



UNIVERSIDAD DE CHILE

José Pizarro

Depto. de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Magister en Economía Aplicada de la Universidad de Chile.

UNIVERSIDAD DE CHILE

Cristián Bravo

Depto. de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Doctor en Sistemas de Ingeniería de la Universidad de Chile.

UNIVERSIDAD DE CHILE

Eduardo Contreras

Depto. de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Doctor en Ciencias Empresariales de la Universidad de Chile.

UNIVERSIDAD DE CHILE

Teodoro Rivas

Depto. de Ingeniería Industrial de la Fac. de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura, Ph.D. Economía Agraria, Universidad de Connecticut.

“DESARROLLO DE MODELOS DE PRECIOS PARA el sector hortícola en Chile”

Con el fin de mejorar la generación y análisis de información de mercado, orientando la toma de decisiones tanto en el área pública como privada, ODEPA impulsó un estudio para analizar el potencial uso de modelos financieros para productos hortícolas.

El objetivo final era concluir si estos modelos permitirían entregar información sobre el potencial comportamiento de los precios, tomando en consideración factores explicativos clave y diferentes escenarios, en el ámbito de los pequeños y medianos agricultores.

Este trabajo se orientó a la papa fresca y tomate fresco, como una primera etapa exploratoria, obteniéndose resultados bastante positivos.

1. Estudio de Mercado

La primera etapa del análisis fue la realización de estudios de mercado de la papa y el tomate en Chile, identificándose los factores que podrían explicar la dinámica de ellos.

La primera conclusión del análisis es que ambos bienes se comportan como no transables. Esto implica que el precio del producto se definiría sólo en base a la oferta y demanda doméstica.

Para los dos productos estudiados se da una situación de demanda interna estable, debido a la importancia de los productos en la canasta y a la falta de sustitutos directos. Por otro lado, la oferta posee al precio del año anterior como factor principal, junto a la disponibilidad de suelos, mano de obra, fertilizantes y condiciones meteorológicas.

2. Metodología

De la revisión de la literatura, los modelos predictivos para papa y tomate han seguido enfoques de series de tiempo para predecir el comportamiento dinámico, debido a su robustez y capacidad explicativa.

En este trabajo nos enfocaremos en la aplicación de éstos siguiendo la metodología de Box-Jenkins, con estimadores de máxima verosimilitud y filtros de Kalman. Este procedimiento presenta varias ventajas, como la estimación con series de tiempo desbalanceadas de forma robusta. En esta línea se encuentran trabajos como Beck [1], que testea modelos de series de tiempo para múltiples precios, incluida la papa fresca.

En la literatura es posible encontrar otras líneas que permiten identificar factores relevantes para la estimación de los precios. Trabajos como el de Rosen [6] modelan la relación del precio anterior de la papa para definir el próximo precio.

En el tomate fresco destaca el trabajo realizado por Weliwita y Govindasamy [9] en el que estiman regresiones de series de tiempo para el retorno logarítmico del precio. Entre los

factores incluidos en este modelo destacan los precios de hortalizas que compiten por suelo, la población e indicadores climáticos.

2.1. Modelo Estimado: Series de Tiempo

La metodología seleccionada para estimar las series de tiempo será la de Box-Jenkins [2] [8]. Se busca estudiar una serie de tiempo dada por $\{S_t; t \in \mathbb{N}\}$, donde S_t corresponde a una variable aleatoria que es de interés. En nuestro caso, corresponde a la variación porcentual por temporada del precio de la papa o el tomate. Estos modelos se basan en los siguientes supuestos:

- Para todo tiempo t , existe una función $f(\cdot)$ tal que:

$S_t = f(S_{t-1}, \dots, S_{t-q}) + \varepsilon_t$ Es decir, es posible aproximar lo que ocurrirá hoy a partir de lo que ocurrió anteriormente. Al valor ε_t se le conoce como “ruido blanco” (su valor esperado es cero, su varianza igual a uno, y su distribución no depende del tiempo).

- Los modelos son **no anticipantes**, es decir, no es posible saber con certeza el resultado de S_t sabiendo la historia anterior, sólo es posible aproximarla. **Invertibles**, es decir, existe una correlación entre lo que ocurrió en el pasado y lo que ocurrirá ahora, pero esa dependencia disminuye a medida que se consideramos eventos más antiguos. Y finalmente, los modelos son **estacionarios**, es decir, la media es constante y existen sólo variaciones en torno a ella.

Dentro de los eventos que determinan la serie se identifican los siguientes factores:

Factor Autorregresivo (AR): Busca modelar qué impacto tienen los valores anteriores de la serie sobre los valores nuevos:

$$S_t = \sum_p \alpha_p S_{t-p} + \varepsilon_t$$

α corresponde al parámetro que determina el peso del valor anterior en la serie. Una de las secciones de la búsqueda del modelo corresponde a identificar el valor de p , que corresponde a la cantidad de rezagos relevantes para la estimación.

Factor Media Móvil (MA): Es posible que la serie actual dependa de shocks aleatorios que ha recibido previamente. Estos factores intentan capturar cómo un alza o disminución repentina, no explicada anteriormente en la serie, impactan en el valor actual. Si suponemos una media dada por μ entonces los factores de media móvil son:

$$S_t = \mu + \sum_q \beta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t$$

Determinar el valor de q , la cantidad de periodos que impactan en la medición actual, es parte del proceso de creación del modelo.

Tendencia: La tendencia se define como el efecto constante que aumenta la media entre d periodos. La tendencia viola directamente el supuesto de estacionalidad de los modelos Box-Jenkins, por lo que se debe realizar un ajuste para poder incorporarlo. Si un modelo tiene tendencia entonces la serie dada por

$$S_t = S_t - S_{t-d}$$

es estacionaria. La manera de trabajar con series con tendencia es a través de buscar el orden del retraso d , y luego buscar los demás factores por sobre esta serie estacionaria.

Factores exógenos: Corresponden a un conjunto de variables X_{vt} externos a la serie y que no es posible recogerlos a través de los valores previos. La metodología incluye un conjunto de variables y utilizar criterios estadísticos para seleccionar los factores con capacidad predictiva sobre la serie. Así, la forma final de la serie corresponde a:

$$\left(1 - \sum_{i=1}^p \alpha_i L^i\right) \left(1 - \sum_{i=1}^p \alpha_i^* L^i\right) (1 - L)^p (1 - L)^d \left[S_t - \sum_{v=1}^V \gamma_v X_{vt}\right] = \left(1 - \sum_{k=1}^q \beta_k L^k\right) \left(1 - \sum_{k=1}^q \beta_k L^k\right) \varepsilon_t$$

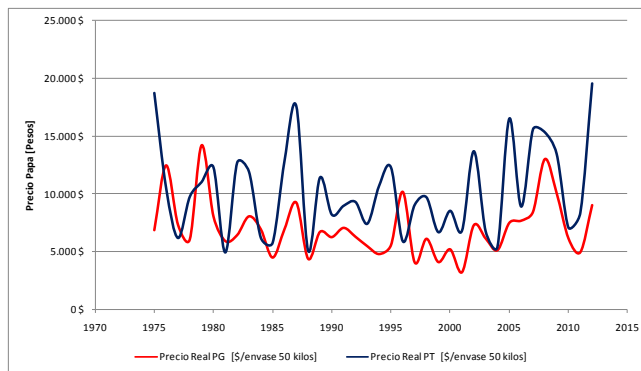
Donde los L^i corresponden a operadores de retardo, tal que $L^i S_t = S_{t-i}$. A esta familia de modelos se le conoce como modelos SARIMAX (Estacionales, autorregresivos, integrados de media móvil con regresores por sus siglas en inglés). El proceso de estimación de los valores para $\{\alpha_p\}$, $\{\beta_q\}$, y $\{\gamma_v\}$ y la constante μ , pasa por minimizar el error cometido utilizando la técnica de **máxima verosimilitud** utilizando filtros de Kalman. Para mayor detalle ver Tsay [8].

3. Datos Utilizados

3.1. Precio de la Papa Fresca

En el caso de la papa fresca, se identifican dos precios relevantes: el precio de la papa de guarda (precio promedio ponderado del periodo marzo – mayo) y el precio de la papa temprana (precio promedio ponderada para el periodo septiembre – noviembre). La dinámica histórica por año del precio de la papa temprana y de guarda se presenta en la Figura 1.

Figura 1. Evolución precio papa de guarda y temprana. Precios promedio por año, reales en base Nov. 2012. Envase de 50 kilos.



Fuente: Elaboración Propia con datos ODEPA.

De la inspección preliminar de las series de tiempo de ambos precios reales notamos que no existe una clara tendencia. Sugiriendo que la dinámica del precio está gobernada por ajustes de corto plazo más que un cambio permanente de tendencia.

Tabla 1: Estadísticos de series de precio para la papa temprana y de guarda.

	Papa de Guarda	Papa Temprana
Promedio	\$ 7.048	\$ 10.333
Desviación	\$ 2.451	\$ 3.943
Mínimo	\$ 3.218	\$ 4.973
Máximo	\$ 14.212	\$ 19.588

Fuente: Elaboración Propia con datos ODEPA.

Del análisis de las variaciones porcentuales se observa una asimetría entre la magnitud de las alzas y caídas del precio. Esto se asocia a la naturaleza del mercado de la papa, pues la posibilidad de almacenamiento permite que la oferta tenga

la capacidad de administrar de las pérdidas y ganancias de valor por venta del bien, mitigando pérdidas y explotando ganancias. Este fenómeno es posible de observar del rango de esta variable (Tabla 2).

Tabla 2:
Variaciones porcentuales (VP) de los precios de la papa.

	VP Papa Temprana	VP Papa de Guarda
Promedio	10,4%	16,3%
Desviación	48,7%	66,0%
Mínimo	-59,9%	-70,9%
Máximo	134,4%	202,1%

Fuente: Elaboración Propia.

Con la finalidad de maximizar el número de observaciones de precios y sus variaciones, así como con el objetivo de analizar los efectos que los cambios en el precio de la papa de guarda tienen sobre las variaciones de la papa temprana, y viceversa, se decidió fusionar las series de ambos precios para realizar un análisis agregado a nivel de producto. Los estadísticos de la serie integrada se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3:
Principales estadísticos de las series de tiempo de las variaciones porcentuales de los precios de la papa.

	Precio Papa Fresca	VP Papa Fresca
Promedio	\$ 8.690	14,8%
Desviación	\$ 3.656	56,3%
Mínimo	\$ 3.218	-75,2%
Máximo	\$ 19.588	173,4%

Fuente: Elaboración Propia.

3.2. Determinantes de la Demanda por Papa Fresca

En el estudio de mercado se identificaron tres factores claves a estudiar como determinantes de la demanda por papa: el consumo per cápita, el ingreso familiar y el tamaño de la población.

Con respecto al consumo, podemos mencionar que múltiples estudios han determinado que este es estable y se en-

cuentra en torno a los 51 Kg de papa por año, per cápita [18]. Con respecto al ingreso familiar se consideraron una serie de variables para aproximar este valor, en particular se consideran variaciones del PIB, estimaciones de ingreso por diferentes percentiles de la población, el ingreso per cápita e indicadores de desigualdad del ingreso. La mayoría de las variables incluidas en este punto fueron obtenidas de la base de datos del FMI.

Adicionalmente como factor determinante de la demanda por papa fresca se consideró la posibilidad de sustituir el consumo por arroz. Para esto se incluyó la evolución histórica del precio de consumo del arroz grado 1 por kilo.

3.3. Determinantes de la Oferta de Papa Fresca

El principal factor a analizar en este caso es la disponibilidad de riego, determinada por las lluvias en Nueva Imperial y San José, y las reservas de agua en el río Tinguiririca.

Se definieron familias de factores, la primera corresponde a indicadores del sector agrícola, los que se pueden relacionar de manera indirecta con la demanda por suelo, mencionando el cereal sembrado, el valor agregado por el trabajador agrícola, índices de remuneraciones y consumo, junto a costos de producción de la papa, como los costos de fertilizante. En una segunda línea encontramos indicadores de evolución macroeconómicos correspondientes a las variaciones de la inflación y el tipo de cambio.

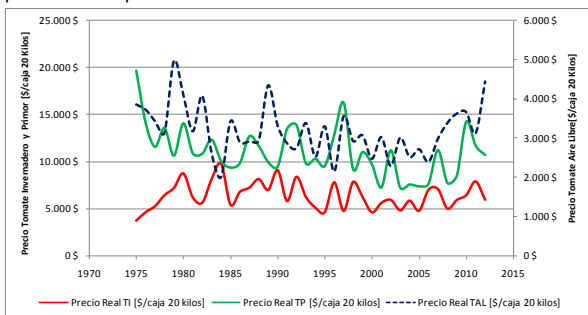
Finalmente, consideramos indicadores meteorológicos relevantes para el cultivo de la papa, estos son los índices de precipitaciones invernales en San José y Nueva Imperial, así como la probabilidad de escases hídrica en el valle de Elqui, ciudades clave para esta hortaliza. En el caso de las probabilidades de escasez se utilizó la cota del 75% de probabilidad para definir si existen o no posibilidades de falta de agua para riego.

Se dispuso además de datos de la superficie cultivada en San José y Nueva Imperial. Estas variables fueron analizadas de forma individual para caracterizar su relación con el precio de la papa.

3.4. Precio del Tomate Fresco

En el análisis del tomate fresco consideramos tres distintos precios a lo largo del año, el primero es el precio del tomate cultivado al aire libre (precio promedio ponderado medido para el periodo enero – marzo). El segundo precio corresponde al precio del tomate invernadero de Arica (precio promedio ponderado para el mes de junio) y finalmente el precio del tomate primor (cultivado en zona norte y cuyo precio es el promedio ponderado de los meses de septiembre y octubre). La dinámica histórica de los precios se presenta en la Figura 2.

Figura 2.
Evolución precio del tomate fresco Precios reales promedio por año.



Fuente: Elaboración Propia con datos ODEPA.

Se observa que los distintos precios presentan dinámicas diferentes en el periodo estudiado, además notamos que no existen tendencias claras al alza o a la baja en los precios en el largo plazo.

Tabla 4:
Estadísticos series de tiempo precios tomate fresco.

	Tomate Aire Libre	Tomate Invernadero	Tomate Primor
Promedio	\$ 3.186	\$ 6.434	\$ 11.035
Desviación	\$ 656	\$ 1.430	\$ 2.659
Mínimo	\$ 2.000	\$ 3.767	\$ 7.228
Máximo	\$ 4.972	\$ 9.801	\$ 19.677

Fuente: Elaboración Propia con Datos ODEPA.

Del análisis de las variaciones porcentuales observamos un componente estocástico marcado. Las variaciones son simétricas en torno a la media y no se observan grandes retornos por año como en el caso de la papa. Esto se debe principalmente a la naturaleza del mercado y la incapacidad de almacenamiento; el precio refleja todos los shocks externos que el productor y la demanda enfrentan.

Tabla 5:
Estadísticos de series de tiempo de las variaciones

	Tomate Aire Libre	Tomate Invernadero	Tomate Primor
Promedio	3,84%	5,17%	1,60%
Desviación	28,31%	28,73%	26,50%
Mínimo	-36,13%	-44,40%	-43,32%
Máximo	71,51%	67,66%	67,36%

Fuente: Elaboración propia con datos ODEPA.

En la Tabla 5 notamos que en promedio los precios analizados presentan alzas y que su nivel de desviación es análogo. Al igual que en el caso de la papa, se fusionaron las series de precios generando un estudio integral del tomate fresco, con la finalidad de maximizar el número de observaciones y poder estudiar la dependencia entre los precios de los distintos tomates se fusionaron las series de precios generando un estudio integral del tomate fresco.

Tabla 6:
Estadísticos de la serie integrada precio tomate fresco

	Precio Tomate Fresco	Variación Porcentual Tomate Fresco
Promedio	\$ 6.885	42,1%
Desviación	\$ 3.686	100,7%
Mínimo	\$ 2.000	-83,8%
Máximo	\$ 19.677	422,4%

Fuente: Elaboración Propia con datos ODEPA.

3.5. Determinantes de la Demanda por Tomate Fresco

En el caso de la demanda podemos mencionar que los factores definidos son idénticos a los presentados para la papa, reconociendo indicadores de consumo per cápita, ingreso familiar y crecimiento de la población.

3.6. Determinantes de la Oferta de Tomate Fresco

Respecto a los determinantes de la oferta consideramos los costos de fertilización, mano de obra e indicadores del sector agrícola al igual que en el caso de la papa fresca. Pero las variables climatológicas cambian. Se incluyen las probabilidades de escasez hídrica en los valles del Aconcagua, Cachapoal y Tinguiririca.

Para estas variables se consideró la construcción de variables dicotómicas considerando el efecto sobre precios, donde esta cota es el 75% de probabilidad de presentar escases hídrica¹.

4. Estimación de los modelos

Acorde al modelo presentado en 3.1 es necesario encontrar los factores (p, q, d) y (P, Q, D) , los regresores x_t tal que los coeficientes $(\alpha_p, \beta_q, \gamma_d)$ representen la serie de la mejor forma posible. Para seleccionar los modelos, se utilizaron el Criterio de Información de Akaike restringido (AICc), el que se basa en obtener una medida de la especificación del modelo, contrapesado por la complejidad de las variables y la cantidad

¹ Lo que en la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP se define como seguridad de riego.

de datos de las que se disponen, junto al criterio de información bayesiano (BIC), similar al AICc, y que busca sentar bases bayesianas estrictas sobre la selección de modelos [7]. Finalmente se utilizó también el criterio del error cuadrático medio (MSE), el que permite dar una medida más cercana a los valores originales de la serie.

Con estas medidas, el proceso de selección de modelos consta de las siguientes fases:

- Determinación de factores (p,q,P,Q) : Se analizan combinaciones de los parámetros que determinan el modelo a utilizar. Se selecciona aquella combinación que tiene menor error según los criterios descritos anteriormente.
- Determinación de factores de tendencia (d,D) : Se vuelve a iterar para determinar aquellos factores de tendencias para cada muestra que resultasen significativos, a partir de los mejores modelos encontrados en el paso anterior.
- Incorporación de factores exógenos: Seleccionados los valores correspondientes a la fase SARIMA de los modelos, se procede a obtener los factores exógenos que son relevantes para la estimación. El método de selección utilizado corresponde a la búsqueda forward acorde a la minimización del criterio BIC.
- Modelación final y selección de modelos: Con los parámetros determinados y los regresores obtenidos, se obtiene la regresión final y se chequea consistencia con los valores originales.

4.1. Regresión Final Sobre Variaciones en el Precio de la Papa

Para la papa, el modelo final estimado posee dos factores solamente: las precipitaciones en Nueva Imperial, y el Precio del Sulfato de Potasio. La Tabla 7: muestra los coeficientes asociados a la muestra.

Tabla 7:
Coeficientes modelo final papa

Variable	Coefficiente	Desviación
AR(1)	-0,9961	0,0066
MA(1)	0,5589	0,1165
MA(2)	-0,9544	0,0606
MA(3)	-0,6045	0,118
Constante	0,092	0,0293
a_NI	0,159	0,0293
PS_Potasio	-0,1445	0,0781

Fuente: Elaboración propia

El modelo indica que cuando hay una mayor área plantada en Nueva Imperial, esto se traspasa a un alza en la variación del precio de la papa con respecto al nivel base de 9,2%. Esto implica que si en el periodo anterior se plantó una superficie

alta, dando un signo de que existe demanda relativamente alta por papa, este efecto se traspasa en el precio manteniendo este fenómeno. El efecto se captura de forma negativa con el factor autorregresivo AR(1) y por los factores de media móvil, lo que se contrapesa con el valor positivo del área. En este sentido se conoce además el fenómeno asociado a la escasez de semillas de papa, que hace que en buenos años, exista una persistencia en los precios altos, debido a una restricción de la capacidad de plantar.

Por el lado del sulfato de potasio, se da la situación inversa, lo que podría deberse a cuan intensivo es este insumo en la producción de papa en contraste con otros vegetales. Este efecto está fundamentado, además del carácter multivariado de los modelos, por una correlación de Pearson dada por -9.2% entre la variación en el precio y el precio del sulfato. Por otro lado, los factores autorregresivos indican que cuando el periodo anterior hubo un alza, casi toda esta alza se contrarrestará en el periodo siguiente, pues el 99,5% de la variación en precio de la temporada anterior se contrarrestará en el siguiente.

Lo mismo puede decirse de los shocks provenientes de los factores de media móvil: un shock ocurrido en la temporada anterior tendrá un impacto al alza en el periodo siguiente, pero los shocks ocurridos dos y tres temporadas atrás suavizarán estos impactos, teniendo factor negativo. El factor MA(2), representando el shock ocurrido dos temporadas atrás, es interesante, pues muestra que movimientos no explicados ocurridos hace dos temporadas tenderán a revertirse.

Tabla 8:
Ajuste modelo final tomate.

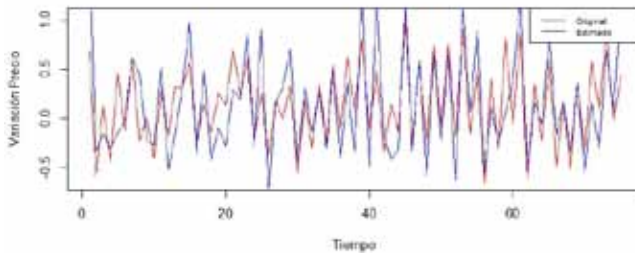
σ^2	0,123
AICc	74,73
BIC	87,40

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Figura 3, se observa el nivel de ajuste del modelo. La dirección del cambio es determinada con altísima eficiencia. Los errores provienen netamente de la magnitud, donde el modelo estimado sobredimensiona el efecto de los movimientos. De todos modos, se concluye que es posible determinar relaciones estadísticas para la papa

Figura 3.

Serie estimada (en rojo) versus variaciones observadas (en negro) para el modelo de variaciones en el precio de la papa.



4.2. Regresión Final Sobre Variaciones en el Precio del Tomate

Luego de realizar el procedimiento de forma completa, donde se observan fenómenos similares al modelo de la papa, se obtiene el modelo final, presentado en la Tabla 9.

Tabla 9:

Coefficientes modelo final tomate.

Variable	Coefficiente	Desviación
AR(1)	-0,4067	0,0949
AR(2)	-0,3816	0,0963
AR(3)	0,5975	0,0901
MA(1)	-0,0864	0,0978
MA(2)	-0,0964	0,0725
MA(3)	-0,8171	0,0866
Constante	11,263	0,218
Crecimiento	-0,2333	0,1043
Precio_Urea	-0,9115	0,3479
Ingreso_Agricultura	-0,1665	0,0324

Fuente: Elaboración propia

Las variables asociadas al dinamismo económico son aquellas que poseen mayor relevancia entre los factores incluidos. El crecimiento del país y el ingreso para el sector agrícola son los mayores predictores de la variación del precio del tomate, mientras por el lado de los insumos es la variación en el precio de la Urea lo que más impacta en el precio.

Para los valores de media móvil, todos los shocks anteriores sobre la variación en el precio impactan de manera negativa en las variaciones observadas actualmente, lo que es probablemente causado por la imposibilidad de tomar decisiones estratégicas por parte de los agricultores, es decir, no se observa especulación en los precios.

El modelo presenta un buen ajuste, aunque menor que el observado en el caso de la papa.

Tabla 10:

Ajuste modelo final tomate.

	0,270
AICc	201,75
BIC	226,87

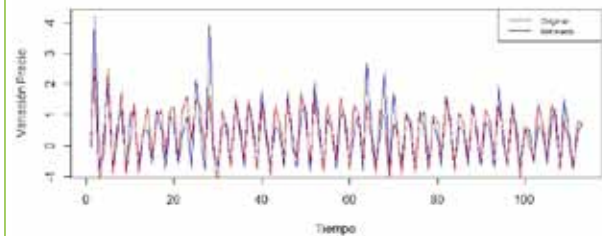
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la Figura 4 muestra el ajuste del modelo de forma gráfica. Nuevamente el modelo determina sin error la dirección del movimiento, aunque en esta etapa el error proveniente de la magnitud del cambio es mayor. El modelo sigue presentando el comportamiento observado anteriormente, sobredimensionando los shocks cuando ocurren.

La conclusión de este procedimiento es equivalente: es posible generar un buen modelo de predicción, y se espera que un estudio acabado de los regresores que tienen impacto en la regresión pueda mejorar los resultados que se presentan.

Figura 4.

Serie estimada (en rojo) versus variaciones observadas (en azul) para el modelo de variaciones en el precio del tomate.



Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones

La principal conclusión de este trabajo es que es posible construir modelos que permitan hacer prospección del comportamiento de los precios para la papa y el tomate de forma robusta. No obstante, la varianza de las diferencias entre los valores estimados y los valores reales estimadas con el modelo de Máxima Verosimilitud, y que están en torno al 12% para la papa y 27% para el tomate, muestran que los modelos no predicen siempre bien la magnitud de los cambios, pero los modelos predicen muy bien la dirección del cambio, lo que es enormemente útil al momento de enviar señales al mercado.

Los auspiciosos resultados obtenidos para la papa y el tomate indican también que hay bases como para pensar en

extender este tipo de análisis a otros productos hortícolas, así como para nuevos productos, indicando que el instrumental tradicional de econometría financiera puede ser útil en ámbitos menos tradicionales. Los modelos de series de tiempo combinados con factores son una alternativa real a explorar para otros productos con comportamiento aleatorio, aun cuando los buenos resultados obtenidos para la papa y el tomate no necesariamente se replicarán en otros productos, existe un buen augurio respecto a la aplicación de estas metodología es nuevos ámbitos.

© WOBI

6. Referencias

- [1]. Beck, S., 2001. Autoregressive Conditional Heterocedasticity In Commodity Spot Prices. *Journal of Applied Econometrics* 16: 115–132.
- [2]. Brooks, C., 2008. *Introductory econometrics for finance*. Cambridge university press.
- [3]. Eguillor, P. 2010. Situación del tomate para consumo fresco. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. 13 p.
- [4]. Flaño, A. 2012. Situación del Tomate para consumo fresco. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. 6p.
- [5]. Myatt, G. y Johnson, W. P. 2009. *Making Sense of Data II: A Practical Guide to Data Visualization, Advanced Data Mining Methods, and Applications*. John Wiley & Sons. New Jersey, EEUU.
- [6]. Rosen, S., 1999. Potato Paradoxes, *Journal of Political Economy*, vol. 107, no. 6, pt. 2.
- [7]. Schwarz, G. E., 1978. Estimating the dimension of a model. *Annals of Statistics* 6 (2): 461-464.
- [8]. Tsay, R. S., 2010. *Analysis of Financial Time Series*. Tercera edición. John Wiley & Sons. New Jersey, EEUU.
- [9]. Weliwita, A. y Govindasamy, R., 1997. Supply Response in the Northeastern Fresh Tomato Market: Cointegration and Error Correction Analysis. *Agricultural and Resource Economics Review*.
- [10]. www.inia.cl/link.cgi/remehue/noticias/10660
- [11]. www.dga.cl
- [12]. www.fao.org
- [13]. www.imf.org
- [14]. www.ine.cl
- [15]. www.meteoChile.cl
- [16]. www.ODEPA.gob.cl
- [17]. www.worldbank.org
- [18]. www.potato2008.org