento y proyección de los precios de los productos en Bangladesh encontrando que los modelos ARIMA (3, 1, 3)(2, 0, 2)<sub>12</sub> y ARIMA (3, 1, 2)(3, 0, 2)<sub>12</sub> son los que adecuadamente modelan los precios de los productos; Paul et al., (2013) estudiaron el modelamiento de la producción de la exportación de carne en la India encontrando que los modelos SARIMA son los que mejor modelan y proyectan la proyección de la carne en ese país; Shuhla & Jharkharia (2015) aplicaron modelos ARIMA para el mercado de vegetales encontrando que el mejor modelo que proyecta la producción de vegetales es el modelo ARIMA (2, 0, 1). También están las aplicaciones de los modelos ARIMA para el precio de la papa, así el trabajo de Dhakre & Bhattacharya (2014) utiliza el análisis estadístico y los modelos ARIMA para el precio de la papa y diversos productos agrícolas, de este modo encontraron que el

modelo ARIMA (2, 1, 1) es el mejor modelo que captura los precios de los productos agrícolas en la India; Anwar, Shabbir, Shahid, & Samreen (2015) sobre los determinantes de los precios de la papa para el caso de Pakistan encontraron que los modelos ARIMA son los más adecuados para el precios de los productos agrícolas; Alioune (2008) y Amiri, Bakhshoodeh, & Najafi (2011) utilizaron modelos geoestadísticos para aproximar los beneficios de la producción de productos agrícolas. Asimismo, trabajos relacionados a las temperatura de producción de productos agrícolas y latitudes necesarias el trabajo de Haverkort (1990); respecto del cambio climático el trabajo de Hijmans (2003); respecto de la historia y descripción de los principales cultivos en el Perú los trabajos de Sánchez (2016), Chávez (2008), MINAGRI (2017); relacionados a la evolución de los cultivos agrícolas están los trabajos de Spooner & Hetterscheid (2005) y Rodriguez (2010); respecto a las variedades se encuentran los trabajos de Ponce (2013) y Cahuana & Arcos (2002); información nutricional de los productos andinos como la papa, la quinua y la cañihua se encuentra en Peña (2015), Loyola et al., (2010) y Muñoz (2014).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

La selección de los materiales y métodos para la presente investigación comprende de dos partes: la descripción de los datos a utilizar y la metodología ARIMA de Box & Jenkins (1976) para la aplicación del modelo ARIMA para la producción de la quinua en la región de Puno.

#### *Datos*

Se utilizó información estadística con período anual para la producción de quinua en la región de Puno para el período 1951 a 2017 que fueron extraídos de la página web del Ministerio de Agricultura (MINAGRI, 2019). Para el análisis econométrico y la aplicación del modelamiento ARIMA se empleó el software Eviews 9.

#### *Metodología ARIMA de Box-Jenkins*

El presente trabajo utiliza el modelo ARIMA propuesto por Box & Jenkins (1976) que sugiere como procedimiento: un análisis preliminar a los datos de la variable de estudio, de tal modo que sea un proceso estocástico estacionario; la identificación de un modelo tentativo especificando el orden  $(p, d, q)$  del modelo ARIMA, haciendo uso de las funciones de autocorrelación y correlación parcial de la serie; la estimación de los modelos ARIMA identificados en el paso previo, para ello se utiliza el método de mínimos cuadrados o el método de máxima verosimilitud. Luego, para la selección de los modelos ARIMA identificados se hace uso del Criterio de Información de Akaike (AIC) propuesto por Akaike (1974) y Criterio de Información Bayesiano de Schwarz (SBIC) propuesto por a Schwarz (1978). Para el diagnóstico de los resultados obtenidos de la estimación, se utiliza los tests estadísticos de significancia individual, significancia conjunta, entre otros que serán útiles para contrastar la significancia estadística de los parámetros y residuos del modelo. Finalmente, se realiza la proyección con el modelo

ARIMA seleccionado para un adecuado modelamiento y proyección de la serie estadística.

A continuación se presenta la representación matemática del modelo ARIMA, para ello se definen los procesos AR ( $p$ ) y MA ( $q$ ) a continuación

$$Y_t = \sum_{i=1}^p \phi_i Y_{t-i} + \varepsilon_t,$$

$$Y_t = \varepsilon_t + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i}.$$

Un modelo ARIMA ( $0, d, 0$ ) es una serie temporal que se convierte en un proceso de ruido blanco después de ser diferenciada  $d$  veces. El modelo ARIMA ( $0, d, 0$ ) se expresa como  $(1-L)^d Y_t = \varepsilon_t$  o lo que es lo mismo como  $Y_t - Y_{t-d} = \varepsilon_t$ . La formulación general de un modelo ARIMA ( $p, d, q$ ) se denomina *proceso integrado de medias móviles* de orden ( $p, d, q$ ) y se escribe como

$$Y_t - Y_{t-d} = \sum_{i=1}^p \phi_i Y_{t-i} + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i},$$

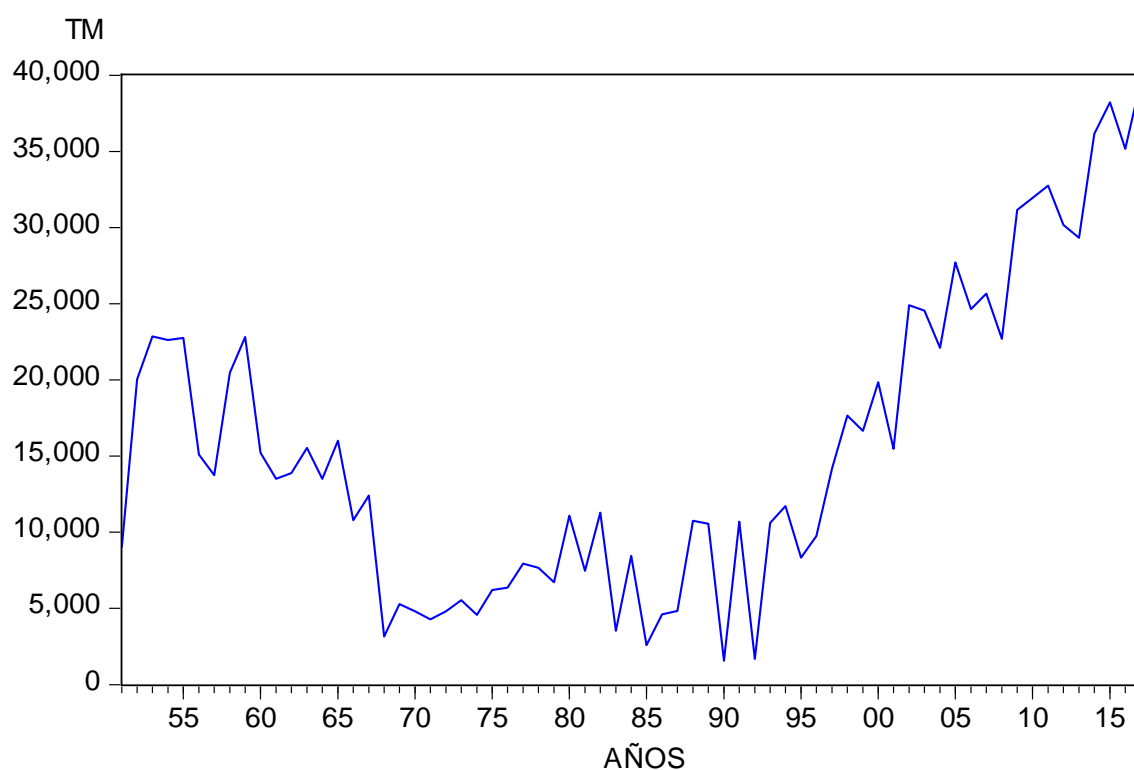
o en su forma compacta,

$$(1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p)(1-L)^d Y_t = (1 - \theta_1 L - \theta_2 L^2 - \dots - \theta_q L^q) \varepsilon_t.$$

Las series con tendencia secular y variaciones cíclicas pueden representarse con los modelos ARIMA ( $p, d, q$ )( $P, D, Q$ ). El primer paréntesis se refiere a la tendencia secular o parte regular y el segundo paréntesis a las variaciones estacionales o parte cíclica de la serie.

## IV. RESULTADOS

Para la presentación de los resultados se utiliza los pasos indicados en la subsección anterior. Para el análisis preliminar, la Figura 1 muestra la evolución de la producción de quinua en la región de Puno en toneladas métricas (TM) donde en promedio en los períodos 1951 a 2017 se tiene un valor promedio de 15,488.40 TM con un mínimo de 1,574.00 TM y un máximo de 39,610.00 TM, presentando un crecimiento acelerado desde el año 1995 a 2017.



**Figura 1: Producción de quinua en Puno (TM), 1951-2017**

Fuente: Elaboración propia

Como primer paso se determina si la serie es estacionaria, para ello se utiliza los test de estacionariedad ADF de Dickey & Fuller (1979) y PP de Phillips & Perron (1988) que se muestran en la Tabla 1.



**Tabla 1: Tests de Estacionariedad**

Variable	Con intercepto		Con intercepto y tendencia	
	Nivel	Primera diferencia	Nivel	Primera diferencia
Test de ADF	0.0173	-12.6361*	-0.9800	-13.0032*
(Prob.)	(0.9564)	(0.0000)	(0.9394)	(0.0001)
Test de PP	-0.5232	-12.7843*	-1.2694	-33.9047*
(Prob.)	(0.8793)	(0.000)	(0.8867)	(0.0000)

Nota: Asterisco (\*) denota serie estacionaria al 5% de significancia.

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 1 muestra los resultados de los test de estacionariedad a un nivel de 5% de significancia y se concluye que la producción de quinua es no estacionaria en niveles al 5% de significancia. Para este propósito se calculó la serie en primeras diferencias para los test de ADF y PP, la serie es estacionaria o  $I(0)$  a un 5% de significancia, de este modo la variable producción de quinua en niveles es  $I(1)$ . Para la estimación se utilizó varios modelos autoregresivos (AR), medias móviles (MA) y modelos autoregresivos integrados y de medias móviles (ARIMA) utilizando la metodología de mínimos cuadrados que se muestran en la Tabla 2 para determinar el comportamiento de la producción de quinua en Puno para el período 1951 - 2017.

**Tabla 2: Estimación de modelos ARIMA para la producción de quinua en Puno**

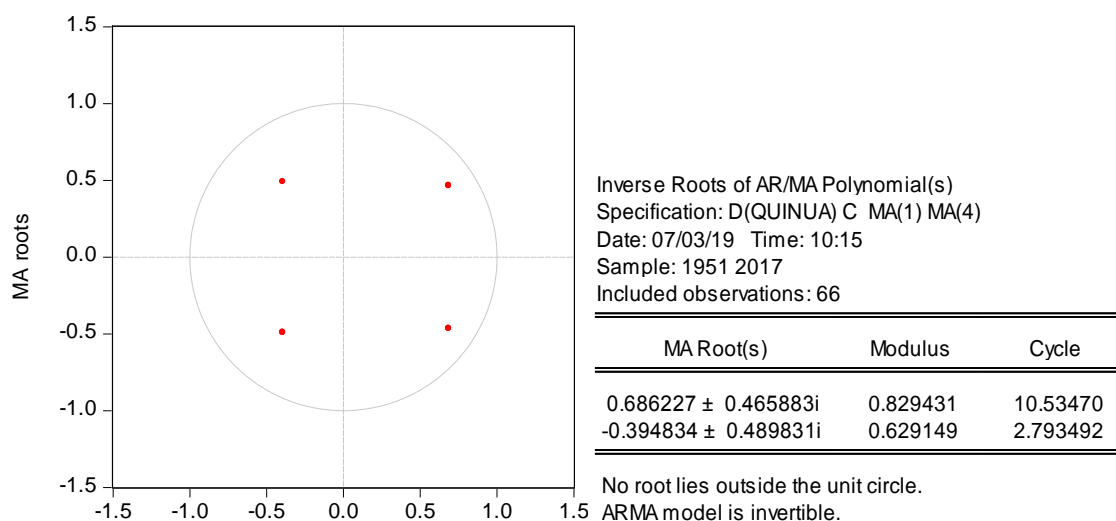
Variable	Coefficiente	t-Statistic	AIC/SBC	DW
<i>Modelo 1</i>				
constante	397.2781	1.0810	AIC = 19.5729	1.8975
AR(1)	-0.4262	-4.0837	SC = 19.6724	
<i>Modelo 2</i>				
constante	363.2362	1.2253	AIC = 19.5653	1.8897
MA(1)	-0.4511	-3.3365	SC = 19.6648	
<i>Modelo 3</i>				
constante	385.2614	1.0759	AIC = 19.5261 SC = 19.6588	1.7635
MA(1)	-0.5828	-5.5207		
MA(4)	0.2723	2.2545		
<i>Modelo 4</i>				
constante	369.5520	1.1955	AIC = 19.5906 SC = 19.7233	1.8129
AR(1)	-0.1502	-0.5825		
MA(1)	-0.3381	-1.2086		
<i>Modelo 5</i>				
constante	369.2953	1.1766	AIC = 19.6193 SC = 19.7852	1.8114
AR(1)	0.2414	0.2036		
MA(1)	-0.4369	-0.4941		
SAR(1)	-0.2893	-0.7699		
<i>Modelo 6</i>				
constante	369.6138	1.1990	AIC = 19.6173 SC = 19.7832	1.8068
AR(1)	-0.5338	-0.4228		
MA(1)	0.4248	0.2870		
SMA(1)	-0.3797	-1.3088		
<i>Modelo 7</i>				
constante	368.2663	1.1745	AIC = 19.6464 SC = 19.8455	1.8184
AR(1)	0.1420	0.1049		
MA(1)	0.3438	0.1791		
SAR(1)	-0.5208	-0.4373		
SMA(1)	-0.4451	-0.6672		

Notas: AIC y SBIC son el Criterio de Información de Akaike y Criterio de Schwarz, respectivamente. DW se refiere al estadístico Durbin-Watson de autocorrelación.

Fuente: Elaboración propia

Para la elección del mejor modelo ARIMA se utiliza el Criterio de Información de Akaike (AIC) propuesto por Akaike (1974) y Criterio de Información de Schwarz (SC) propuesto por Schwarz (1978) que indican que el mejor modelo con sus determinantes estadísticamente significativos, es aquel que posee el menor valor de los estadísticos de AIC y SC. De la Tabla 2 se tiene que el modelo que mejor modela el comportamiento de

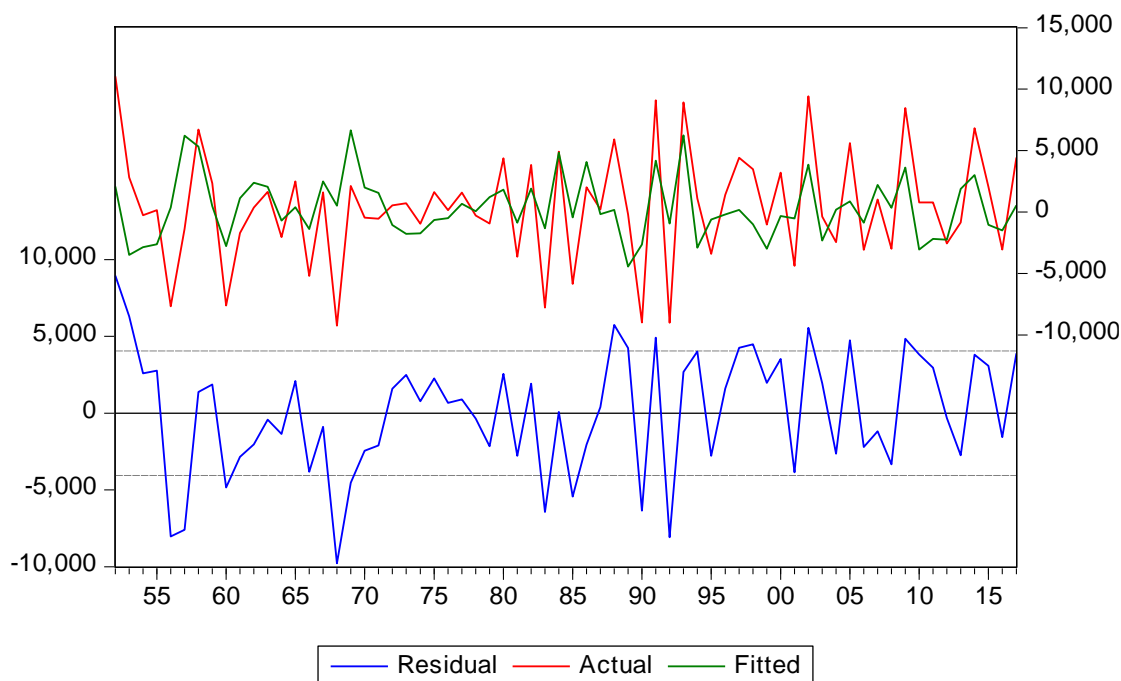
la producción de quinua en Puno es el Modelo 3, identificado como ARIMA (0, 1, 4), es el mejor modelo para representar a la producción de quinua en la región de Puno.



**Figura 2: Raíces inversas de los polinomios AR/MA**

Fuente: Elaboración propia

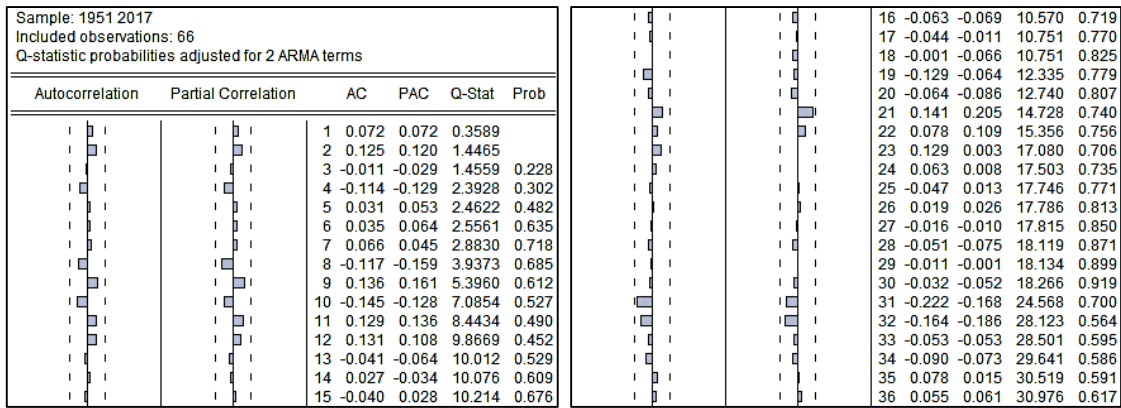
Para el diagnóstico del modelo ARIMA (0, 1, 4) que se encontró en el paso anterior, la Figura 2 muestra que las raíces de todos los AR y MA se encuentran dentro del círculo unitario debido que son menores a 1, lo que muestra que el modelo ARIMA (0, 1, 4) es estable al igual que los errores, luego el modelo se puede usar para modelar y proyectar la producción de quinua en la región de Puno.



**Figura 3: Valores actuales, proyectados y residuales del modelo ARIMA (0, 1, 4)**

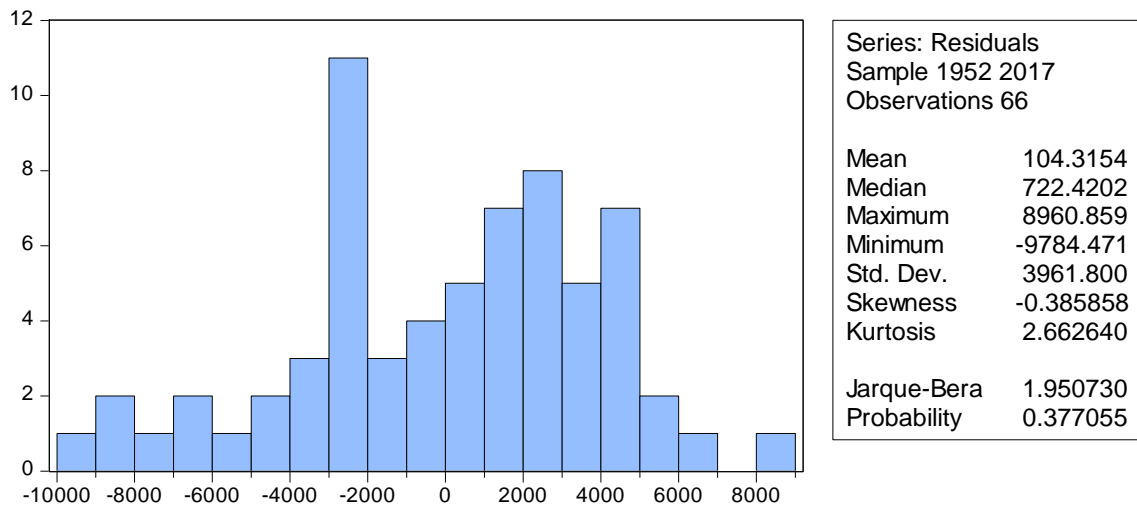
Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, la Figura 3 muestra los valores actuales, los valores proyectados y los residuos del modelo ARIMA (0, 1, 4). Para la evaluación de la existencia de correlación serial al modelo ARIMA (0, 1, 4) la Figura 4 muestra el correlograma para el modelo mediante el estadístico Q de Ljung-Box (Ljung & Box, 1978), que indica que hay ausencia de autocorrelación en los residuos, es decir, el comportamiento se asemeja al de un ruido blanco. Se observa además que todos los coeficientes caen dentro de la banda de confianza al 95% y los p-valores asociados al estadístico Q de Ljung-Box para cada retardo (*p-value*) son los suficientemente grandes como para no rechazar la hipótesis nula que todos los coeficientes son nulos. Asimismo, de la Tabla 2 se observa que el Modelo 3 dado por ARIMA (0, 1, 4) no presenta problemas de autocorrelación debido que el estadístico de Durbin-Watson (DW) se encuentra cerca de 2 (Durbin & Watson, 1950, 1971b, 1971a). En consecuencia los residuos del modelo ARIMA (0, 1, 4) se encuentran no correlacionados.



**Figura 4: Correlograma de los residuos del modelo ARIMA (0, 1, 4)**

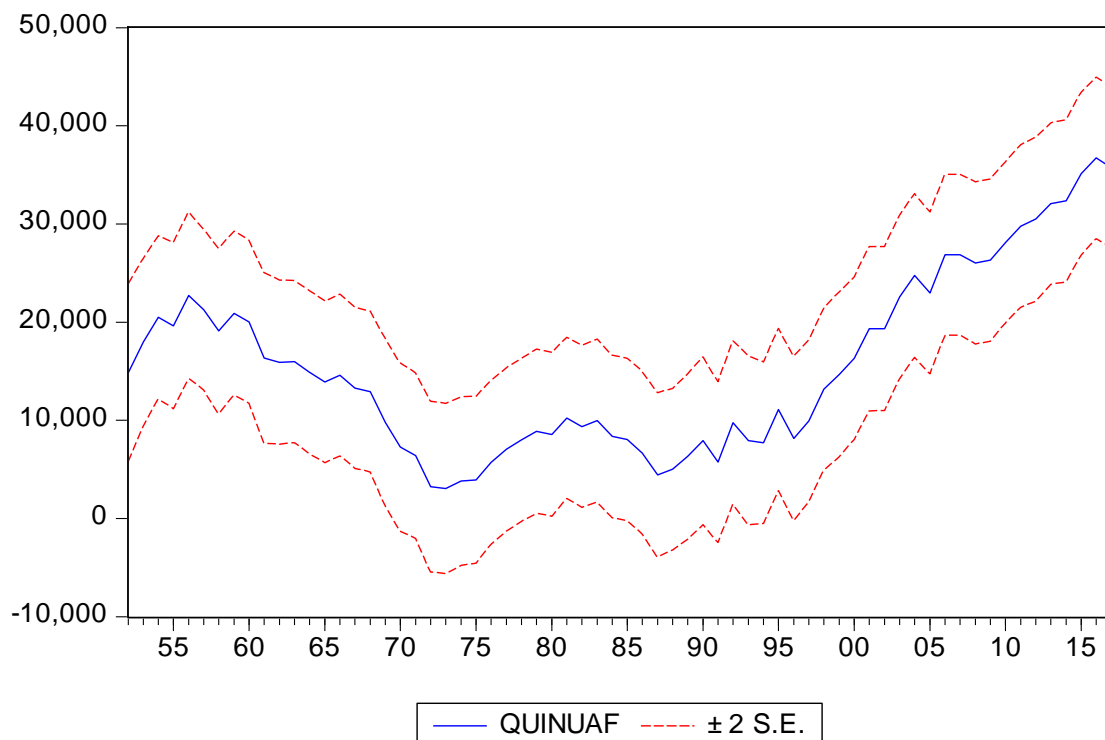
Fuente: Elaboración propia



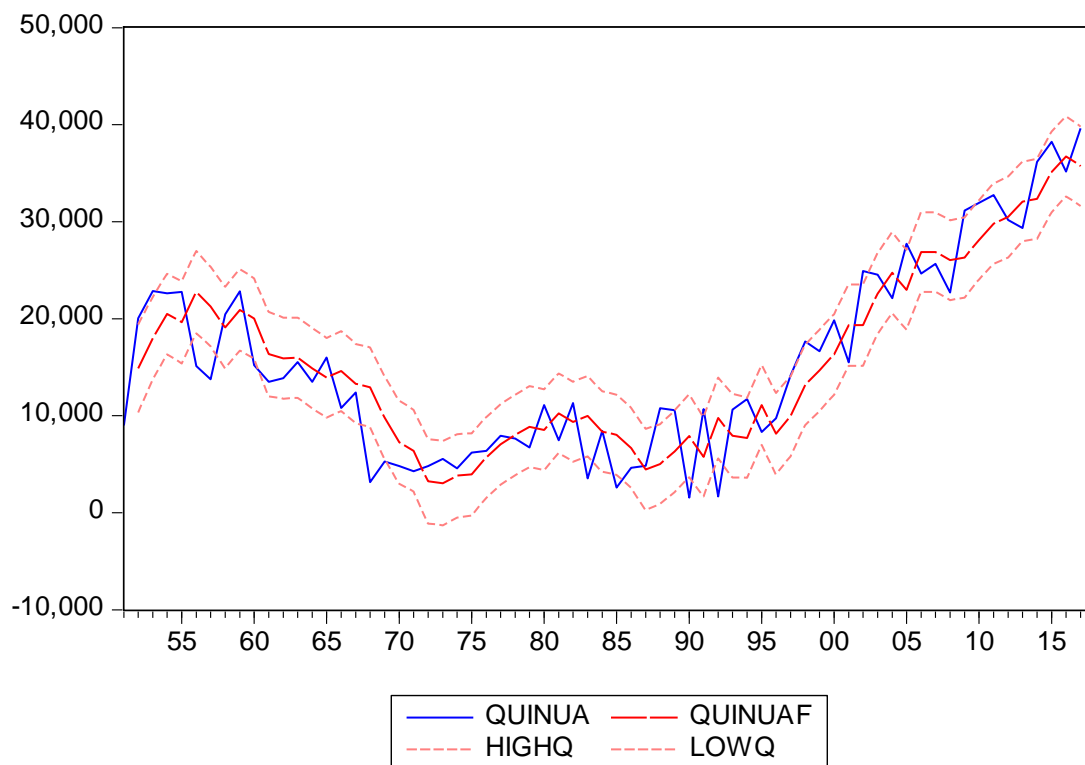
**Figura 5: Prueba de normalidad del modelo ARIMA (0, 1, 4)**

Fuente: Elaboración propia

Para la prueba de normalidad de los errores se utilizó el estadístico de Jarque-Bera propuesto por Jarque & Bera (1980, 1981, 1987). Es una prueba de bondad de ajuste para verificar que los residuos del modelo se comportan como una función normal. En la Figura 5 se muestran los resultados del estadístico de Jarque-Bera que dieron un valor de su probabilidad igual a cero lo que indica el rechazo de la hipótesis de normalidad de los errores. Sin embargo, pese a la ausencia de normalidad en los errores se puede concluir que por el teorema central del límite los errores se comportan como una función normal conforme se incrementa el número de información (Laurente & Poma, 2016).



**Figura 6: Modelamiento de la producción de quinua en Puno con ARIMA (0, 1, 4)**  
 Fuente: Elaboración propia



**Figura 7: Valor efectivo y proyectado de la producción de quinua en Puno**  
 Fuente: Elaboración propia

Después del examen de diagnóstico realizado al modelo ARIMA (0, 1, 4), se realiza la proyección de la variable de estudio (Box & Jenkins, 1976). Tales resultados se muestran en la Figura 7 donde la variable *quinuaf* es la proyección con el modelo ARIMA de la variable producción de quinua en Puno y la variable *quinua* es la variable con los datos originales que se utilizaron para el modelamiento.

## V. CONCLUSIONES

El presente trabajo aplica modelos ARIMA para el modelamiento de la producción de quinua en la región de Puno utilizando datos anuales para el período anual 1951 a 2017. Basado en el Criterio de Información de Akaike (AIC) y Criterio de Información de Schwarz (SC) se seleccionó el mejor modelo ARIMA de Box & Jenkins (1976) para la proyección de la producción de quinua en Puno. Los resultados muestran que el modelo ARIMA (0, 1, 4) es el más apropiado para capturar el comportamiento de la producción de quinua en la región de Puno. Luego, los resultados de esta investigación ayudarán a planificar las actividades de producción de quinua.

Como trabajos futuros se pretende utilizar otros métodos de modelamiento y proyección para los principales cultivos del departamento de Puno y que tales resultados sirvan como base de comparación y promueva la investigación en temas agropecuarios en esta región del Perú.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akaike, H. (1974). A New Look at the Statistical Model Identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19(6), 716–723.  
<https://doi.org/10.1109/TAC.1974.1100705>
- Alioune, D. (2008). Alternative Forecasting Techniques for Vegetable Prices in Senegal. *Bureau d'analyses Macro-Économiques (BAME)*, 1(3), 5–10. Retrieved from [http://www.bameinfopol.info/IMG/pdf/Dieng\\_MP\\_1\\_.pdf](http://www.bameinfopol.info/IMG/pdf/Dieng_MP_1_.pdf)
- Amiri, A., Bakhshoodeh, M., & Najafi, B. (2011). Forecasting seasonality in prices of potatoes and onions: challenge between geostatistical models, neuro fuzzy approach and Winter method. *Munich Personal RePEc Archive*, (44017). Retrieved from <https://mpa.ub.uni-muenchen.de/34093/>
- Anwar, M., Shabbir, G., Shahid, H., & Samreen, W. (2015). Determinants of Potato Prices and its Forecasting: A Case Study of Punjab, Pakistan. *Munich Personal RePEc Archive*, (41193). Retrieved from <https://mpa.ub.uni-muenchen.de/66678/>
- Araneta, G. Fotografía Profesional: “REINA DE LOS ANDES” LA PAPA Solanum tuberosum (2010). Retrieved from <http://gloria-araneta.blogspot.com/2010/05/reina-de-los-andes-la-papa-solanum.html>
- Box, G., & Jenkins, G. M. (1976). *Time Series Analysis: forecasting and control*. Oakland, California: Holden-Day.
- Cahuana, R., & Arcos, J. (2002). *Variedades nativas y mejoradas de papa en Puno*. INIA (Vol. 1). Retrieved from [http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/898/1/Cahuana-Variedades\\_nativas\\_Papa.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/898/1/Cahuana-Variedades_nativas_Papa.pdf)

- CEPES. (2005). Papa: ¿Por qué caen los precios? *La Revista Agraria*, 62(5). Retrieved from <https://larevistaagrariaperu.org/2005-2/>
- Chávez, P. La Papa, Tesoro de los Andes, Presentación (2008). Retrieved from [http://fci.uib.es/digitalAssets/177/177040\\_peru.pdf](http://fci.uib.es/digitalAssets/177/177040_peru.pdf)
- Dhakre, D. S., & Bhattacharya, D. (2014). Price Behaviour of Potato in Agra Market - A statistical analysis. *Society of Extension Education*, 14(2), 12–15. Retrieved from <https://www.seea.org.in/vol14-2-2014/03.pdf>
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427–431. <https://doi.org/10.2307/2286348>
- Durbin, J., & Watson, G. S. (1950). Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression. I. *Biometrika Trust*, 58(1), 409–428. <https://doi.org/10.2307/2332391>
- Durbin, J., & Watson, G. S. (1971a). Testing for serial correlation in least squares regression. III. *Biometrika*, 58(1), 1–19. <https://doi.org/10.1093/biomet/58.1.1>
- Durbin, J., & Watson, G. S. (1971b). Testing for serial correlation in least squares regression.II. *Biometrika*, 58(1), 1–19. <https://doi.org/10.1093/biomet/58.1.1>
- Erikson, G. R. (1993). *A Comparison of Models to Forecast Annual Average Potato Prices in Utah*. Utah State University. Retrieved from <https://digitalcommons.usu.edu/etd>
- FAO. (2010). *La papa un alimento con tradición, nutrición y sabor. Recetario de Platillos Tradicionales del Altiplano Marquense*. Retrieved from <http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/6/12880327433890/recetariocorregidobajaresolucionfinal.pdf>

Haverkort, A. J. (1990). Ecology of potato cropping systems in relation to latitude and altitude. *Agricultural Systems*, 32(3), 251–272. [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(90\)90004-A](https://doi.org/10.1016/0308-521X(90)90004-A)

Hijmans, R. (2003). The Effect of Climate Change on Global Potato Production. *American Journal of Potato Research*, 2100, 271–279. Retrieved from [https://saiplatform.org/uploads/Library/Climate\\_change\\_potato.pdf](https://saiplatform.org/uploads/Library/Climate_change_potato.pdf)

Hossain, Z., Samad, Q., & Ali, Z. (2008). ARIMA model and forecasting with three types of pulse prices in Bangladesh: a case study. *International Journal of Social Economics*, 35(5), 380–395. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/03068290610651652>

Hossian, M., & Abdulla, F. (2015). A Time Series Analysis for the Pineapple Production in Bangladesh. *Jahangirnagar University Journal of Science*, 38(2), 49–59. <https://doi.org/10.3844/jmss.2015.93.98>

INEI. (2017a). *Perú: Perfil Sociodemográfico*. Lima, Perú. Retrieved from [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1539/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/)

INEI. (2017b). Perú Instituto Nacional de Estadística e Informática - Estadísticas de pobreza. Retrieved March 21, 2019, from <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/living-conditions-and-poverty/>

INFOODS. (2010). *Tablas peruanas de composición de alimentos del Ministerio de Salud de la República de Salud del Perú*. Retrieved from <http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla de Alimentos.pdf>

- Jarque, C., & Bera, A. (1980). Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. *Economics Letters*, 6(4), 255–259.  
[https://doi.org/10.1016/0165-1765\(81\)90035-5](https://doi.org/10.1016/0165-1765(81)90035-5)
- Jarque, C., & Bera, A. (1981). Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals Monte Carlo Evidence. *Journal of the American Statistical Association*, 7, 313–318. [https://doi.org/doi:10.1016/0165-1765\(81\)90035-5](https://doi.org/doi:10.1016/0165-1765(81)90035-5)
- Jarque, C., & Bera, A. (1987). A test for Normality of observations and Regression Residuals. *International Statistical Review*, 55(2), 163–172. <https://doi.org/DOI:10.2307/1403192>
- Julca, B. (2016). *Impacto del Gorgojo de los Andes (Premnotrypes spp.) en la producción y comercialización del chuño blanco en las economías campesinas del departamento de Puno. Extracción Y Caracterización De Aceite Vegetal De Las Semillas De Uva Borgoña (Vitis Vinifera) Utilizando Enzimas*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2232/L73-C6-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Laurente, L. (2018). Proyección de la producción de papa en Puno mediante la metodología de Box-Jenkins. *Semestre Económico*, 7(1), 7–24.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26867/se.2018.1.72>
- Laurente, L., & Poma, R. (2016). *Introducción a la teoría de las probabilidades* (Primera Ed). Puno, Perú.
- Ljung, G., & Box, G. (1978). Biometrika Trust On a Measure of Lack of Fit in Time Series Models. *Biometrika*, 65(2), 297–303.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1093/biomet/65.2.297>

Loyola, N., Oyarce, E., & Acuña, C. (2010). Evaluación del Contenido de Almidón en Papas (*Solanum tuberosum*, SP. *Tuberosum* CV. *Desirée*), producidas en forma Orgánica y Convencional en la provincia de Curicó, Región del Maule. *Evaluation*, (2002), 41–52. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292010000200005>

MINAGRI. (2017). *Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana*. Retrieved from <http://www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2017?download=11225:boletin-de-produccion-nacional-de-papa>

MINAGRI. (2019). Sistemas de Informacion | Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias, años 1950 - 2017. Retrieved February 25, 2018, from [http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta\\_cult](http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult)

MINCETUR. (2014). Series estadísticas de la región de Puno, año 2014.

Moyazzem, M., & Abdulla, F. (2015). Forecasting Potato Production in Bangladesh by ARIMA Model. *Asian Journal of Crop Science*, 7(2), 147–153. <https://doi.org/10.3923/ajcs.2015.147.153>

Muñoz, M. (2014). Composición y aportes nutricionales de la papa. *Revista Agrícola*, 36–37. Retrieved from [http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2014/09/revista\\_agricola\\_octubre\\_36-37.pdf](http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2014/09/revista_agricola_octubre_36-37.pdf)

Paul, R. K., Panwar, S., Sarkar, S. K., Kumar, A., Singh, K. N., Farooqi, S., & Choudhary, V. K. (2013). Modelling and Forecasting of Meat Exports from India. *Agricultural Economics Research Review*, 26(2), 249–255. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/edd8/64cd2f316f8725663c4ae82162710d6c9711.p>

- Peña, C. B. (2015). *Evaluación del contenido nutricional y actividad antioxidante en Solanum tuberosum grupo Phureja*. Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/50055/>
- Phillips, G. D. A., & Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75(2), 335–346. <https://doi.org/10.2307/2336182>
- Ponce, R. (2013). *Caracterización molecular de las variedades de papas cultivadas (Solanum spp.) más importantes del Perú mediante el uso de microsatélites*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Retrieved from [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3228/1/Amambal\\_aj.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3228/1/Amambal_aj.pdf)
- PROEXPANSION. (2011). *Cambios del sector papa en el Perú en la última década: Los aportes del proyecto Innovación y Competitividad de la Papa (INCOPA)*. Retrieved from <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/73171/75526.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Rodriguez, L. E. (2010). Origen y evolución de la papa cultivada. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 28(1), 9–17. Retrieved from <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/17588/37339>
- Sánchez, M. (2016). *Cultivo de la Papa en Ancash*. Retrieved from [https://agroancash.gob.pe/agro/wp-content/uploads/2016/07/la\\_papa.pdf](https://agroancash.gob.pe/agro/wp-content/uploads/2016/07/la_papa.pdf)
- Schwarz, G. (1978). Estimating the Dimension of a Model. *The Annals of Statistics*, 6(2), 461–464. <https://doi.org/10.1214/aos/1176344136>
- Shuhla, M., & Jharkharia, S. (2015). Applicability of ARIMA models in wholesale vegetable market: An investigation. *International Journal of Agricultural and*

*Statistical Sciences*, 11(1), 69–72. <https://doi.org/10.4018/ijisscm.2013070105>

Singh, D. P., Kumar, P., & Prabakaran, K. (2013). Application of ARIMA model for forecasting Paddy production in Bastar division of Chhattisgarh. *American International Journal of Research in Science, Technology, Engineering & Mathematics*, 14(43), 82–87. Retrieved from <http://www.iasir.net>

Spooner, D. M., & Hetterscheid, W. L. a. (2005). *Origins, evolution, and group classification of cultivated potatoes. Darwin's Harvest. New Approaches to the Origins, Evolution, and Conservation of Crops.*  
<https://doi.org/10.13140/2.1.4715.3601>

Zegarra, E., & Tuesta, J. (2009). *Crecimiento Agrícola, pobreza y desigualdad en el Peru rural. Boom agrícola, pobreza y desigualdad en el Perú rural.* (Grade, Ed.). Lima, Perú: GRADE. Retrieved from <https://www.grade.org.pe/publicaciones/839-crecimiento-agricola-pobreza-y-desigualdad-en-el-peru-rural/>

# ANEXOS



**Tests de raíz unitaria**

Null Hypothesis: QUINUA has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.017320	0.9564
Test critical values: 1% level	-3.534868	
5% level	-2.906923	
10% level	-2.591006	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: QUINUA has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.980032	0.9394
Test critical values: 1% level	-4.105534	
5% level	-3.480463	
10% level	-3.168039	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(QUINUA) has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-12.63619	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.534868	
5% level	-2.906923	
10% level	-2.591006	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(QUINUA) has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-13.00326	0.0001
Test critical values: 1% level	-4.105534	
5% level	-3.480463	
10% level	-3.168039	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: QUINUA has a unit root  
Exogenous: Constant  
Bandwidth: 4 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-0.523225	0.8793
Test critical values:		
1% level	-3.533204	
5% level	-2.906210	
10% level	-2.590628	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	19915964
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	12405497

Null Hypothesis: QUINUA has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Bandwidth: 5 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-1.269442	0.8867
Test critical values:		
1% level	-4.103198	
5% level	-3.479367	
10% level	-3.167404	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	19151549
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	12534595

Null Hypothesis: D(QUINUA) has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Bandwidth: 43 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-33.90478	0.0001
Test critical values:		
1% level	-4.105534	
5% level	-3.480463	
10% level	-3.168039	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	14825720
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	1249739.

## Modelos ARIMA

Dependent Variable: D(QUINUA)  
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)  
Sample: 1952 2017  
Included observations: 66  
Convergence achieved after 4 iterations  
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	397.2781	367.4934	1.081048	0.2838
AR(1)	-0.426187	0.104363	-4.083711	0.0001
SIGMASQ	16871297	3226417.	5.229113	0.0000
R-squared	0.169480	Mean dependent var		463.7879
Adjusted R-squared	0.143114	S.D. dependent var		4541.658
S.E. of regression	4204.128	Akaike info criterion		19.57295
Sum squared resid	1.11E+09	Schwarz criterion		19.67248
Log likelihood	-642.9073	Hannan-Quinn criter.		19.61228
F-statistic	6.428033	Durbin-Watson stat		1.897521
Prob(F-statistic)	0.002881			
Inverted AR Roots	-.43			

Dependent Variable: D(QUINUA)  
 Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)  
 Sample: 1952 2017  
 Included observations: 66  
 Convergence achieved after 5 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	363.2362	296.4413	1.225322	0.2250
MA(1)	-0.451067	0.135192	-3.336492	0.0014
SIGMASQ	16736263	3265761.	5.124767	0.0000
R-squared	0.176127	Mean dependent var		463.7879
Adjusted R-squared	0.149972	S.D. dependent var		4541.658
S.E. of regression	4187.270	Akaike info criterion		19.56532
Sum squared resid	1.10E+09	Schwarz criterion		19.66485
Log likelihood	-642.6556	Hannan-Quinn criter.		19.60465
F-statistic	6.734050	Durbin-Watson stat		1.889781
Prob(F-statistic)	0.002237			
Inverted MA Roots	.45			

Dependent Variable: D(QUINUA)  
 Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)  
 Sample: 1952 2017  
 Included observations: 66  
 Convergence achieved after 8 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	385.2614	358.0828	1.075900	0.2861
MA(1)	-0.582787	0.105564	-5.520693	0.0000
MA(4)	0.272312	0.120785	2.254519	0.0277
SIGMASQ	15468921	3324450.	4.653077	0.0000
R-squared	0.238514	Mean dependent var		463.7879
Adjusted R-squared	0.201668	S.D. dependent var		4541.658
S.E. of regression	4057.945	Akaike info criterion		19.52614
Sum squared resid	1.02E+09	Schwarz criterion		19.65885
Log likelihood	-640.3628	Hannan-Quinn criter.		19.57858
F-statistic	6.473259	Durbin-Watson stat		1.763575

Prob(F-statistic)	0.000698			
Inverted MA Roots	.69-.47i	.69+.47i	-.39+.49i	-.39-.49i

Dependent Variable: D(QUINUA)  
 Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)  
 Sample: 1952 2017  
 Included observations: 66  
 Convergence achieved after 11 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	369.5520	309.1200	1.195497	0.2364
AR(1)	-0.150176	0.257824	-0.582476	0.5624
MA(1)	-0.338136	0.279768	-1.208629	0.2314
SIGMASQ	16649786	3262967.	5.102653	0.0000
R-squared	0.180384	Mean dependent var		463.7879
Adjusted R-squared	0.140725	S.D. dependent var		4541.658
S.E. of regression	4209.984	Akaike info criterion		19.59068
Sum squared resid	1.10E+09	Schwarz criterion		19.72339
Log likelihood	-642.4926	Hannan-Quinn criter.		19.64312
F-statistic	4.548395	Durbin-Watson stat		1.812903
Prob(F-statistic)	0.006046			
Inverted AR Roots	-.15			
Inverted MA Roots	.34			

Dependent Variable: D(QUINUA)  
 Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)  
 Sample: 1952 2017  
 Included observations: 66  
 Convergence achieved after 36 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	369.2953	313.8644	1.176608	0.2439
AR(1)	0.241430	1.185760	0.203608	0.8393
SAR(1)	-0.289307	0.375783	-0.769878	0.4443
MA(1)	-0.436922	0.884307	-0.494084	0.6230
SIGMASQ	16622988	3256704.	5.104237	0.0000
R-squared	0.181703	Mean dependent var		463.7879
Adjusted R-squared	0.128044	S.D. dependent var		4541.658
S.E. of regression	4240.935	Akaike info criterion		19.61932
Sum squared resid	1.10E+09	Schwarz criterion		19.78520
Log likelihood	-642.4374	Hannan-Quinn criter.		19.68486
F-statistic	3.386271	Durbin-Watson stat		1.811447
Prob(F-statistic)	0.014437			
Inverted AR Roots	.24	-.29		
Inverted MA Roots	.44			

Dependent Variable: D(QUINUA)

Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)  
 Sample: 1952 2017  
 Included observations: 66  
 Convergence achieved after 31 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

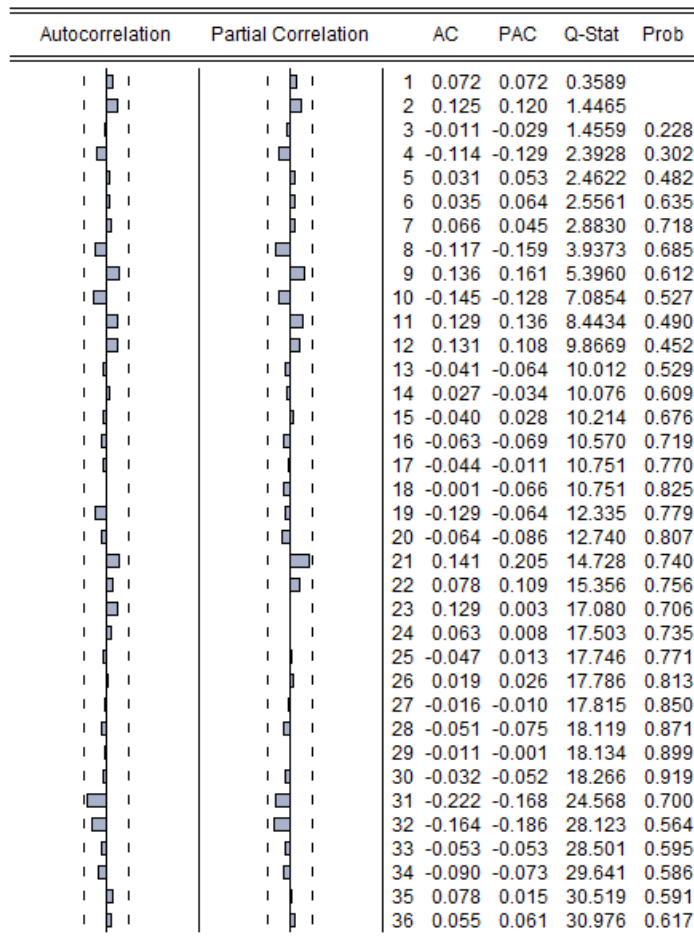
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	369.6138	308.2741	1.198978	0.2352
AR(1)	-0.533825	1.262590	-0.422802	0.6739
MA(1)	0.424795	1.480090	0.287006	0.7751
SMA(1)	-0.379726	0.290143	-1.308755	0.1955
SIGMASQ	16588289	3288839.	5.043813	0.0000
R-squared	0.183411	Mean dependent var		463.7879
Adjusted R-squared	0.129865	S.D. dependent var		4541.658
S.E. of regression	4236.506	Akaike info criterion		19.61732
Sum squared resid	1.09E+09	Schwarz criterion		19.78321
Log likelihood	-642.3717	Hannan-Quinn criter.		19.68287
F-statistic	3.425253	Durbin-Watson stat		1.806870
Prob(F-statistic)	0.013654			
Inverted AR Roots	-.53			
Inverted MA Roots	.38	-.42		

Dependent Variable: D(QUINUA)  
 Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)  
 Sample: 1952 2017  
 Included observations: 66  
 Convergence achieved after 38 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

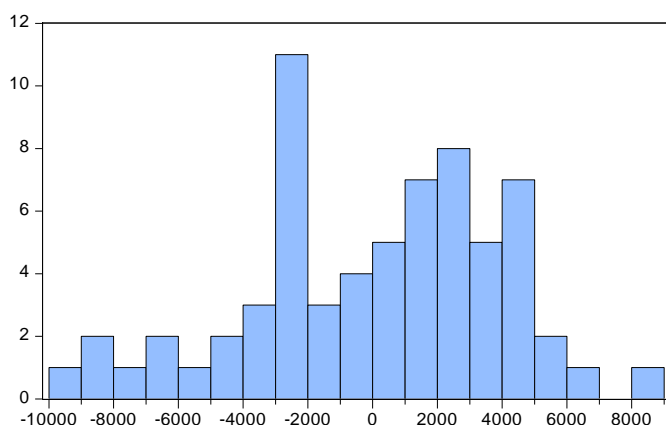
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	368.2663	313.5633	1.174456	0.2449
AR(1)	0.142012	1.354001	0.104883	0.9168
SAR(1)	-0.520834	1.191023	-0.437300	0.6635
MA(1)	0.343771	1.919116	0.179130	0.8584
SMA(1)	-0.445112	0.667091	-0.667244	0.5072
SIGMASQ	16569797	3290680.	5.035372	0.0000
R-squared	0.184322	Mean dependent var		463.7879
Adjusted R-squared	0.116348	S.D. dependent var		4541.658
S.E. of regression	4269.283	Akaike info criterion		19.64647
Sum squared resid	1.09E+09	Schwarz criterion		19.84553
Log likelihood	-642.3335	Hannan-Quinn criter.		19.72513
F-statistic	2.711681	Durbin-Watson stat		1.818430
Prob(F-statistic)	0.028299			
Inverted AR Roots	.14	-.52		
Inverted MA Roots	.45	-.34		

### Correlograma al modelo seleccionado

Sample: 1951 2017  
 Included observations: 66  
 Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

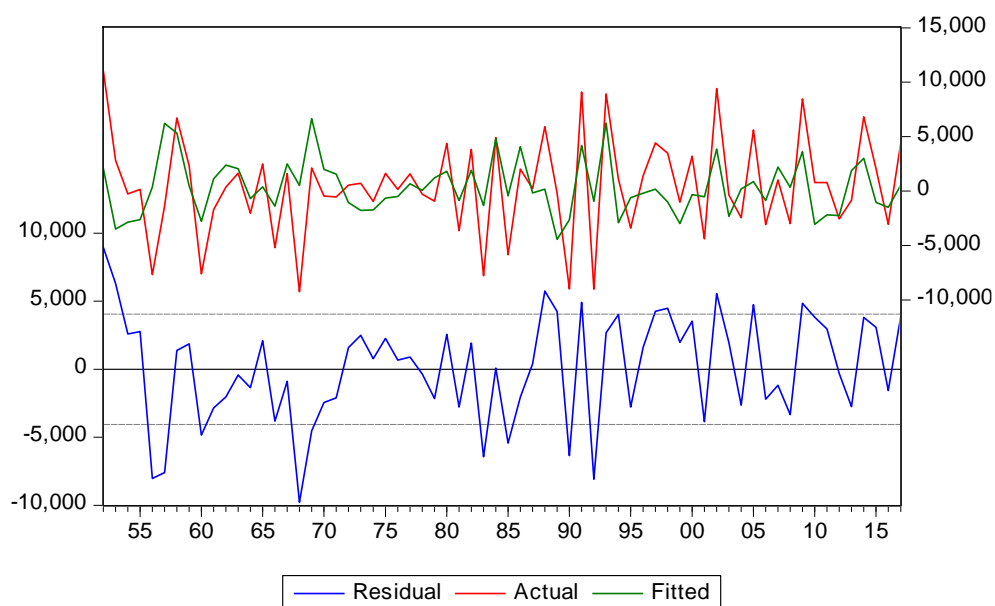


### Tests de Normalidad al modelo seleccionado



Series: Residuals	
Sample 1952 2017	
Observations 66	
Mean	104.3154
Median	722.4202
Maximum	8960.859
Minimum	-9784.471
Std. Dev.	3961.800
Skewness	-0.385858
Kurtosis	2.662640
Jarque-Bera	1.950730
Probability	0.377055

**Residuos del modelo seleccionado**



**Valor real y de modelado**

