



**Estudio:**  
**«Estudio exploratorio para el Desarrollo de Modelos de  
Prospección/Simulación para el Sector Hortícola»**

Informe final

Diciembre de 2012

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias  
[www.odepa.gob.cl](http://www.odepa.gob.cl)



Estudio encargado por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa)  
del Ministerio de Agricultura

2012

Director y Representante Legal

Gustavo Rojas Le-Bert

Informaciones:

Centro de Información Silvoagropecuaria, CIS  
Valentín Letelier 1339 - Código Postal 6501970  
Teléfono (56-2) 2397 3000 - Fax (56-2) 2397 3044  
[www.odepa.gob.cl](http://www.odepa.gob.cl)

El presente estudio se puede reproducir total o parcialmente, citando la fuente.

Esta investigación fue encargada por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias -Odepa- por lo cual los comentarios y conclusiones emitidas en este documento no representan necesariamente la opinión de la institución contratante.



**OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS**

**“Estudio exploratorio para el desarrollo de modelos de  
prospección/simulación para el sector hortícola”**

**Informe N° 3 - (Final)**

**Preparado por**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**Diciembre 2012**

## CONTENIDO

1.	Resumen ejecutivo .....	4
2.	Introducción .....	5
3.	Objetivos.....	6
3.1.	Objetivo General .....	6
3.2.	Objetivos Específicos.....	6
4.	Metodología del estudio .....	7
Etapa 1.	Estudio del mercado de las papas y el tomate. ....	7
Actividad 1.1.	Recopilación de Información de Fuentes Secundarias.....	7
Actividad 1.2.	Entrevistas con Ejecutivos de ODEPA.....	8
Etapa 2:	Estudio del estado del arte en herramientas, modelos, metodologías prospectivas. ...	10
Actividad 2.1.	Revisión De La Bibliografía Relacionada .....	10
Actividad 2.2.	Selección De Herramientas Y Modelos a utilizar .....	11
Etapa 3:	Propuesta de herramientas factibles.....	11
Actividad 3.1.	Profundización De Estudio De Alternativa Seleccionada .....	11
Actividad 3.2.	Elaboración de Bases Técnicas para la Siguiente Etapa del Estudio.....	12
Actividad 3.3.	Validación Final de Resultados con la Contraparte .....	12
5.	Estudios de mercado .....	13
5.1.	El mercado de la papa .....	14
Generalidades.....	14	
Descripción del mercado nacional de la papa fresca .....	14	
Factores que determinarían el precio de la papa fresca en chile .....	18	
Factores que determinarían la demanda de papa fresca en chile .....	18	
Factores que determinarían la oferta de papa fresca en chile .....	21	
Conclusiones mercado de la papa .....	28	
5.2.	El mercado del tomate fresco .....	29
Generalidades.....	29	
Descripción del mercado nacional de tomate fresco .....	30	
Factores que determinarían el precio del tomate fresco en chile .....	33	
Factores que determinarían la demanda de tomate fresco en chile .....	34	
Factores que determinarían la oferta de tomate fresco en chile .....	35	
Conclusiones mercado del tomate.....	39	
5.3.	Conclusiones generales de los análisis de mercado.....	40
6.	Estudio del estado del arte en herramientas, modelos, metodologías prospectivas .....	41
6.1.	Revisión de experiencia internacional institucional.....	41
6.2.	Revisión de La literatura Académica .....	45
6.3.	Principales metodologías utilizadas .....	48
Modelo de factores .....	48	
Modelo de series de tiempo.....	49	
Modelo de la telaraña .....	49	
7.	Análisis cuantitativos preliminares para el precio de la papa y el tomate.....	51
7.1.	Modelo de la telaraña (Cobweb Model) .....	51
8.	Estadística descriptiva de los datos .....	56
8.1.	Factores relevantes para el precio de la papa de consumo fresco.....	56
8.2.	Precio papa de guarda y temprana .....	56
8.3.	Factores determinantes de la demanda por papa fresca .....	60

8.4.	Factores determinantes de la oferta de papa fresca .....	64
8.5.	Factores relevantes para el precio del tomate de consumo fresco .....	70
8.6.	Precio del tomate fresco mayorista .....	70
8.7.	Factores determinantes de la demanda por Tomate fresco .....	73
8.8.	Factores determinantes de la oferta de tomate fresco .....	74
9.	Modelos de series de tiempo con factores para la papa y el tomate .....	76
9.1.	series de tiempo tipo box-jenkins .....	76
9.2.	Proceso de construcción de los modelos .....	78
	Determinación de series relevantes .....	78
	Limpieza y transformación de regresores .....	79
	Modelamiento y diagnóstico de los modelos .....	79
9.3.	Regresión final sobre variaciones en el precio de la papa .....	81
9.4.	Regresión final sobre variaciones en el precio deL tomate .....	84
10.	Información necesaria para alimentar los diferentes modelos y fuentes de dicha información .....	88
10.1.	Disponibilidad de información de fuentes secundarias .....	88
10.2.	Información de precios del producto analizado .....	88
	Otros datos del rubro en análisis .....	89
	Otros factores analizados .....	90
	Factores en los que no se contó con datos .....	91
11.	recomendaciones para los siguientes estudios (etapa 2) .....	92
11.1.	Términos de Referencia “Estudio para el desarrollo de modelos prospección y generación de escenarios de precios para la papa y el tomate” .....	92
11.2.	Términos de Referencia Bases Técnicas: “Estudio exploratorio para el desarrollo de modelos de prospección/simulación para el sector hortícola” .....	97
11.3.	Matriz de Riesgo .....	100
12.	Conclusiones .....	101
13.	Anexos .....	102
13.1.	Anexo A. Forwards para papa y tomate .....	102
13.2.	Anexo B: Resultados estimación papa y tomate fresco. aplicación de modelo estimado 104	
14.	Bibliografía consultada .....	113

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

Este informe se inicia con una descripción del contexto dentro del que se enmarca el estudio exploratorio para el desarrollo de modelos de prospección/simulación para el sector hortícola, en el marco de las funciones y objetivos de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Se presentan los objetivos del estudio. Al respecto, el objetivo general señalado en las bases de licitación es el de determinar, en una primera fase (Etapa 1, es decir, este estudio), modelos y herramientas apropiados para análisis y posible prospección de mercados hortícolas, bajo diferentes escenarios, y con particular énfasis en el desempeño y formación de precios hortícolas. Los puntos anteriores abarcan los capítulos 1 al 4. Se describe la metodología y el plan de trabajo del estudio.

Luego, en el capítulo 5 se presenta el estudio de mercado, en particular de la papa y del tomate. El estudio de mercado se orienta a la detección de posibles factores explicativos de la oferta, la demanda y los precios de estos productos, a objeto de tener modelos conceptuales que orientaran la posterior construcción de los modelos y de poder focalizar la búsqueda de información.

A continuación en el capítulo 6 se resume el estado del arte, incluyendo algunos de los modelos que serán analizados. Luego se sintetiza la disponibilidad de información para aplicar los posibles modelos. En los capítulos 7 y 9 se aplican tres de los modelos (telaraña en el 7, series de tiempo y factores en el 9) para finalizar con una propuesta preliminar.

El capítulo 10 presenta las conclusiones relativas a disponibilidad de datos para los modelos y fuentes de información. Por último se presentan en el capítulo 11 los Términos de Referencia (TDRs) propuestos para la etapa siguiente (Etapa 2) del estudio.

## 2. INTRODUCCIÓN

Con el fin de mejorar la generación y análisis de información de mercado que oriente la toma de decisiones tanto en el área pública como privada, ODEPA espera desarrollar modelos de prospección y simulación de escenarios para productos hortícolas, que permitan el análisis de variables o factores relevantes en la formación de los precios de los productos, entre otros indicadores de importancia. Estos modelos permitirán a ODEPA entregar información sobre el desempeño de diversos indicadores económicos bajo diferentes escenarios, apoyando la toma de decisión de productores y de responsables de las políticas públicas sectoriales.

Para este efecto, ODEPA requirió realizar un estudio exploratorio que permitiera evaluar las posibilidades actuales de desarrollo de este tipo de modelos para el sector hortícola orientado al mercado interno. Este estudio exploratorio será la base sobre la cual, en una segunda etapa, se desarrollarán dichos modelos.

Tanto para el estudio exploratorio como para los eventuales modelos se establecieron los siguientes criterios:

- El ámbito de estudio son los pequeños y medianos agricultores
- Foco en productos hortícolas y papas;
- El objetivo de los modelos a desarrollar en la segunda etapa será de prospectar mercados y simular posibles escenarios para obtener información del comportamiento futuro de ciertos indicadores económicos relevantes para el sector agropecuario (ej. comportamiento futuro de los precios hortícolas o la estimación del volumen de productos hortícolas y papas).

### 3. OBJETIVOS

A continuación se presentan los objetivos del estudio.

#### 3.1. OBJETIVO GENERAL

De acuerdo a lo señalado en las bases de la licitación, el objetivo general es:

- Determinar, en una primera fase, modelos y herramientas apropiados para análisis y posible prospección de mercados hortícolas, bajo diferentes escenarios, y con particular énfasis en el desempeño y formación de precios hortícolas

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos propuestos por la Universidad, fueron los siguientes:

- Analizar el mercado de la papa y del tomate (oferta nacional y demanda nacional-internacional)
- Determinar las fuentes de información relevantes para estos y otros productos hortícolas.
- Identificar modelos y herramientas factibles de aplicar para el análisis y prospección de mercados hortícolas con particular énfasis en los precios de productos (incluido el mercado de la papa).
- Proponer cursos de acción para implementar estos modelos y herramientas.

## 4. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

En este capítulo se explican las componentes a través de las cuáles se desarrolló el presente estudio.

### ETAPA 1. ESTUDIO DEL MERCADO DE LAS PAPAS Y EL TOMATE.

Actividad 1.1. Recopilación de Información de Fuentes Secundarias

Actividad 1.2. Entrevistas con ejecutivos de ODEPA

#### ACTIVIDAD 1.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE FUENTES SECUNDARIAS

Como primera actividad, se realizó una revisión de fuentes secundarias, que consistió en revisar documentos claves asociados a la temática, con el fin de capturar el conocimiento más pertinente sobre la materia en Chile.

Como insumo para la revisión y los análisis cuantitativos y cualitativos requeridos para el logro de los objetivos de la consultoría, y con el apoyo de la contraparte, se revisaron fuentes secundarias de información tales como:

- bases de datos asociadas,
- información estadística,
- información de actividades recientes (fuentes públicas como, el Banco Central, el INE, la propia ODEPA y el Ministerio de Agricultura y otras),
- documentos e informes relacionados con aspectos técnicos,
- Otros documentos de relevancia para esta consultoría.

## ACTIVIDAD 1.2. ENTREVISTAS CON EJECUTIVOS DE ODEPA

Junto con la información asociada a fuentes secundarias, fue necesario recabar información de fuentes primarias (entrevistas) con los profesionales de ODEPA, de tal manera de aumentar la pertinencia de las indagaciones y conocer la visión de ODEPA, respecto del sector en lo que respecta a demanda, oferta y factores de incidencia.

La idea fue acordar con ODEPA el conjunto de factores a analizar, para luego determinar estadísticamente cuan relevantes podrían ser para la formación del precio de la papa y el tomate.

### ENFOQUE DE ESTA COMPONENTE

Para el desarrollo de esta componente del estudio se trabajó con el siguiente enfoque:

#### a.- Nuestra comprensión de la cadena de valor

Para los fines del estudio, se entenderá la creación de valor en este mercado según la siguiente estructura:

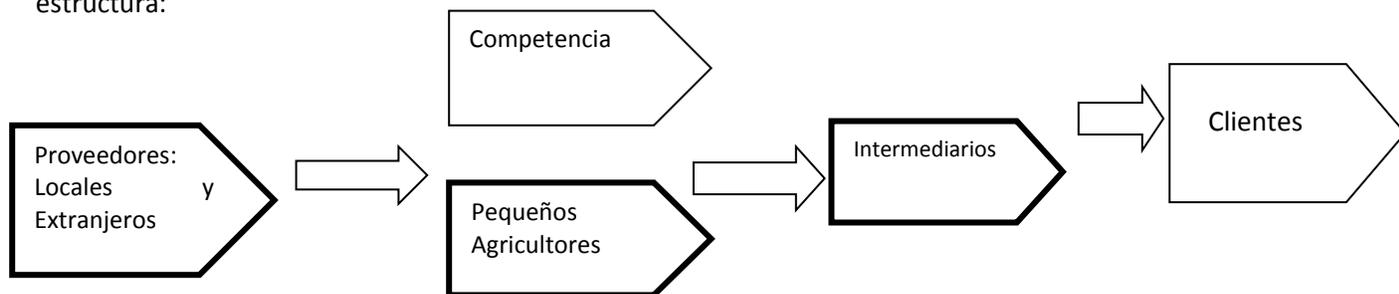


Figura 1: Cadena de Valor en el sector Agrícola Fuente: Elaboración propia

Esta estructura implica que para analizar las estrategias de producción en el marco de este proceso de agregación de valor, se buscó determinar cuál es el ámbito de mayor atractivo para los agricultores, los factores de mercado que afectan las estrategias vigentes y los cambios en el entorno que afectan o pueden afectar, o incluso modificar dicha estrategia.

#### b.- Estudio del proceso de agregación de valor

En relación al proceso de agregación de valor antes presentado mencionado, los ámbitos de recopilación de la información fuerón los siguientes:

- Proveedores:
  - Identificar los principales insumos y proveedores para el proceso de producción. Preliminarmente, se estima que los factores de producción limitantes podrían ser plantas en los tomates y semillas en papas, y mano de obra en ambos, sin embargo se analizará a la luz de los estándares técnicos.
  - Identificar a los proveedores nacionales de factores de producción, y su capacidad para proveer a los agricultores en los momentos oportunos.
- Proceso de transformación para la obtención del producto

- Caracterizar los tipos de productos y sus especificaciones.
- Analizar la cadena de valor.
- Analizar normativas y estándares de calidad vigentes más significativos.
  
- Competencia:
  - Identificar los actuales oferentes de papas y tomates, tanto nacionales como extranjeros.
  - Identificar potenciales nuevos competidores nacionales o extranjeros.
  - Identificar las principales características diferenciadoras de los actuales oferentes en aspectos tales como: calidad, variedad, época de entrega, entre otros.
  
- Clientes:
  - Identificación de los principales demandantes (intermediarios, mercados mayoristas, ferias, etc)
  - Caracterización de los mismos en cuanto a demanda actual.

### c.- Factores de formación de precios

En base a la información obtenida según el punto anterior, se identificó los factores que posiblemente influyan en la formación de precios (los que luego serán testeados estadísticamente), tales como:

- Superficie
- Producción nacional
- Precio internacional
- Precio de productos sustitutos
- Otros a acordar con ODEPA

## RESULTADOS DE LA ETAPA 1

Los resultados esperados de esta etapa fueron un conjunto de hipótesis relativas a:

- Factores que participan en la formación de precios en los distintos eslabones de la cadena
- Cobertura e importancia de la competencia
- Criterios prioritarios en decisiones de producción

Todo lo anterior se resumirá en:

- Capítulo 5, numeral 5.1 con el estudio de mercado del rubro papa.
- Capítulo 5, numeral 5.2 con el estudio de mercado del rubro tomate.

## ETAPA 2: ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE EN HERRAMIENTAS, MODELOS, METODOLOGÍAS PROSPECTIVAS.

Con el insumo del análisis de mercado, se procedió a realizar un estudio del estado del arte en herramientas, modelos, metodologías prospectivas.

El objetivo de esta componente fue la generación de un modelo que permitiera estimar de forma estadísticamente robusta un intervalo para el precio, tanto del tomate como la papa, para la siguiente temporada, condicional en los factores significativos y conocidos al momento de la realización de la proyección.

Para ello se llevaron a cabo las siguientes actividades:



### ACTIVIDAD 2.1. REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA RELACIONADA

Para la generación de modelos, existen en la literatura una serie de enfoques tanto económicos como financieros, en este sentido se exploraron tres líneas definidas:

- la primera fue la de modelo de factores, en que el precio se determinará en función de los factores que se definan a acorde al análisis de mercado, y que son significativos para los cambios tanto la oferta como la demanda de la papa y el tomate. En base a las realizaciones esperadas de los factores y las relaciones estimadas se definió el rango de valores esperados del precio estimado.
- La segunda línea de modelos correspondió a la de series de tiempo, la cual permitió conocer y explorar la posibilidad que el precio tanto de la papa como del tomate sean posibles de estimar en función de la historia del mismo, siendo estos modelos la base de los modelos de precios estocásticos utilizados en finanzas y que definen que el precio constituye un proceso estocástico.
- La tercera línea corresponde a los denominados modelos de la telaraña, modelos tradicionales en economía en los que se analiza el efecto en los precios de productos cuya oferta se establece en función del precio observado en el periodo inmediatamente anterior, ilustrando así la relación existente entre los precios y el volumen transado a lo largo del tiempo.

## ACTIVIDAD 2.2. SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS Y MODELOS A UTILIZAR

La decisión respecto de qué modelo fue el finalmente utilizado dependió de la disponibilidad de datos y de cómo se utilizará la capacidad predictiva de los modelos, en este sentido, y posterior a la estimación de los modelos será necesario realizar una serie de pruebas de capacidad predictiva que nos permitan concluir mas allá de los estadísticos de las regresiones cual es el modelo que presenta mejor capacidad de predicción.

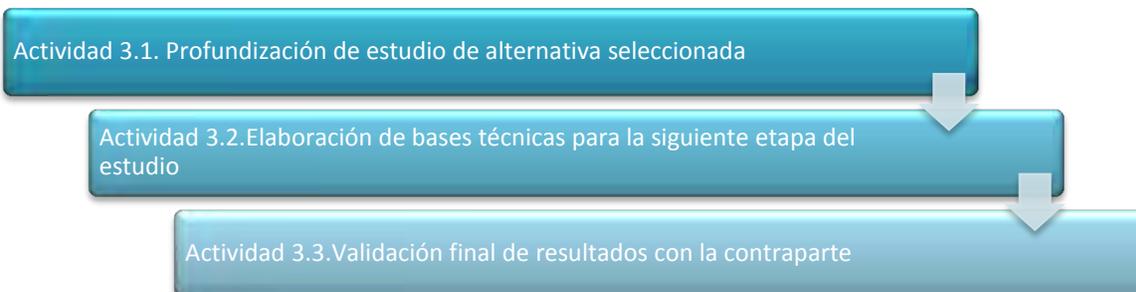
### RESULTADOS DE LA ETAPA 2

Los productos y/o resultados fueron los siguientes:

- Informe con un análisis nacional e internacional del estado del arte en modelos y metodologías prospectivas para los mercados hortícolas. Este informe debe contener además:
  - I. Una revisión crítica de la información necesaria para alimentar los diferentes modelos y las fuentes donde dicha información puede ser obtenida en el caso de que ODEPA no disponga de ella (esta parte se profundizará en la componente siguiente, una vez profundizado el estudio de la alternativa seleccionada<sup>1</sup>).
  - II. Una sección conclusiva sobre la metodología más apropiada para los requerimientos de ODEPA.

### ETAPA 3: PROPUESTA DE HERRAMIENTAS FACTIBLES.

Posteriormente y teniendo como fin generar una propuesta más acotada de las herramientas factible se desarrollarán las siguientes actividades:



A continuación se detallarán estas actividades.

### ACTIVIDAD 3.1. PROFUNDIZACIÓN DE ESTUDIO DE ALTERNATIVA SELECCIONADA

A partir de la alternativa seleccionada, se procedió a detallar los requerimientos de información, se prueban modelos alternativos y se seleccionan modelos preliminares. Finalmente se hicieron

<sup>1</sup>Por esta razón, este análisis crítico se presenta en forma posterior al capítulo 9 que es el que desarrolla en mayor profundidad los modelos.

sugerencias generales para la posterior aplicación en ODEPA (entre ellas la construcción de una matriz de riesgos para la etapa siguiente).

### ACTIVIDAD 3.2. ELABORACIÓN DE BASES TÉCNICAS PARA LA SIGUIENTE ETAPA DEL ESTUDIO

Con el detalle de la alternativa, el equipo de trabajo elaboró una propuesta de bases técnicas para licitar el estudio “Desarrollo de modelos de prospección/simulación para productos hortícolas”.

### ACTIVIDAD 3.3. VALIDACIÓN FINAL DE RESULTADOS CON LA CONTRAPARTE

Finalmente se validó con la contraparte el conjunto de resultados obtenidos.

### RESULTADOS DE LA COMPONENTE 3.

Los productos y/o resultados son los siguientes:

- Propuesta de bases técnicas para licitar el estudio “Desarrollo de modelos de prospección/simulación para productos hortícolas”.
- Matriz de riesgo de la implementación
- Posible Seminario de discusión, de la presentación de los resultados finales, en una fecha posterior a la finalización de estudio.

## 5. ESTUDIOS DE MERCADO

Este capítulo se refiere al Estudio de mercado de la papa y el tomate en Chile, antecedentes que fueron un insumo para ir probando modelos de análisis. De esta manera, la mirada de mercados privilegia el análisis cualitativo que permite identificar los posibles cruces, y las conclusiones.

Dado que el objetivo principal del estudio es determinar modelos y herramientas apropiadas para análisis y posible prospección de mercados hortícolas, el análisis de los mercados de la papa y el tomate fueron un importante insumo para identificar las posibles herramientas. Es por esto que no se puso el acento en la temporada actual, sino que analizó comportamiento histórico, e intentó dar luces acerca de la definición de los precios internos del producto.

Como elemento general, es importante mencionar que la información cuantitativa existente es mucho más completa en la papa que en el tomate. Que la papa sea un “cultivo tradicional” ha significado que se tomen series históricas de datos de superficie, producción, e intenciones de siembra desde la década de los setenta, por el contrario, que el tomate para consumo fresco sea una “hortaliza”, ha redundado en que exista carencia de datos confiables de superficie y producción desde larga data, y sólo desde 2008 existe una encuesta que se encuentra registrando información de superficie y producción de la hortaliza.

Este capítulo se divide en dos grandes sub títulos: uno referente al mercado de la papa y otro al del tomate.

Finalmente, en el punto tres, se muestra brevemente un paralelo entre ambos rubros, desde la mirada de las características que condicionan su análisis, así como la disponibilidad de información. Se espera que esto pueda aportar a una primera clasificación de especies hortícolas, sobre las cuales desarrollar en el futuro los modelos que contribuyan al análisis de la prospección de manera diferenciada.

## 5.1. EL MERCADO DE LA PAPA

### GENERALIDADES

La papa es el cuarto cultivo en importancia en el mundo, después del trigo, maíz y arroz. Representa también el 50% del volumen de raíces y tubérculos que se consumen en el mundo. Los principales productores en el año 2010 fueron China, India y Rusia (FAO). En el ranking mundial de productores, de la Región aparecen Perú en el lugar 16, y Brasil en el 19.

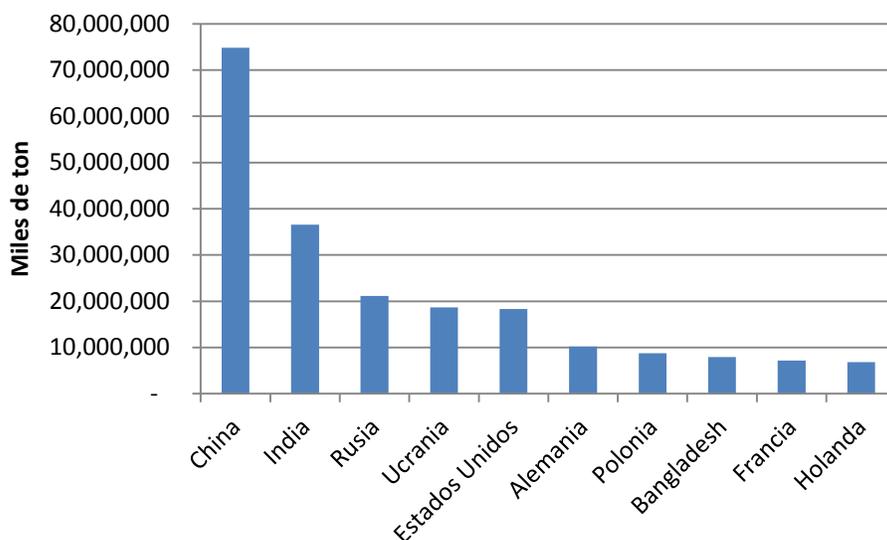


Gráfico 1. Principales países productores de papa, año 2010, Fuente: FAOSTAT

A diferencia de los cereales, en el caso de la papa sólo una baja proporción entra en el comercio mundial. En cuanto a papa fresca, los principales exportadores e importadores son países de la zona europea, lo que hace suponer que se trata de un comercio de proximidad, limitado por el bajo valor por volumen (que implica altos costos de transporte), y por temas fitosanitarios.

Para el caso del comercio de papa congelada, en el que dichas restricciones no son relevantes, se observa un comercio más global, en el que participan Japón, Brasil y China como importadores (4°, 9°, y 13°, respectivamente), y Argentina como exportador (8° lugar). El principal importador de papa congelada es Estados Unidos, y el principal exportador es Bélgica (FAOSTAT, datos para el año 2010).

### DESCRIPCIÓN DEL MERCADO NACIONAL DE LA PAPA FRESCA

La papa es el cuarto cultivo agrícola en cuanto a superficie en Chile, después del trigo, maíz y avena. Se cultiva en todo el país, pero se concentra la superficie entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos. En la temporada 2010/2011 se cultivaron 52.966 hectáreas, el 33% de esa superficie se sembró en la Región de La Araucanía. En cuanto a producción, en la misma temporada 2010/2011, se cosecharon en el país 1.670.000 toneladas, un 37% de esa cosecha provino de la Región de La Araucanía.

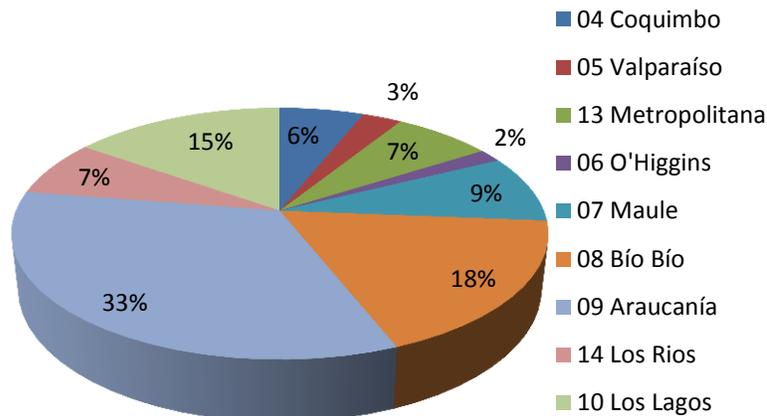


Gráfico 2. Distribución superficie de papas temporada 2010/2011. Fuente ODEPA

El rendimiento del cultivo de la papa se ha incrementado en forma importante en los últimos años, alcanzando las 31 toneladas por hectárea en 2011. Esto se debería a que más agricultores estarían fertilizando, regando y usando mejor semilla. Este elemento ha permitido mantener los volúmenes en el mercado habiendo disminuido la superficie. En términos de calidad del producto, ya casi la totalidad de los productores estaría comercializando la papa lavada. (Furche, 2012)

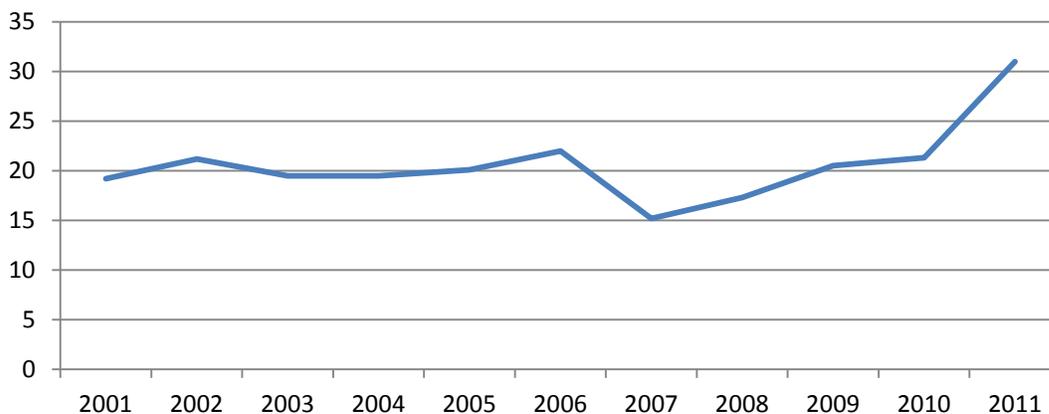


Gráfico 3. Rendimiento del cultivo de papa en Chile. Fuente: Furche, 2011, con información de ODEPA

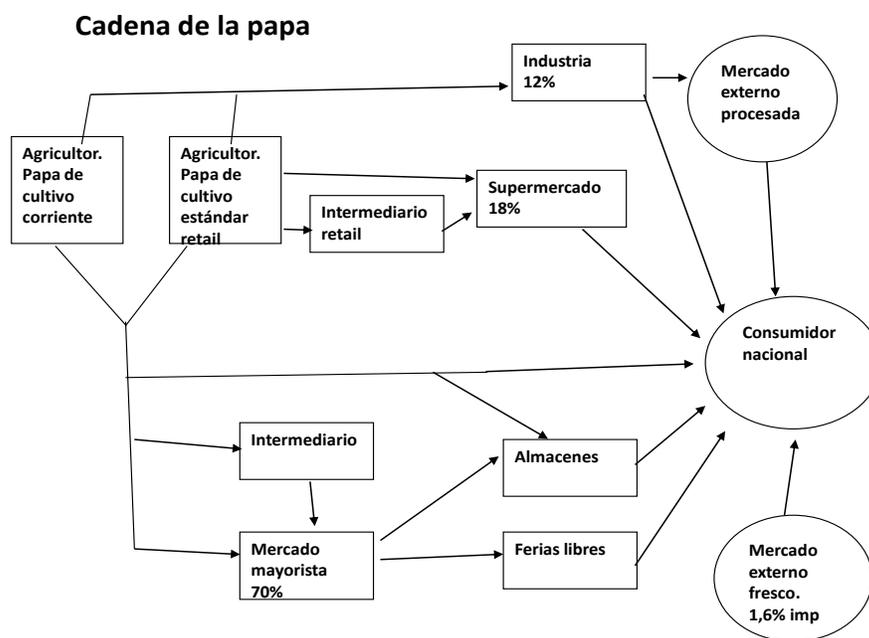
La papa en Chile se cultiva principalmente para el mercado interno de consumo en fresco, jugando la industria de congelado y otros productos procesados un rol poco importante. A la vez, los volúmenes de papa fresca importada son también muy bajos, y se dan sólo en los meses en que escasea la papa que viene de la Región de Coquimbo.

En cuanto a los actores de la cadena, existen del orden de 59.010 productores de los cuales 57.579<sup>2</sup> son pequeños, y cultivan el 66% de la superficie del rubro. Ya se dijo que la industria juega un rol limitado, esto, a pesar de que la papa prefrita congelada aumenta su consumo en grandes proporciones en los últimos años. Es evidente que se requieren mayores inversiones para que el

<sup>2</sup> Censo Agropecuario 2007 - Qualitas AC

país pueda escalar a la papa procesada, lo que posiblemente se dificulta con la alta inestabilidad de precios de la papa fresca, lo que dificultaría el abastecimiento de la industria en los años de precios altos.

En la cadena comercializadora de papa fresca participan los intermediarios informales (conchenchos), intermediarios que trabajan con las cadenas de supermercados, los mercados mayoristas, las ferias libres, almacenes (verdulerías) y las cadenas de supermercados. En la figura siguiente se muestra un modelo de la cadena de la papa en el mercado nacional.



\*Se excluye la papa semilla, por sistema de producción distinto; se incluye papa procesada, por corresponder la materia prima al mismo producto

Ilustración 1. La cadena de comercialización de la papa fresca en Chile (Fuente: Elaboración propia)

En la cadena de valor de la papa, se observa dos tipos de explotaciones, las que cumplen con las condiciones de producción para los supermercados, que son básicamente registros, uso de facturas, entre otros, y las que no lo cumplen. Si bien para muchos especialistas la papa semilla es una buena alternativa para los productores de papa, en este estudio se excluye su análisis, toda vez que son estándares productivos muy diferentes si se trata de semilla certificada o “legal”.

El canal mayoritario de comercialización pasa por los mercados mayoristas, ya sea vía intermediario o con llegada directa del productor. Paralelamente, del orden de un 20% de la producción se comercializa a través de la cadena de retail, vía en la que el productor obtiene mejores precios, pero debe cumplir con estándares de calidad y seguridad de suministro, elementos que no son de fácil cumplimiento por pequeños productores (SCL Econometrics, 2011). Si bien el precio en los distintos eslabones de la cadena por supuesto varía, en general, se observa que mantienen cierto paralelismo.

El estudio realizado por SCL Econometrics para ODEPA estima márgenes en los distintos eslabones de la cadena. Para el presente estudio, que se focaliza en poder identificar modelos para analizar

precios y hacer proyecciones de los mismos, se trabajará en base a la curva que dibujan más que sobre las diferencias entre eslabones.

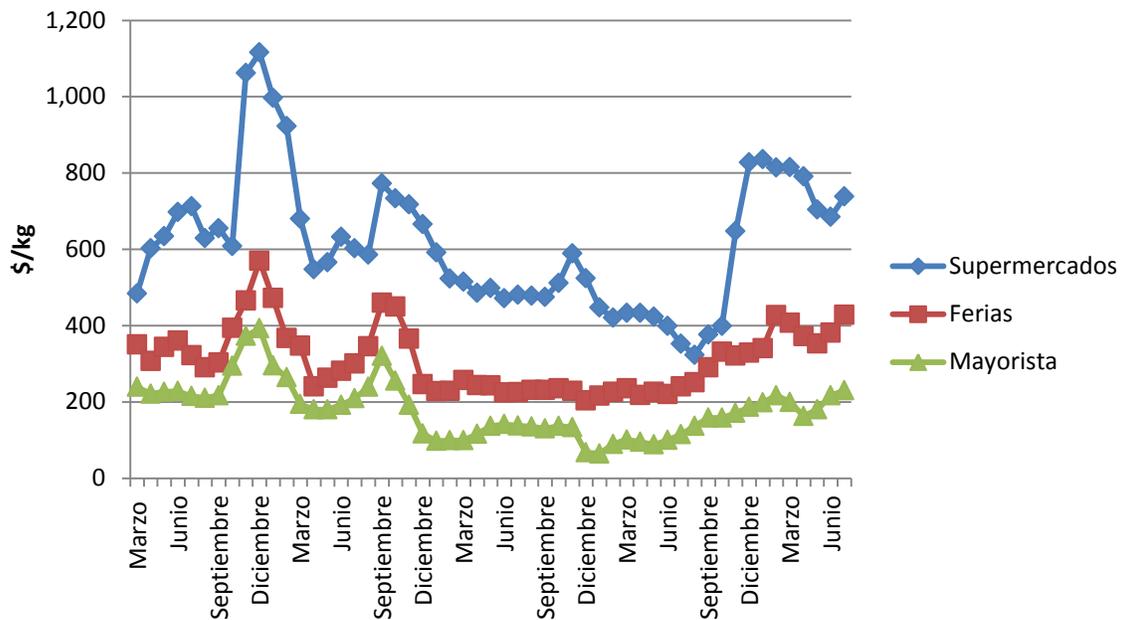


Gráfico 4. Precios nominales de papa entre marzo de 2008 y julio de 2012. Fuente ODEPA

Un elemento importante en el mercado de la papa es la estacionalidad de abastecimiento que se observa a través de los precios en el gráfico anterior. La papa de guarda, que se produce en la zona centro y sur, se cosecha entre enero y abril, y puede ser almacenada hasta agosto; es el producto más importante en volumen, y justamente su capacidad de guarda ayuda a que el mercado se ordene durante esos meses en cuanto a articular oferta y demanda.

Existe también la papa temprana, la que se cosecha entre septiembre y diciembre alcanzando mejores precios en el mercado. Los años en que la oferta de papa temprana es muy baja, ingresa papa proveniente del norte de Argentina a suplir la oferta.

En la Figura 5 se observa el comportamiento de tendencias similares entre los precios a nivel mayorista, de ferias libres y de supermercados; todos correspondientes a la ciudad de Santiago. Al respecto cabe observar qué, tal como se observa en la Figura 4, el precio mayorista y el de ferias libres corresponden a la misma línea de comercialización, por lo que se esperaría un comportamiento de igual tendencia, en que la distancia entre ambas curvas refleja el balance de costos y beneficios, y la utilidad del eslabón ferias libres.

En cuanto al precio en supermercados, el producto se refiere a una línea distinta, que se diferencia incluso a nivel de productor que los provee, y aún así, la tendencia es la misma que en las otras dos series de precio. Esto reflejaría que la demanda (consumidor final), estaría reflejando el precio de manera bastante competitiva. Esta conclusión nos permite trabajar con un solo precio, en este caso el precio mayorista que tiene una serie más larga de datos, para poder analizar el comportamiento de precios en el mercado en forma general.

## FACTORES QUE DETERMINARÍAN EL PRECIO DE LA PAPA FRESCA EN CHILE

Una buena forma de aproximarnos a las herramientas con las que se podría hacer prospección del mercado de la papa en Chile es observando los elementos que determinan el precio del producto en el mercado nacional, que es la variación a la que se enfrentarán productores temporada tras temporada. En primer lugar, cabe mencionar que el precio relevante a estudiar es el precio en mercados mayoristas, dado que es el que representa la mayor parte de las transacciones, y a su vez, sus fluctuaciones se reflejan en los otros valores de la cadena. Una mirada más práctica de porqué se decidió centrar el análisis en el precio mayorista es la buena información, histórica con la que se cuenta, lo que permite analizar más sólidamente la materia.

## FACTORES QUE DETERMINARÍAN LA DEMANDA DE PAPA FRESCA EN CHILE

Además del precio, que es nuestra variable dependiente a analizar, se estima que los factores que podrían definir el precio de la papa fresca en Chile son el consumo interno de papa fresca, los requerimientos de la industria procesadora de papas, y la demanda de productos sustitutos por parte del consumidor.

### EL CONSUMO INTERNO DE PAPA FRESCA

Según [www.potato2008.org](http://www.potato2008.org), el consumo de papa fresca en Chile no habría variado en gran medida de los 51 kg/persona/año entre 1990 y 2008, este guarismo alcanza a los 80 kg/persona/año en Perú. Según números estimados por ODEPA en base a balances de producción, uso en semillas, pérdidas, y balanza de papa procesada, se llegaría a un consumo per cápita aproximado de papa fresca de 55/kg/persona/año, como promedio de los últimos 12 años. Dado que la tasa de crecimiento de la población, para efectos de demanda es de lento crecimiento, no se espera que tendencialmente haya un aumento importante en los próximos años en la demanda de papa fresca.

En cuanto a cambio en las tendencias de consumo si se pueden mencionar dos elementos: la tendencia a consumir mayor producto procesado, y el rol creciente que juegan los supermercados en la provisión de papa fresca.

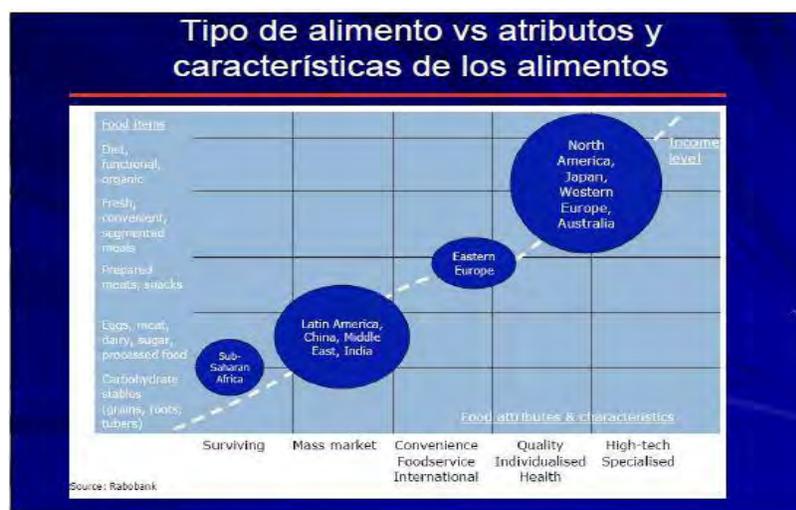
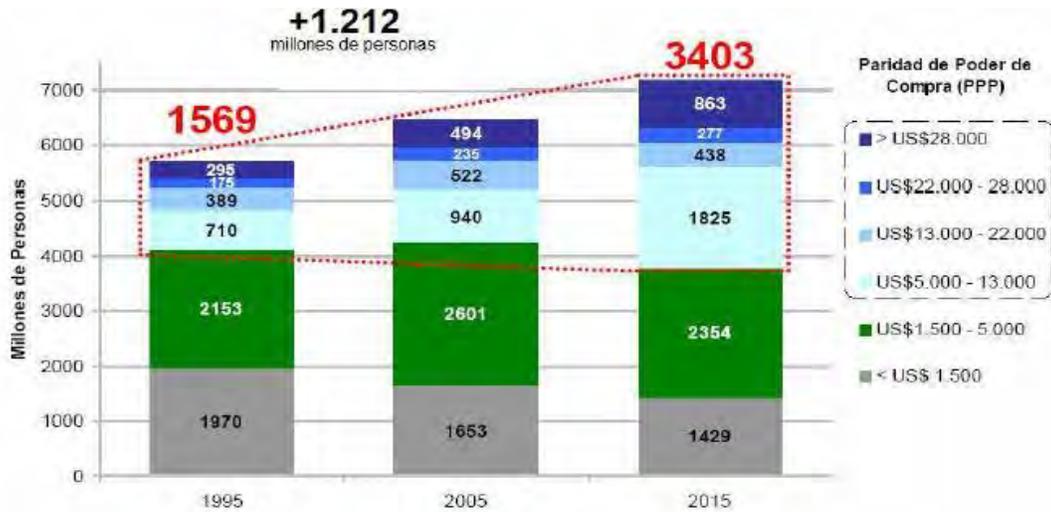


Ilustración 2. Tendencias en el tipo de alimentos consumidos según nivel de ingreso de los países



Fuentes: UN WIDER y Banco Mundial; análisis EIR; Nestlé

Gráfico 5. Tendencias de crecimiento en el ingreso de las personas en el mundo. Fuente INIA 2008

En los países de mayores ingresos se tiende a consumir alimentos que requieran de menos tiempo de preparación. A la vez, la proyección del Banco Mundial es que los segmentos de mayores ingresos crecerán más en el mundo que los segmentos más pobres, lo que refuerza la tendencia a una demanda de este tipo de alimentos. La papa prefrita congelada es un producto que crece a tasas importantes en el mundo, y que se ha reflejado en un aumento relevante de la importación de este producto en el país. Esta tendencia, que no se ve motivos para pensar en que se revierta, iría estrechando el consumo de papa fresca en Chile, dado que parte importante de ese volumen debe aún consumirse en definitiva como papa frita por los habitantes.

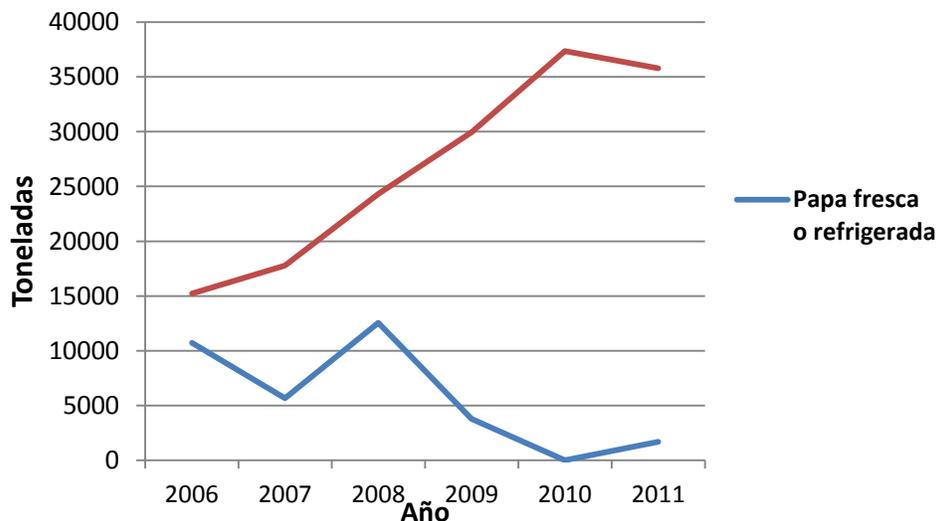


Gráfico 6. Importaciones de papas en Chile. Fuente ODEPA

La tendencia de crecimiento de las cadenas de retail como proveedores de papa fresca para la población, si bien representa una buena oportunidad para que más productores puedan ocupar ese canal más conveniente en precios, en términos de variación de precios no representa cambios,

dado que las tendencias de precios son paralelas entre ferias libres y cadenas de supermercados. En la figura sólo se observa una variación, en que se acercan ambos precios, a la salida del invierno de 2011, y en el resto de la serie se observa una tendencia paralela que refleja márgenes relativamente constantes en cada uno de los actores.

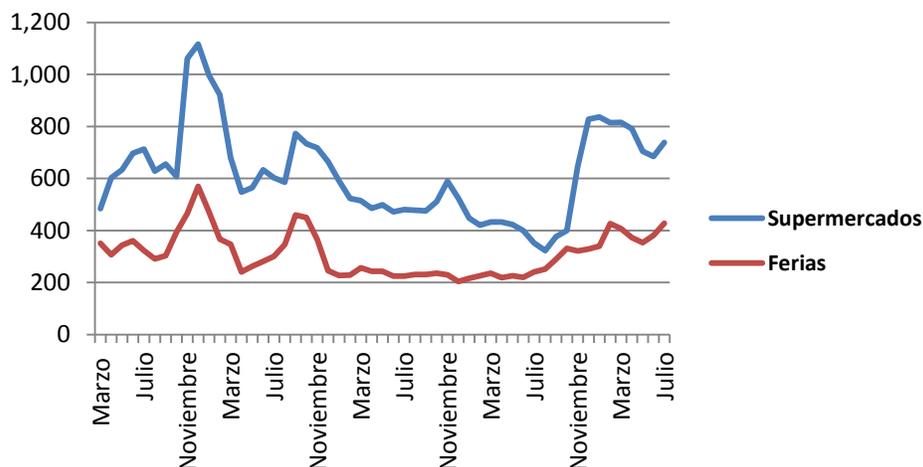


Gráfico 7. Precio al consumidor de papa fresca, entre 2008 y 2012 (nominales). Fuente ODEPA

En cuanto a estacionalidad, al parecer la demanda de papa es relativamente constante a través del año, lo que se traduce en alzas de precio en primavera como consecuencia de las bajas de volumen del producto en el mercado, lo que se subsanaría en parte con la importación de algún volumen de papa fresca procedente de Argentina.

#### DEMANDA DE MATERIA PRIMA POR PARTE DE LA INDUSTRIA

Tal como se mencionó, la demanda de los consumidores, en Chile y en el mundo, de papa prefrita congelada, va en aumento, sin embargo, la existencia de sólo una planta industrial para este producto en Chile limita la demanda de materia prima. En la práctica, el mayor volumen de papa pre frita que se consume en Chile es requerido por las cadenas de comida rápida, que se proveen globalmente a través de transnacionales. También existen pequeñas empresas que se proveen en mercados mayoristas, pelan y trozan la papa para freír, y la venden a pequeños restaurantes.

Para que esta fuerza operara sobre el mercado de la papa fresca en Chile, entonces se requerirá que se ejecuten nuevas inversiones en este tipo de industria, y esto ya ni siquiera pensando en exportar papa congelada, sino en ocupar parte del incremento del mercado interno de este producto.

Como se mencionó, los propios vaivenes de precios en la papa fresca entre un año y otro, impiden que un poder comprador que compite en el mundo con precios no anualizados, pueda abastecerse de materia prima en los años con alto precio interno.

#### CONSUMO INTERNO DE PRODUCTOS SUSTITUTOS

Se menciona que la papa, como proveedor de carbohidratos en la dieta competiría con el consumo de arroz y de fideos. Ambos productos son commodities que se fijarían en gran medida a

través del precio internacional, lo que efectivamente puede generar un efecto sustitución cuando los precios internos de la papa fresca están muy altos.

Preliminarmente, para este informe, se muestra una comparación entre las variaciones de precios a consumidor del arroz y las papas frescas (Figura 10), en la que se observan tendencias distintas. En un análisis cuantitativo en el informe siguiente se analizará posibles efectos de sustitución.

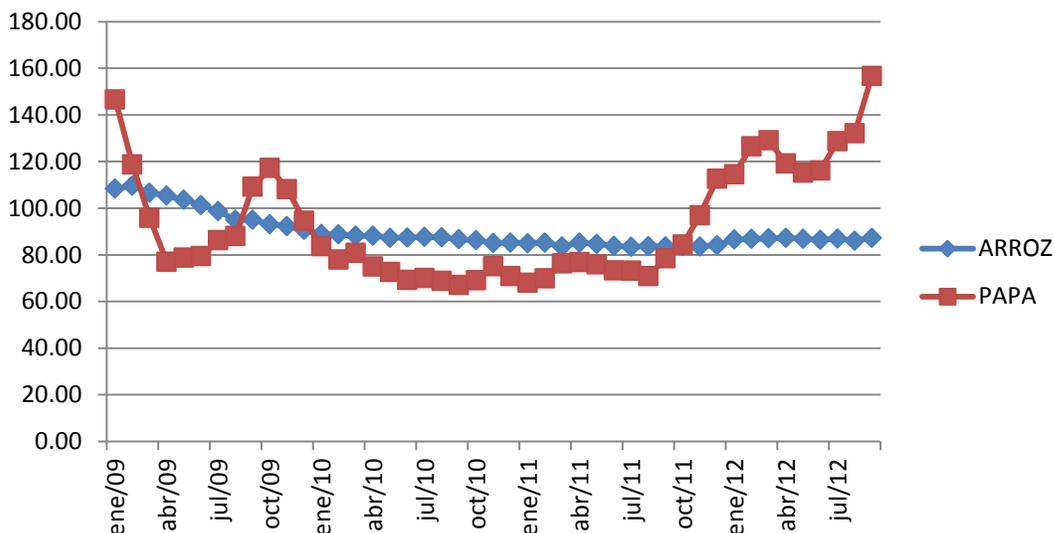


Gráfico 8. Variación del índice de Precios de papas y arroz, entre enero de 2009 y septiembre de 2012 (Base año 2009). Fuente INE

Sí se puede considerar con mayor grado de certidumbre, dado que en Chile la demanda de papa para la industria no afecta al precio de la papa fresca, que la misma papa prefrita importada pueda ejercer un efecto sustitución con la papa fresca.

#### FACTORES QUE DETERMINARÍAN LA OFERTA DE PAPA FRESCA EN CHILE

Como se mencionó, la papa fresca que se comercializa en Chile es casi en su totalidad de producción nacional. Sólo existirían algunas toneladas provenientes de Argentina que suplen el déficit del mercado en primavera.

Entre los factores mencionados por los actores vinculados al tema están: precio interno del año anterior, disponibilidad de agua, disponibilidad de semillas, enfermedades (tizón), y competencia con otros rubros por el uso del suelo.

El precio internacional se descarta, mientras la industrialización de la papa no sea una alternativa más masiva, es muy difícil que el precio internacional del producto llegue a afectar el mercado interno.

La mano de obra, si bien es un factor de producción importante en cuanto a costos, no se considera determinante porque la oportunidad de cosecha no se restringe a períodos puntuales, pudiendo esta distribuirse según disponibilidad del factor.

PRECIO INTERNO DEL AÑO ANTERIOR

El cultivo de la papa es el ejemplo clásico de la Teoría de la Telaraña en el equilibrio de mercado: después de una temporada de precios altos más agricultores siembran papa, lo que redonda en una baja de precio al año siguiente; luego, con esa baja del precio en el segundo año, se siembra menos para la temporada siguiente, cuando la escasez del producto volvería a levantar su precio; y así sucesivamente.

Esta condición se reflejaría en un vaivén de la curva de precio entre temporada y temporada. En la figura se observa nítidamente ese vaivén, son excepciones los años en que el precio observa la tendencia del anterior, y nunca llegan a tres años con igual tendencia. Al mirar los precios promedio de la papa de guarda y la papa primor, se observa que el efecto se da en ambos casos, es decir, la racionalidad del agricultor se repite en la Región de Coquimbo y en las zonas centro y sur del país.

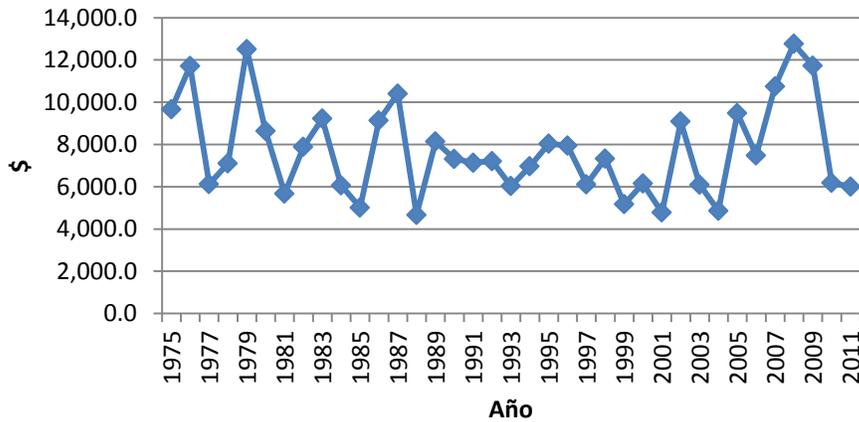


Gráfico 9. Precio mayorista de papa, promedio anual (\$/envase de 50kg). Fuente ODEPA

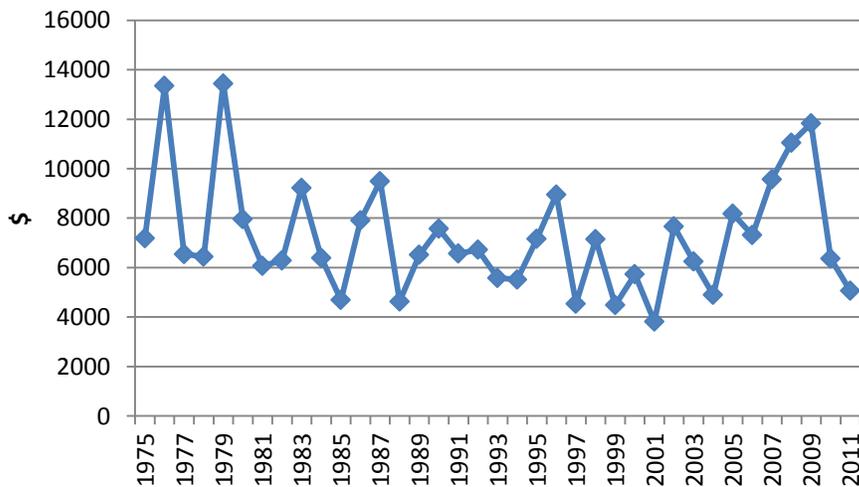


Gráfico 10. Precio mayorista de papa de guarda (\$/envase de 50kg) (precio promedio entre los meses de enero y agosto de cada año). Fuente ODEPA

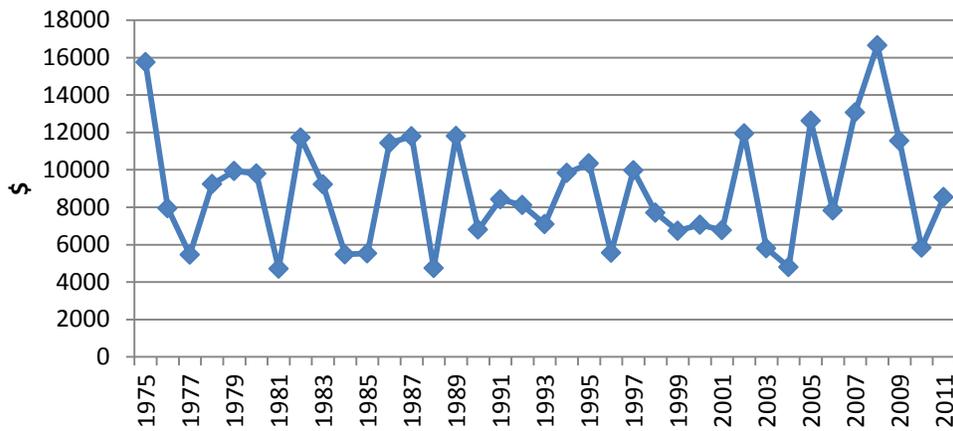


Gráfico 11. Precio mayorista de papa primor (\$/envase de 50kg) (Precio promedio entre los meses de septiembre y diciembre de cada año). Fuente: Elaboración propia con información de ODEPA

Al observar las variaciones de superficie sembrada, se observa igualmente un vaivén, que en algunos períodos es de dos años. Para el caso de la papa primor también se observa una tendencia a la baja en el largo plazo, con un comportamiento de vaivén en el corto plazo.

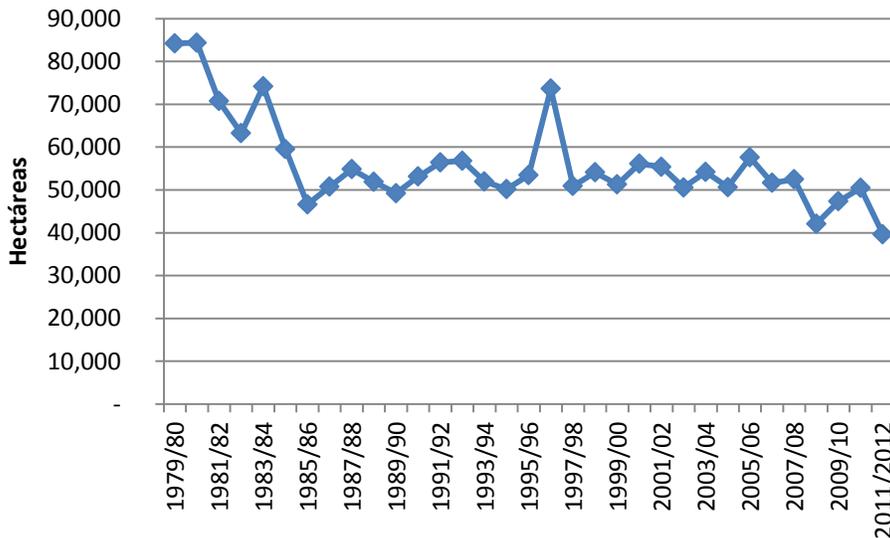


Gráfico 12. Superficie de papa de guarda (todas las regiones excepto Coquimbo). Fuente: Elaboración propia con información ODEPA

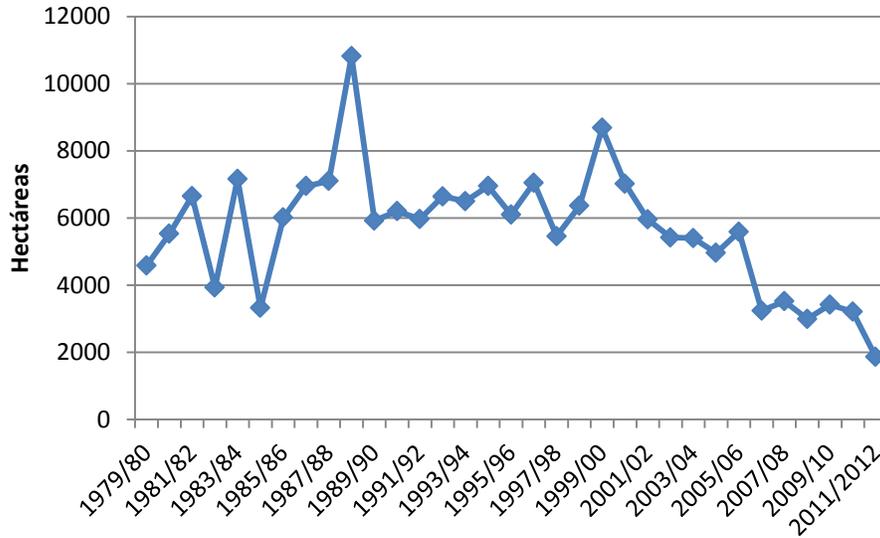


Gráfico 13. Superficie de papa primor (sólo la Región de Coquimbo). Fuente: ODEPA

#### DISPONIBILIDAD DE AGUA

La papa tiene distintos sistemas de cultivo. La papa de guarda cultivada en la zona sur es principalmente de secano, en la zona centro se riega, y la papa primor de la Región de Coquimbo sin riego no es posible cultivarla.

En la zona norte entonces, el uso del agua en la papa competirá con su uso para el riego de otros cultivos, lo que por ejemplo, podría sacrificar el cultivo de papa por abastecer bien de agua un frutal. Sin embargo, al parecer esa correlación no existiría, toda vez que el comportamiento parece ser absolutamente cíclico en base a la Teoría de la Telaraña, y no responder a las expectativas de lo que conviene ser regado. Es posible que sea así porque los agricultores paperos en general no cultivan frutales, sino que combinarían el suelo con otras hortalizas, y la condición de primor de un tubérculo de demanda no estacional tendría una rentabilidad muy competitiva con la de otras hortalizas.

En la zona sur del país el riego no juega un rol importante. De igual forma, se plantea que con inviernos más lluviosos, se presentan mayores siembras en primavera. En la siguiente figura se observa los milímetros llovidos en la Estación Meteorológica de Nueva Imperial entre los meses de mayo y agosto, para los años desde 2001 a 2010, y en la parte de abajo la superficie sembrada en La Araucanía en los meses siguientes a esos inviernos.

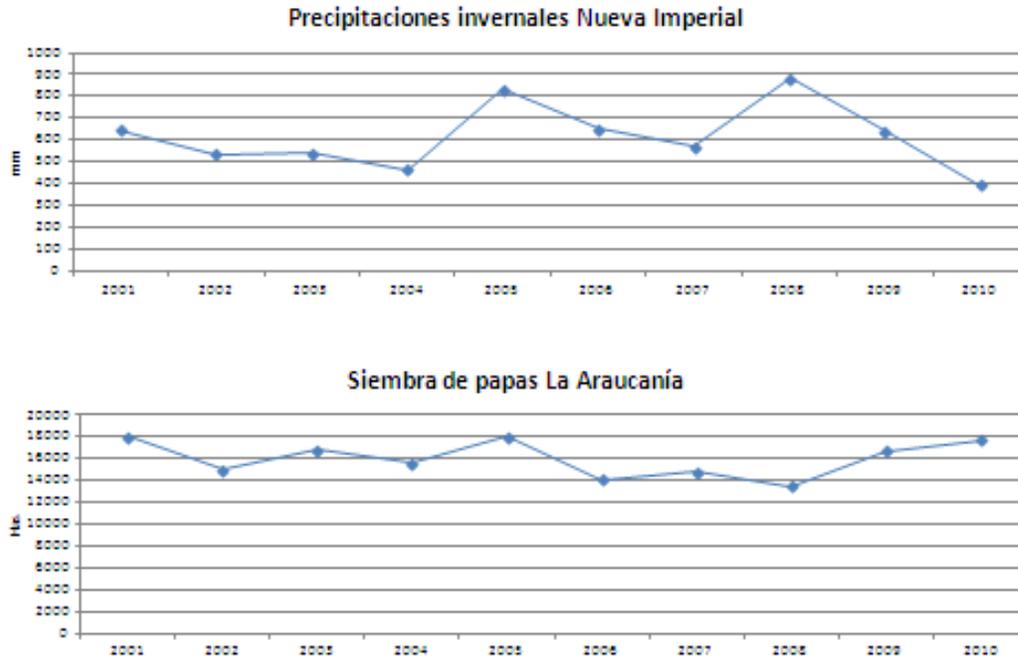


Gráfico 14. Comparación precipitaciones invernales y siembra primaveral de papas en la Región de La Araucanía. Fuente: Elaboración propia, con datos de la Dirección Meteorológica de Chile y ODEPA

En la figura anterior, si bien se aprecia cierto paralelismo entre los años 2001 y 2006, posteriormente la relación se rompe e incluso se invierte. Entonces, al menos en la Región de La Araucanía (principal región productora de papa de guarda) no se observaría una causalidad entre “invierno lluvioso” y “mayor siembra de papas”. En el informe siguiente se revisará este tema en términos cuantitativos, también para un caso de la Región de Los Lagos.

#### DISPONIBILIDAD DE SEMILLA

La mayoría de los agricultores productores de papa seleccionan semilla de sus propias cosechas de papa de guarda para ser sembradas en la temporada siguiente. Los agricultores más grandes compran semilla corriente o certificada para mejorar su material genético cada tres o cinco años, y los más pequeños la compran de otras cosechas o continúan seleccionándola de su producto por otros años más. La cantidad de sacos de semillas que se siembra por hectárea es relevante, y por este motivo, después de años de muy buen precio, en los que se vende “toda” la cosecha es muy posible que escasee la semilla.

Al parecer no hay información objetiva para verificar el tema cuantitativamente, pero teóricamente es posible que los retardos en la caída de los precios (dos años consecutivos de precio alto) se deban a la escasez de semillas para responder con siembra a esa señal. Los conocedores del cultivo de la papa plantean que es corriente que después de años buenos aumente la demanda de semillas certificadas, y con frecuencia esta no alcanzaría a cubrir la demanda.

Sin datos objetivos acerca de la demanda de semillas de año en año es difícil analizar cuantitativamente el asunto. Una opción posible es identificar un porcentaje de aumento de precio tal que gatille esa escasez: después de un año “malo”, si el precio sube en gran magnitud,

es posible que los agricultores vendan toda la semilla, no así cuando el aumento de precio es leve o se viene de un año no tan malo; pero con seguridad será difícil de determinar cuantitativamente.

### ENFERMEDADES (TIZÓN DE LA PAPA)

El tizón de la papa es una enfermedad producida por un moho - *Phytophthora infestans* - que ataca el tallo, las hojas y el tubérculo de la planta. Produce unas oscuras manchas de color café en la superficie del tubérculo avisando cuando el ataque se ha hecho presente. La mancha es el lugar en el cual la membrana de la papa se ablanda permitiendo la entrada de otros patógenos - bacterias y hongos - que la pudren. La pérdida puede ser total. ([www.Chilepotenciaalimentaria.cl](http://www.Chilepotenciaalimentaria.cl), 25 de julio de 2006).

La enfermedad ataca cuando existen condiciones de alta temperatura y humedad. En las temporadas 2006-2007 y 2008-2009 se registraron episodios de ataques del tizón tardío de la papa, generando pérdidas de plantaciones de hasta un 100% en la región de Los Lagos (Diario del Agro. 11 de enero de 2011).

Para evitar las pérdidas se debe comenzar la temporada con semillas de buena calidad, eliminar las principales fuentes de infección, favorecer la ventilación de los cultivos, no hacer fertilizaciones con nitrógeno en forma excesiva y comenzar con las aplicaciones de productos químicos en forma temprana, de acuerdo con las alertas.

El INIA desarrolló un proyecto de sistemas de alerta del ataque de la enfermedad, el que funciona con modelos que avisan a los agricultores de las regiones de Bío Bío hasta Los Lagos cuando resulta necesaria la aplicación de fungicida.

No existe un método que pueda prevenir, antes de la siembra, los niveles de pérdida que generará en esa temporada el ataque de la enfermedad. Pero sí, con sistemas de alerta como el mencionado y con un mejor manejo agronómico de los agricultores se puede ir minimizando los efectos sobre la oferta de papas de los ataques de la enfermedad, lo que puede ir eliminando uno de los factores que afectan la disponibilidad de papas en el mercado.

Es entonces un factor que evidentemente afecta la producción de papas por baja en los rendimientos, pero no afectaría la siembra del cultivo, toda vez que no existiría forma de prever como vendrá la temporada en base a condiciones para que se desarrolle el hongo. Además, es un factor de incidencia que debería ir perdiendo importancia en la medida que más agricultores controlen la enfermedad con aplicaciones, usando los sistemas de alerta que se están desarrollando.

### COMPETENCIA POR SUELO CON OTROS CULTIVOS

Se revisaron los datos de intenciones de siembra al mes de junio, y se compararon con los datos efectivamente sembrados esa misma temporada. Cabe mencionar que este dato se captura de informantes calificados (asesores, vendedores de insumos, etc), y no es un dato directo del agricultor que decide, entonces lo que refleja posiblemente el dato es la consideración de factores cualitativamente, tal como lo hacemos en este estudio.

Se observa en la figura que en cuatro de las seis temporadas analizadas la siembra efectiva fue menor que la prevista en junio, y en los otros dos casos lo contrario, y no se observa una situación cíclica de Telaraña. Dado que la variabilidad producto del efecto Telaraña de la papa es un factor *vox populi* que definiría la superficie sembrada, es muy probable que ya esté incorporado en la proyección de los informantes, por lo que no se esperaría fuera explícito en la figura.

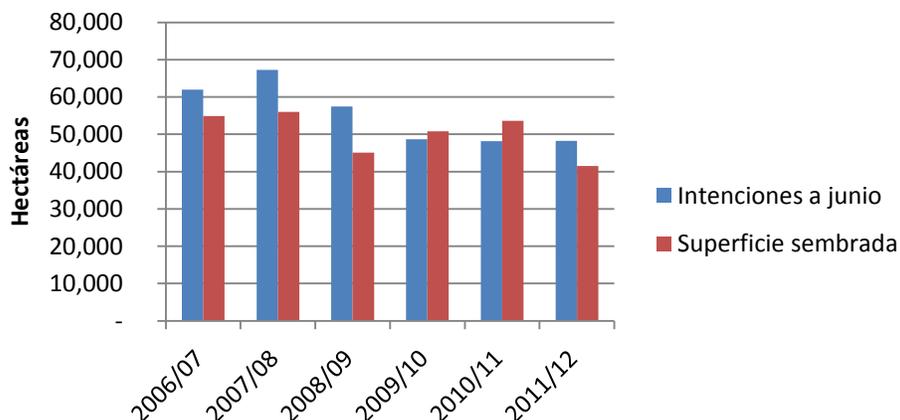


Gráfico 15. Intenciones de siembra de papa en junio versus siembra efectiva en primavera del mismo año. Fuente: Elaboración propia con datos de ODEPA

Para el caso de la papa no se menciona la competencia con otros cultivos como un factor importante que determine la oferta. Esto es así porque en las zonas donde se cultiva más papa no existen cultivos que compitan tan directamente con el tubérculo, sino que son parte de una rotación, y además, son de estándares superiores de superficie por ser más mecanizados y requerir poca mano de obra, como el caso del trigo y la avena.

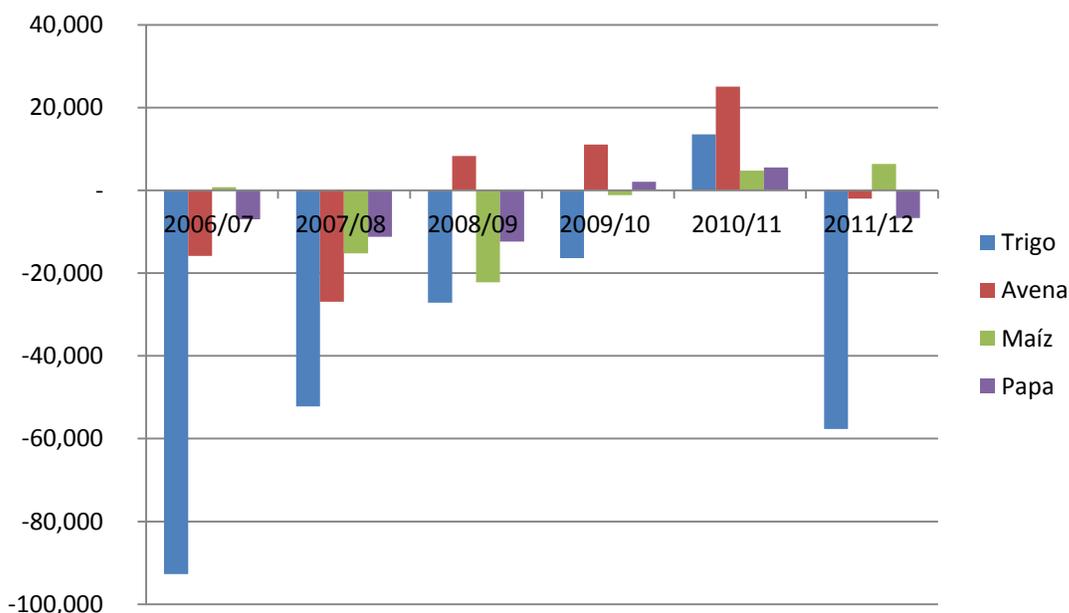


Gráfico 16. Cambio en decisiones de siembra en los principales cultivos (Superficie sembrada – intenciones a julio del mismo año). Fuente: Elaboración propia con datos de ODEPA

Los datos de la figura parecen efectivamente no reflejar una competencia por superficie, en términos que diferencias negativas entre la superficie sembrada y la que se preveía no van de la mano con situaciones inversas en los otros cultivos, más bien reflejan miradas sectoriales, acerca del total de la superficie a sembrar del conjunto de los cultivos.

---

## CONCLUSIONES MERCADO DE LA PAPA

De los factores expuestos, se puede concluir preliminarmente que la demanda interna de papa en Chile sería más o menos constante por parte de la población para el corto plazo, y al ser un producto en la práctica no transable, tampoco aumentaría en proporciones relevantes la población de consumidores potenciales. Poco efecto parece tener los precios de otros alimentos básicos indexados por precios internacionales, como el caso del arroz.

Para el mediano plazo, como efecto del crecimiento de importaciones de papa prefrita, sí se puede ir estrechando la demanda de papa fresca, lo que afectaría su precio si no se compensa con inversiones de industrias de procesamiento del tubérculo que capturen parte de ese mercado, y equilibren así el precio de las cosechas aumentando la demanda de papa fresca como materia prima.

Se puede afirmar entonces que la formación del precio de la papa entre una temporada y otra depende básicamente de la oferta de producto, y dentro de los factores que la determinan, la señal del precio del año anterior parece ser la más relevante. También podría jugar un rol, básicamente en el retardo del ciclo de la Telaraña, la escasez de semillas después de un año de muy buen precio.

Factores climáticos y sanitarios (como el tizón) si bien tienen un efecto evidente en la producción de papa, al parecer no podrían jugar un rol muy preponderante en las decisiones de siembra.

## 5.2. EL MERCADO DEL TOMATE FRESCO

### GENERALIDADES

El tomate es, después de la papa, la hortaliza más producida en el mundo, seguida muy de lejos por coles, cebollas y pepinos. Entre papas y tomates, en el año 2005, alcanzaron el 63% del volumen total de hortalizas producido (Furche, 2011).

Producción mundial de hortalizas (miles de ton)  
Año 2005

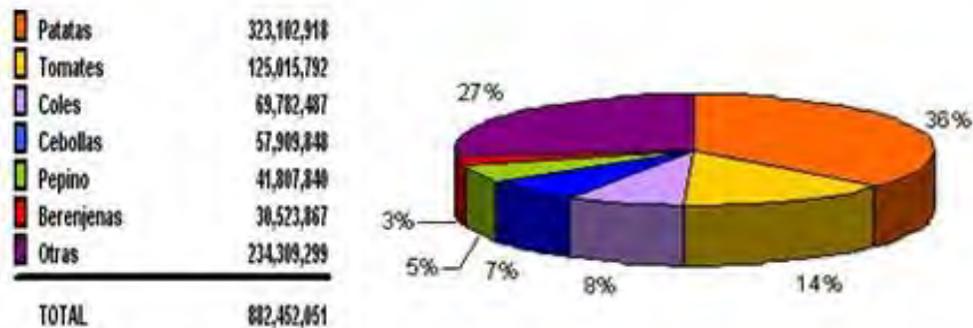


Gráfico 17. Producción de hortalizas en el mundo. Fuente; Furche, 2011

Los mayores productores de tomate fresco en el mundo son China, Estados Unidos e India, los tres países más poblados del mundo, lo que ya nos da una idea de un cultivo de abastecimiento interno y, además, de consumo muy universal.

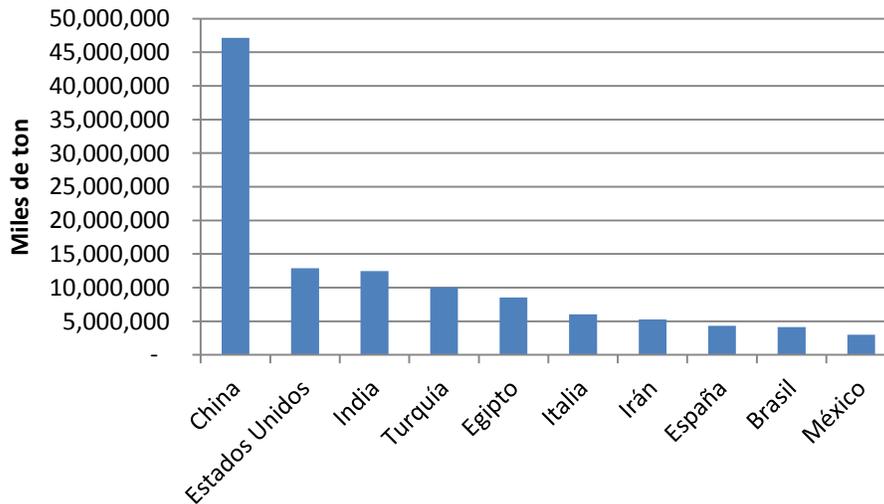


Gráfico 18. Principales países productores de tomate, año 2010. Fuente: FAOSTAT

Al observar los principales países exportadores e importadores, se observa con claridad que correspondería a un comercio de proximidad, en que México es el principal abastecedor de Estados Unidos, y Europa es abastecida por Holanda, España, Turquía y Marruecos. También se observa a Estados Unidos entre los exportadores, aún siendo el principal importador, pero al

observar el valor unitario al que exporta sus volúmenes, se presume que pueda ser importante abastecedor de Canadá. Esto flujo en ambos sentidos en los países desarrollados en el comercio del tomate está dado también por la estacionalidad. México, Marruecos y el sur de España, evidentemente abastecen del producto en el invierno boreal

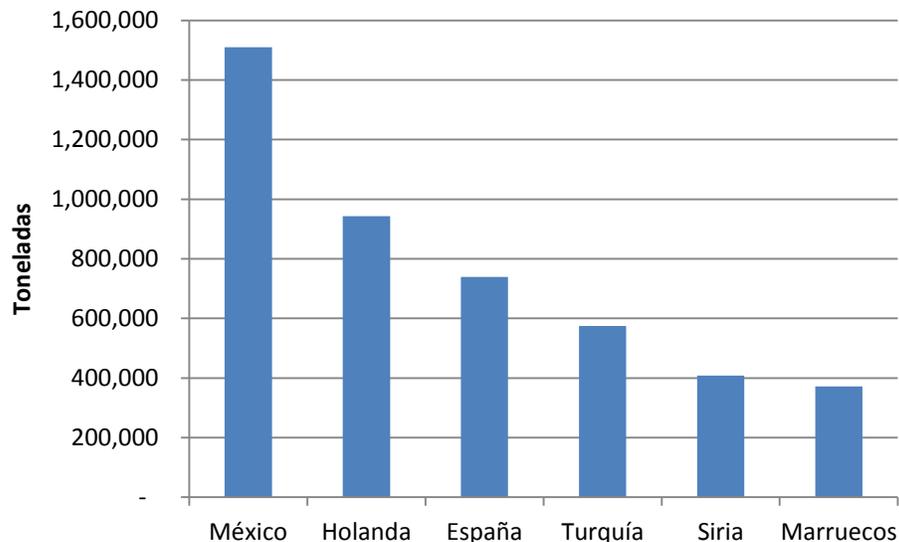


Gráfico 19. Principales países exportadores de tomate fresco, año 2010. Fuente: FAOSTAT

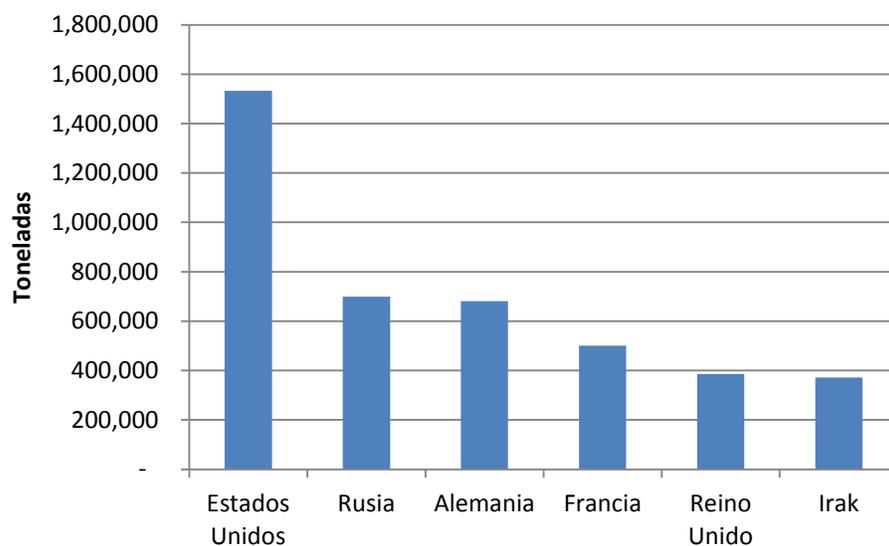


Gráfico 20. Principales países importadores de tomate fresco, año 2010. Fuente: FAOSTAT

## DESCRIPCIÓN DEL MERCADO NACIONAL DE TOMATE FRESCO

El año 2011 en Chile se cultivaron 4.902 hectáreas de tomate para consumo en fresco, superficie que viene en descenso desde el año 2007. Para los años anteriores no se cuenta con cifras confiables de superficie, lo que impide observar tendencias más largas.

En cuanto a distribución regional, se pueden identificar tres macrozonas definidas por la fecha en que entregan su producto al mercado, estas son la Región de Arica y Parinacota, el Valle del Huasco y la Región de Coquimbo, y la zona central, que incluye las regiones de Valparaíso, Metropolitana, del Libertador y del Maule.

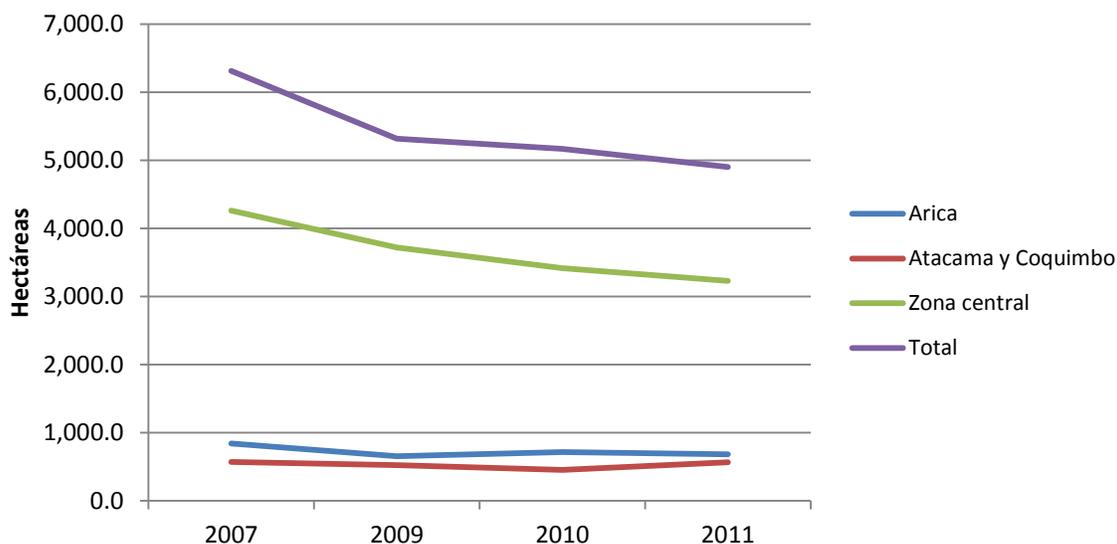


Gráfico 21. Superficie tomate fresco. Fuente: ODEPA

Como se observa en la figura, durante las últimas cuatro temporadas la superficie ha decrecido sistemáticamente en la zona central, y se ha mantenido estable en el Norte Chico y extremo norte.

No existe recopilación sistemática de datos de producción, pero sí se cuenta con una encuesta realizada por INE en la que se estiman rendimientos, aspectos tecnológicos y destino de la producción. Según esa información, ODEPA estima una producción nacional al año 2011 de 348.531 toneladas. Aplicando esas cifras a las zonas definidas en este estudio la producción sería:

Tabla 1. Rendimiento y producción de tomate para consumo fresco por zona, temporada 2011

Zona	Rendimiento (ton/ha)	Producción (ton)
<b>Arica y Parinacota</b>	112,86	77.264
<b>Atacama y Coquimbo</b>	44,04	25.009
<b>Zona central (V, RM, VI, VII)</b>	68,69	221.895
<b>Total (promedio) nacional</b>	71,10	348.531

Fuente: ODEPA

Los altos rendimientos en la Región de Arica y Parinacota se deben a razones climáticas y también de nivel tecnológico de los agricultores (99,2% de ellos riegan por goteo o por cinta), lo que compensaría la baja superficie cultivada en la zona.

El cultivo del tomate en Chile en la práctica es un rubro no transable. Las importaciones son casi inexistentes (sólo pequeños volúmenes de Perú suplementan la oferta ariqueña en invierno), y los

volúmenes exportados son muy bajos. Aún cuando Chile tiene bajos aranceles de ingreso a los mercados de países desarrollados, es muy bajo el volumen que se exporta a esos destinos.

A diferencia de lo que sucede con la fruta fresca de contraestación, que tienen ventanas exclusivas de ingreso a esos mercados (sólo con competencia del hemisferio sur), en el caso del tomate los cultivos del norte de África, y bajo plástico en España, llenan la contraestación en los países europeos. A su vez, México se encarga de abastecer el mercado de Estados Unidos en esa época.

Otra consideración importante en el mercado es que el tomate destinado para la industria (cuyos productos finales sí son transables) no compite como producto con el tomate fresco, dado que son variedades diferentes. De esta manera, el mercado del tomate fresco se presenta en la práctica como un mercado cerrado, cuya oferta y demanda se definen dentro de nuestras fronteras.

A continuación se presenta un esquema de la cadena del tomate para consumo fresco, cuyos actores son los agricultores, con estándares accesibles a las cadenas de supermercados y sin ellos; intermediarios que abastecen mercados mayoristas y otros que tienen contratos con los supermercados; mercados mayoristas, ferias libres, verdulerías y supermercados.

### Cadena del tomate fresco

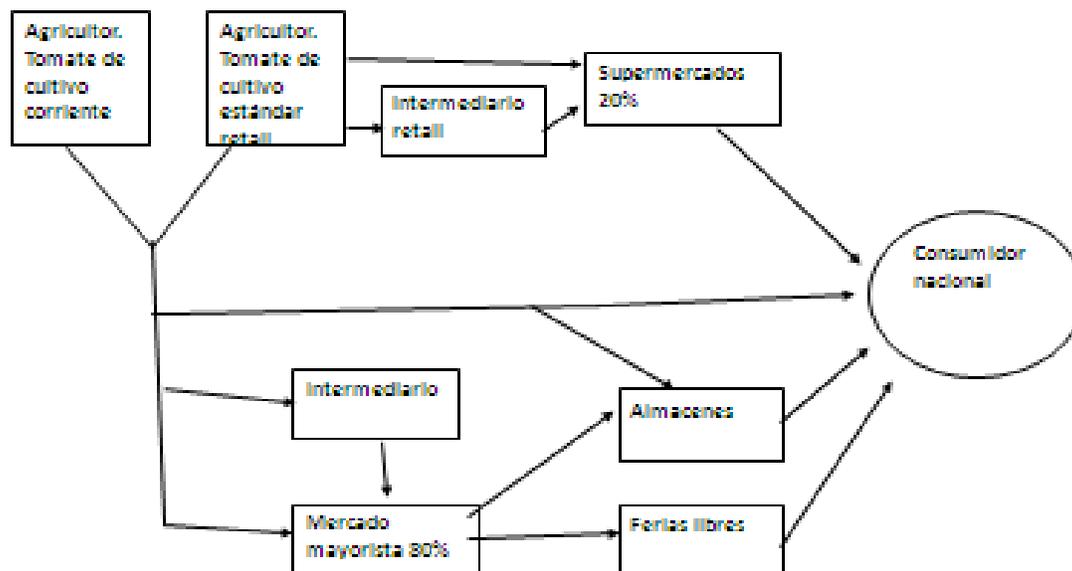
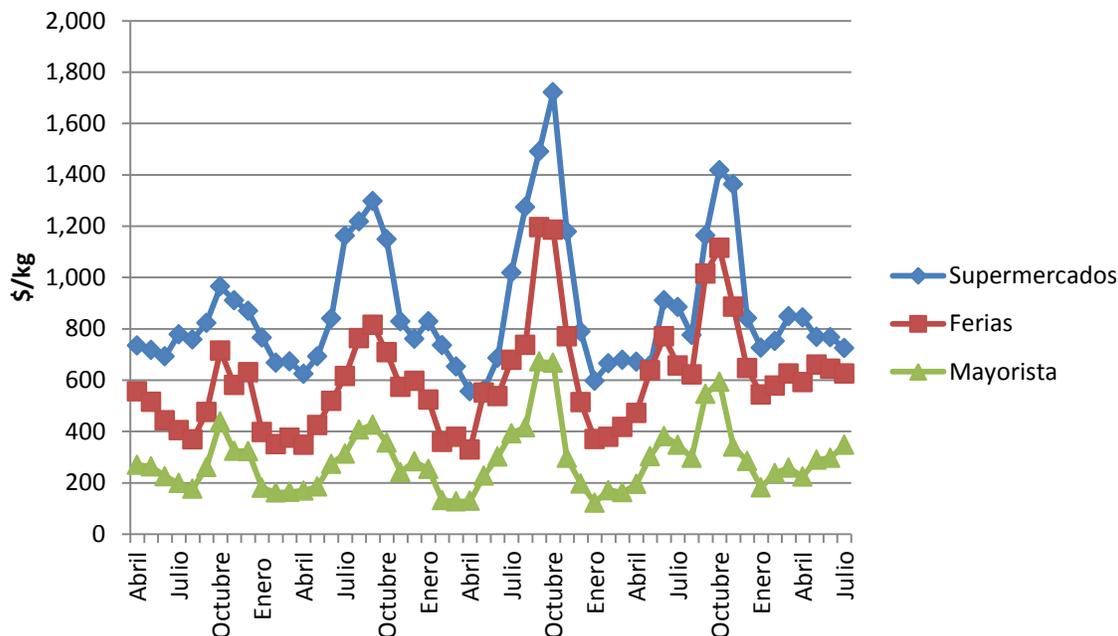


Ilustración 3. Diagrama de comercialización del tomate fresco en Chile. Fuente. Elaboración Propia

Según informantes de cadenas de supermercados, ese canal correspondería al 20% de las verduras del mercado, por ser el tomate una de las principales, podríamos asumir que efectivamente esa es la proporción para esta hortaliza.

Al igual que en el caso de la papa, si bien los márgenes varían entre los eslabones, los precios describen una misma tendencia entre los eslabones, tal como se observa con los precios nominales en el gráfico siguiente.

Gráfico 22. Precios tomate fresco en Santiago, entre abril de 2008 y julio de 2012



Fuente: Elaboración propia con información de ODEPA

Al igual que en el caso de la papa, en el tomate existe una estacionalidad de oferta que se manifiesta en las curvas de precios. Entre los meses de invierno se comercializa el tomate de Arica y Parinacota, luego aparece el de Atacama y Coquimbo, posteriormente el de la Región de Valparaíso, y entre enero y marzo el de las regiones Metropolitana hasta el Maule. El comportamiento de los eslabones de la cadena no varía las tendencias de precios: describen curvas similares, guardando las distancias de rentabilidad de cada eslabón.

Para efectos del análisis en el presente estudio, la estacionalidad se simplificó en dos grupos: el tomate de invierno y primavera, que se comercializa entre mayo y noviembre, y el de verano que llega a los mercados mayoristas entre diciembre y abril.

#### FACTORES QUE DETERMINARÍAN EL PRECIO DEL TOMATE FRESCO EN CHILE

Como se dijo, el tomate se comporta como un producto no transable, en todos sus eslabones de la cadena, por lo que su precio estaría determinado sólo por la oferta y demanda doméstica. Al igual que en el caso de la papa, el análisis de precios se centra en el precio mayorista, dado que se cuenta con series más largas, y el comportamiento cíclico es similar al precio en los eslabones de ferias libres y supermercados.

## FACTORES QUE DETERMINARÍAN LA DEMANDA DE TOMATE FRESCO EN CHILE

En conversación con profesionales de ODEPA se estimó como hipótesis que la demanda de tomate estaría definida por los factores precio (que es la variable dependiente a analizar), y el consumo doméstico.

### EL CONSUMO INTERNO DE TOMATE FRESCO

El tomate es importante en la canasta de consumo de las familias en Chile, ocupa el primer lugar de las hortalizas, es por tanto a la que se dedica más dinero en el consumo familiar.

El consumo per cápita en Chile alcanzaría a los 31,7 kg/persona/año, y es el más alto entre los países latinoamericanos, seguido muy de lejos por Argentina y Brasil (16,9 y 16,2 kg/persona/año respectivamente) (Flaño, 2012).

Si se considera la diversidad de platos en los que se consume el tomate fresco, desde las ensaladas, donde puede ser más estacional, hasta los sándwich que se venden en restaurantes tradicionales y de comida rápida, probablemente con menos estacionalidad de consumo, se estima que la demanda por habitante sería bastante estable. Si consideramos además que la población crece a tasas bajas, cuando de vaivenes en la demanda se trata, podríamos concluir que la demanda nacional de tomate fresco podría ser bastante constante, con una tendencia al crecimiento dada básicamente por el crecimiento demográfico.

En cuanto a las tendencias de consumo a nivel global, al tomate se le presenta un escenario estable. Es un producto de consumo en fresco, que no tiene su contraparte en producto congelado, y dada la posibilidad de producción en distintas épocas del año, tampoco se observa un espacio para el desarrollo de un producto de esas características que facilite el consumo rápido por parte de la población. Sí es posible que se vaya imponiendo en al menos un segmento más exigente, la tendencia de consumo de producto con menor uso de plaguicidas, lo que dificultaría competir especialmente a los cultivos bajo invernadero. Sin embargo, una tendencia de esas características con seguridad llegaría sólo a un pequeño segmento de mercado, dejando el mercado de gran volumen al producto de características más o menos similares al que se consume hoy.

En cuanto a aumentos en el consumo per cápita, la literatura menciona que este iría en aumento en el mundo, sin embargo dado que en Chile ya es muy alto, se puede pensar que se mantendría más o menos estable.

### EL CONSUMO DE PRODUCTOS SUSTITUTOS

El tomate, en comparación a la gran mayoría de los alimentos de la canasta, se estima que no tiene sustitutos cercanos. Ni siquiera el tomate procesado (pulpas, jugos, deshidratados) jugaría un rol en este sentido.

En alguna medida, si existe gran diferencia de precios, las hortalizas de hoja podrían sustituirlo en las ensaladas, pero en los sándwich, que son de gran consumo en restaurantes de comida rápida y fuentes de soda tradicionales, parece bastante más difícil de reemplazar.

### FACTORES QUE DETERMINARÍAN LA OFERTA DE TOMATE FRESCO EN CHILE

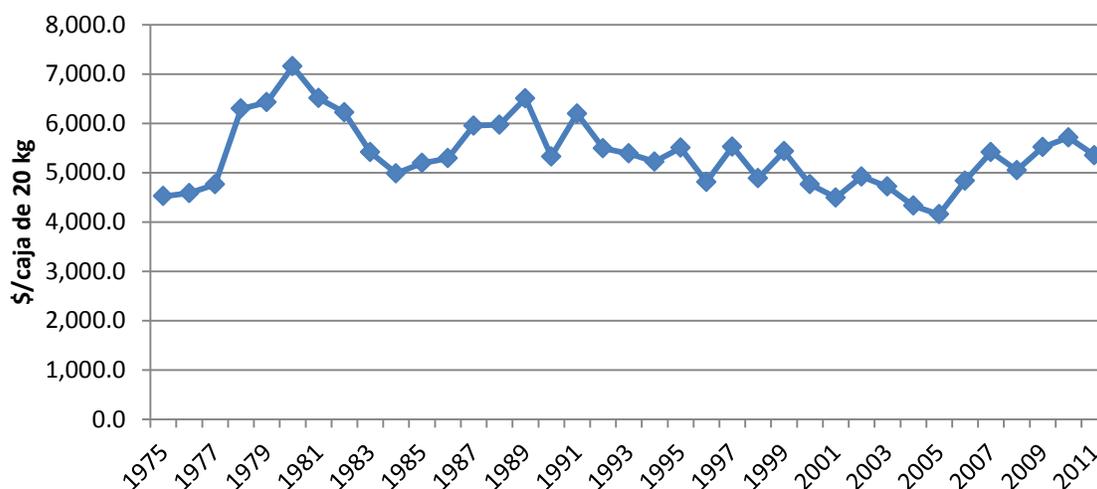
Entre los factores que podrían determinar la oferta de tomate fresco se mencionan: el precio del año anterior, la disponibilidad de agua, la disponibilidad de mano de obra, competencia con rentabilidad de otros cultivos (principalmente maíz), la disponibilidad de plantas, y el tiempo (heladas e inundaciones).

#### EL PRECIO DEL AÑO ANTERIOR

Se plantea que en general, como en el caso de la papa, cuando existiría una alta participación de pequeños agricultores, se daría el ciclo de la Telaraña, eso de que altos precios del producto en el año  $x$  inducirían una mayor siembra en el año  $x+1$ , lo que redundaría en bajo precio en la temporada de mayor oferta. Para que esta situación se presente debe ser un mercado acotado, como lo es el caso de las hortalizas frescas por no ser en general transables.

Para el caso del tomate no hay datos de volumen producido cada año para observar el tema, como tampoco se cuenta con series largas de datos de superficie de cultivo, pero sí se cuenta con series de precios mayoristas que pueden mostrar ese supuesto comportamiento cíclico.

Gráfico 23. Precio mayorista de tomate en mercados de Santiago



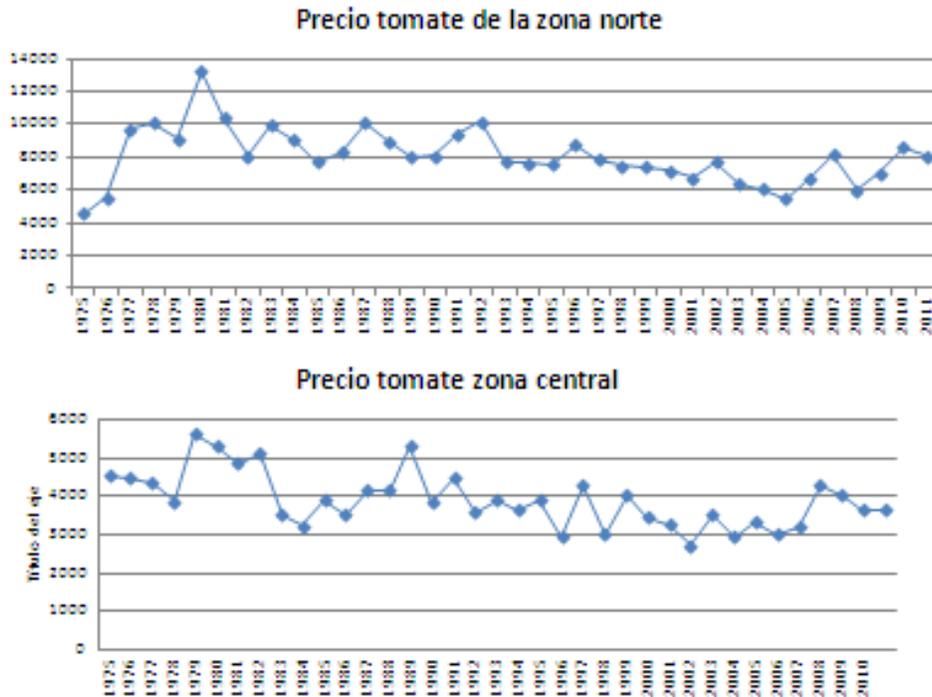
Fuente: ODEPA

Al observar el gráfico de precios promedio anuales, desde el año 1975 hasta el 2011, sólo se observa el supuesto ciclo de Telaraña entre los años 1994 y 2000, y en el resto se dibuja más bien trayectos variable entre un número mayor de años, sin dibujar claramente un ciclo de precios.

Sin embargo, al separar el tomate de invierno y primavera del tomate de verano, sí se muestran tendencias interesantes al respecto.

Al comparar el tomate de invierno con el de verano, se observa que este último presenta un comportamiento de ciclos anuales mucho más evidente, lo que podría deberse efectivamente a vaivenes en la superficie sembrada como efecto del precio del año anterior.

Gráfico 24. Comparación curva de precios mayoristas de tomate de la zona norte y de la zona central



Fuente: Elaboración propia con información de ODEPA

En la época invernal el precio del tomate es alto, y se podría suponer entonces que la rentabilidad del cultivo para los agricultores del norte también lo fuera. Esto permite una estructura de cultivo más permanente, con inversión en sistemas de riego, mallas antiáfidos y otras tecnologías que le ponen barreras de salida al cultivo de tomate.

Por el contrario en el caso del tomate de verano los precios son más bajos, los agricultores son más y más pequeños, y las opciones de usar ese suelo en otro cultivo son más altas (el cultivo de tomate no tiene barreras de salida), se daría entonces el caso similar al del cultivo de la papa. Lamentablemente no hay series de superficie de cultivo más largas que puedan ayudar a ilustrar esta situación.

#### DISPONIBILIDAD DE AGUA

El tomate es un cultivo de riego, por lo que en la medida que el agua sea escasa, muchas veces el agricultor deberá optar por qué cultivo regar. En teoría, para los cultivos de la zona norte que tienen inversiones en riego tecnificado, así como los cultivos en invernadero, dichas inversiones y el mismo sistema de gestión predial operarían como una barrera de salida, forzando a los agricultores a permanecer en el cultivo. Por el contrario, en la zona centro sur, sería más fácil que,

de verse en la necesidad de priorizar el uso del agua de riego, opten por los frutales o los cultivos con algún tipo de agricultura de contrato.

La Dirección General de Aguas publica anualmente (desde el año 2009) un pronóstico de la cantidad de agua que habrá disponible para regar en cada río en la temporada que se inicia. Dicho pronóstico, que se entrega en el mes de septiembre, resultaría oportuno para la siembra de tomate que se cosecha en verano.

Como ejercicio, si observamos las dos temporadas disponibles tanto en datos de superficies como en pronóstico de caudales para regar, la Región del Libertador Bernardo O'Higgins (ríos Cachapoal y Tinguiririca), tendríamos los números del Cuadro 2.

**Tabla 2. Pronóstico de agua de riego y siembra efectiva de tomate en la Región de O'Higgins**

Ítem	2009/2010	2010/2011
Superficie tomate (has)	795,2	943,9
Agua de riego pronosticada (millones de m <sup>3</sup> )	3000	2450

Fuente: Elaboración propia con datos de ODEPA y la DGA

Con los números del cuadro, que a primera vista se observan contradictorios, no se puede concluir nada. En primer lugar habría que estimar, con series históricas, cuan escasas o abundantes son las dos disponibilidades de agua consideradas, dado que la opción de sembrar o dejar de sembrar tomate se presentaría frente a disponibilidades límite. Además, por supuesto, habría que analizar series de tiempo más extensas para estimar una posible correlación.

### COMPETENCIA POR SUELO CON OTROS CULTIVOS

Se menciona que el cultivo del maíz, y posiblemente el de tomate industrial podrían ser competitivos, ya que ocuparían los mismos suelos. No existen series extensas para la superficie de estos cultivos, pero como ejercicio se puede observar, para los últimos tres años, el caso de la Región de El Libertador Bernardo O'Higgins, que es importante productor de estos rubros.

**Tabla 3. Superficie cultivos en la Región del Libertador B. O'Higgins (has)**

Cultivo	2009	2010	2011
<b>Maíz</b>	50.953	54.530	47.419
<b>Tomate industrial</b>	2.503	2.392	2.153
<b>Tomate para fresco</b>	1.134,8	795,2	943,9

La escala de cultivo de los tres anualizados es muy distinta, siendo el más importante, y el tomate para consumo fresco bastante marginal en comparación. Por eso mismo, dado que esos dos cultivos presentan una curva inversa en estos tres puntos, es muy posible que el aumento del maíz en el 2010 haya repercutido en una baja para el tomate.

En cuanto al tomate industrial, al menos en estos tres años parece tener bastante estabilidad, lo que coincide con opiniones informadas de que los agricultores que trabajan con la industria suelen permanecer en el negocio.

## DISPONIBILIDAD DE PLANTAS

Los agricultores que cultivan tomate en general compran las plantas en viveros, y también hay productores que compran la semilla y siembran para producir sus propias plantas. No es el caso de la papa, en que el producto para consumo alimentario es biológicamente el mismo que sirve de semilla.

Lo más lógico es que los viveristas tengan efectivamente una estimación de cuanto tomate podría sembrarse para producir sus plantas, de hecho la mayor parte de su producción de plantines es a pedido, y dado que estas se producen en invernadero, no es muy corriente que sean afectados por fenómenos climáticos generando una escasez repentina. Tampoco es muy probable un aumento explosivo, en unos pocos meses del interés de los agricultores por plantar tomate.

## TIEMPO ATMOSFÉRICO

De las eventualidades durante el cultivo que pueden afectar la producción de tomate, las heladas son lo más frecuente, y se dan en los cultivos que siembran temprano para llegar antes al mercado. Las plagas y enfermedades en general son bien tratadas por los productores, existen paquetes tecnológicos que estén acostumbrados a aplicar. Las heladas efectivamente pueden dañar en una medida importante el cultivo, sin embargo, no se pueden prever, por lo que no afecta la decisión de sembrar o no sembrar.

## DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA

El tomate tiene una oportunidad de cosecha bastante precisa para llegar bien al mercado, a diferencia de la papa de guarda que tiene bastante holgura. En la Región de Arica y Parinacota no se prevé, en principio, que exista una demanda de mano de obra estacional de rubros alternativos que pueda competir fuertemente con la cosecha del tomate.

Tabla 4. Estacionalidad de los tomates para consumo fresco en Chile

Zonas productivas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Valle Azapa (aire libre- malla)												
Copiapó (invernadero)												
Copiapó (parrón aire libre)												
Ovalle (aire libre)												
Ovalle (invernadero)												
Limache - Quillota (invernadero)												
Limache-Quillota (parrón)												
Talca (invernadero)												
Talca- Curicó (aire libre)												
Pichidegua (S. Vicente)(invernadero)												
Pichidegua (S. Vicente)(aire libre)												
Rengo y Quinta de Tilcoco (aire libre)												

Fuente: Flaño, 2012

En Copiapó la mayor demanda estacional de mano de obra estaría en la cosecha de parronales, en noviembre y diciembre, por lo que tampoco en esta zona sería una restricción. En la práctica, al parecer la mayor competencia con la cosecha de fruta se daría en los tomates al aire libre cultivados en la Región de O'Higgins.

De cualquier manera, la demanda de mano de obra en la cosecha de la fruta es un elemento permanente, se da todas las temporadas, entonces, si bien afectaría la superficie de tomate a sembrar en la zona central, este factor no sería una fuente de variabilidad en la oferta de la hortaliza año a año.

---

## CONCLUSIONES MERCADO DEL TOMATE

Un primer elemento es que la falta de información histórica de superficie y producción dificulta cualquier análisis en el mercado del tomate. Los datos disponibles en series más largas son los precios, y por sí solos no es mucho lo que pueden explicar. En volúmenes sólo se cuenta con el dato del volumen transado en mercados mayoristas de Santiago, sin embargo, si para el año 2011 ODEPA estima (en base a encuestas de rendimiento de la temporada 2008/2009 aplicados a la superficie) que la producción habría alcanzado a 348.531 toneladas, sólo 86.123 toneladas de ese volumen (25%) habrían sido transadas en esos mercados, por lo que ese dato no nos dice nada acerca del volumen producido a nivel nacional.

Cualitativamente se puede estimar que para el caso de la demanda, esta sería bastante estable, dado que el producto es importante en la canasta familiar, no tiene sustituidos muy evidentes, y no se espera cambios en la tendencia de consumo per cápita de la hortaliza. Si es así, la variación del precio estaría dada sólo por la oferta.

A su vez, la oferta de tomate en la zona norte parece tener un ciclo más largo, seguramente definido por la rentabilidad de cultivos alternativos en el mediano plazo y en forma creciente por la disponibilidad de agua. En la zona central (tomate de verano), pareciera ser que se presenta el mismo caso que en la oferta de papas, que la oferta tiene un vaivén que oscila hacia arriba y hacia abajo de la línea de rentabilidad que podría determinar salidas y entradas de agricultores del cultivo con facilidad ante el precio de la temporada anterior.

Preliminarmente, también se puede esperar que con una serie más larga de datos de superficie de tomate en la zona central se evidencie una competencia con el cultivo del maíz.

### 5.3. CONCLUSIONES GENERALES DE LOS ANALISIS DE MERCADO

Tanto en la papa como en el tomate, la condición general del mercado es que se comporta como no transable, esto implica que el precio del producto se definiría en base a la oferta y demanda doméstica.

Para los dos productos estudiados se da una situación de demanda interna relativamente estable. Eso estaría definido por la importancia de los productos en la canasta y por la no presencia de sustitutos muy directos (en el caso de la papa, habría que profundizar más el análisis con la demanda de arroz y fideos).

En cuanto a los factores que afectarían la oferta, en parte se coincide con la importancia del precio del año anterior como factor principal, esto en la papa en general, y posiblemente en el tomate de verano. Es posible que este elemento se presente entonces también en las otras especies hortícolas, en la medida que sean también en la práctica no transables.

## 6. ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE EN HERRAMIENTAS, MODELOS, METODOLOGÍAS PROSPECTIVAS

En este capítulo, la revisión consideró dos ámbitos distintos: se revisaron los sitios webs de instituciones públicas relacionadas con el tema (los resultados se resumen en el punto inmediatamente siguiente) y se hizo una búsqueda bibliográfica más ligada al ámbito académico.

### 6.1. REVISIÓN DE EXPERIENCIA INTERNACIONAL INSTITUCIONAL

En este subtítulo se presenta los resultados de la revisión de la experiencia internacional. Para ello se revisaron páginas web de instituciones similares a ODEPA, organismos internacionales y un sistema de información agrícola internacional.

En cuanto a las instituciones similares a ODEPA, se revisaron instituciones que pertenecían a los siguientes países:

- Nueva Zelanda
- Australia
- EEUU (Gobierno Central y Estado de California)
- Uruguay
- Argentina
- Italia
- España

La selección de estos países, se realizó a partir de 2 criterios, posibilidades de encontrar instrumentos similares y similitud en el desarrollo del sector agrícola. La selección se basó en el juicio experto de los consultores.

Junto a las instituciones similares, se revisó además las páginas web de 2 organismos internacionales, los cuales son:

- La organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)
- La Unión Europea (UE)

Por último, se revisó la página web del siguiente sistema:

- AMIS (Agricultural Market Information System), el cual es un sistema de información agrícola que une información mundial. En este sistema participan diferentes organismos internacional, entre los que se encuentra: FAO, IFPRI, IFAD, OCDE, UNCTAD, UN-HLTF, Banco Mundial, WFP, y la WTO.

La revisión entregó como resultados 6 experiencias de prospección de precios. Las experiencias se realizan en Australia, EEUU, la Unión Europea y la OCDE. También se encontró que el *Instituto di Servizi per il mercato agricolo alimentare* (perteneciente al Estado Italiano) realiza estimaciones de precios, pero la página web donde se encontraría los datos estaba caída al momento de la revisión (Diciembre 2013).

En los siguientes párrafos, se entrega el detalle de los métodos ocupados en cada una de las experiencias identificadas:

- Australia:
  - El *DAFF (Department of Agriculture, Fisheries and Forestry)* desarrolla informe de proyecciones de precios, esta es una proyección de métodos en cadena, la cual corresponde a serie de tiempo simple en base a medias móviles y suavizamiento.
  
- EEUU:
  - El *ERS (United States Department of Agriculture)*, realiza una proyección de Largo plazo, este informe está establecido en Juicio experto en base a datos históricos. No se realizan análisis cuantitativos significativos, sino "un acuerdo entre departamentos". El reporte asume que no existirán shocks externos a la producción.
  - Proyección de Corto plazo: Son informes con proyecciones en base a datos históricos y crecimiento económico. No se explicita técnica utilizada.
  
- Unión Europea:
  - La *European Commission, Agriculture and Rural Development* realiza un informe con estudios prospectivos en base a series de tiempo, y proyecciones económicas (modelo estructural).
  
- OCDE:
  - La OCDE entrega un estudio de estimaciones de precios y demanda de productos agrícolas hasta el 2021, el que está basado en juicio experto según cuestionarios a Ministerios de Agricultura de países miembros, incorporados a modelos de series de tiempo y de regresión para modelar fronteras de producción.
  - Además, la OCDE junto a la *FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)* entrega una base de datos con proyecciones para commodities, estas están basadas en series de tiempo, pero la metodología está protegida por paywall.

A continuación se presenta una tabla con el detalle de la indagación realizada:

**Tabla 5. Indagación de experiencias similares**

País	Institución	web	Hallazgo	Método Ocupado para la Proyección	Forma de ser Comunicado	Link 1	link 2
Nueva Zelanda	Ministry for Primary Industries	<a href="http://www.mpi.govt.nz/">http://www.mpi.govt.nz/</a>	No se encontró mayor información				
Uruguay	Statistics New Zealand	<a href="http://www.stats.govt.nz/">http://www.stats.govt.nz/</a>	Datos de precios, pero no se encontraron proyecciones.			<a href="http://www.stats.govt.nz/browse_for_stats/industry_sectors/agriculture-horticulture-forestry.aspx">http://www.stats.govt.nz/browse_for_stats/industry_sectors/agriculture-horticulture-forestry.aspx</a>	<a href="http://www.stats.govt.nz/browse_for_stats/economic_indicators/prices_indexes/food-price-index-information-releases.aspx">http://www.stats.govt.nz/browse_for_stats/economic_indicators/prices_indexes/food-price-index-information-releases.aspx</a>
Australia	DAFF (Department of Agriculture, Fisheries and Forestry)	<a href="http://www.daff.gov.au/">http://www.daff.gov.au/</a>	Existen proyecciones.	Proyección de métodos en cadena, corresponde a serie de tiempo simple en base a medias móviles y suavizamiento.	Informe	<a href="http://www.daff.gov.au/abares/publications_remote_content/publication_series/australian_commodities?sq_content_src=%2BdXjsPWh0dHAIMOElMkYIMkYxNDMuMTg4LjE3LjllwJTJGYW5yZGwIMkZEQUZGU2VydmljZSUYRmRnc3BsYXkucGhwJTNGZmlkJTNEcGVFYWJib21kOWFiY2MwMDQyMDEyMDNFMTJhLnhtbCZhbGw9MQ%3D%3D">http://www.daff.gov.au/abares/publications_remote_content/publication_series/australian_commodities?sq_content_src=%2BdXjsPWh0dHAIMOElMkYIMkYxNDMuMTg4LjE3LjllwJTJGYW5yZGwIMkZEQUZGU2VydmljZSUYRmRnc3BsYXkucGhwJTNGZmlkJTNEcGVFYWJib21kOWFiY2MwMDQyMDEyMDNFMTJhLnhtbCZhbGw9MQ%3D%3D</a>	
EEUU	USDA (United States Department of Agriculture ), ERS (United States Department of Agriculture)	<a href="http://www.usda.gov">http://www.usda.gov</a>	Existe un estudio de estimaciones de precios hasta el 2021.	Largo plazo: Juicio experto en base a datos históricos. No se realizan análisis cuantitativos significativos, sino "un acuerdo entre departamentos". El reporte asume que no existirán shocks externos a la producción. Corto plazo: proyecciones en base a datos históricos y crecimiento económico. No se explicita técnica utilizada.	Informe	<a href="http://www.usda.gov/oc/commodity/index.htm">http://www.usda.gov/oc/commodity/index.htm</a>	<a href="http://www.ers.usda.gov/data-products/feed-grains-database/feed-grains-yearbook-tables.aspx#26761">http://www.ers.usda.gov/data-products/feed-grains-database/feed-grains-yearbook-tables.aspx#26761</a>
EEUU (Gobierno de California)	California Department of Food and Agriculture (CDFA)	<a href="http://www.cdffa.ca.gov">http://www.cdffa.ca.gov</a>	No se encontró mayor información.			<a href="http://www.cdffa.ca.gov/statistics/">http://www.cdffa.ca.gov/statistics/</a>	
Uruguay	Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca	<a href="http://www.mgap.gub.uy">http://www.mgap.gub.uy</a>	No se encontró mayor información.			<a href="http://www.mgap.gub.uy/portal/hgpp001.aspx?7.5.56.O.S.O.MNU:E:2:16:10:2;MNU:%EF%BF%BD">http://www.mgap.gub.uy/portal/hgpp001.aspx?7.5.56.O.S.O.MNU:E:2:16:10:2;MNU:%EF%BF%BD</a>	
Argentina	Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA)	<a href="http://www.siiia.gov.ar/">http://www.siiia.gov.ar/</a>	Informe de estimaciones de producción.			<a href="http://www.siiia.gov.ar/index.php/mensuales">http://www.siiia.gov.ar/index.php/mensuales</a>	
Argentina	Dirección de Mercados Agrícolas (DIMEAGRO)	<a href="http://www.minagri.gob.ar/new/0-0/programas/dma/index.php">http://www.minagri.gob.ar/new/0-0/programas/dma/index.php</a>	Foco en la producción, no en el precio. No se encontró información.				
Italia	Instituto di Servizi per il mercato agricolo alimentare	<a href="http://www.ismea.it">http://www.ismea.it</a>	Tienen estimaciones, pero no están disponibles	No es identificable	No es identificable	<a href="http://www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/68">http://www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/68</a>	
Italia	Istituto Nazionale Di Economia Agraria	<a href="http://www.inea.it">http://www.inea.it</a>	No se encontró mayor información				
España	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente	<a href="http://www.magrama.gob.es/">http://www.magrama.gob.es/</a>	Tiene estudios de precios, pero no se encontró proyecciones			<a href="http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estad-publicaciones/">http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estad-publicaciones/</a>	
Unión Europea	Support to Agricultural Trade and Market Policies (AGRITRADE)	<a href="http://agrillife.jrc.ec.europa.eu/atrade/markets.htm">http://agrillife.jrc.ec.europa.eu/atrade/markets.htm</a>	Existe estudios prospectivos.	Series de tiempo, y proyecciones económicas (modelo estructural).	Informe	<a href="http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/markets/index_en.htm">http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/markets/index_en.htm</a>	

<b>OECD</b>	OECD	<a href="http://www.oecd.org/agriculture/agriculturaltrade/">http://www.oecd.org/agriculture/agriculturaltrade/</a>	Existe un estudio de estimaciones de precios y demanda de productos agrícolas hasta el 2021,	Juicio experto según cuestionarios a Ministerios de Agricultura de países miembros, incorporados a modelos de series de tiempo y de regresión para modelar fronteras de producción.	Informe	<a href="http://www.keeppeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2012_agr_outlook-2012-en">http://www.keeppeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2012_agr_outlook-2012-en</a>	
<b>OECD</b>	OECD	<a href="http://www.oecd.org/agriculture/agriculturaltrade/">http://www.oecd.org/agriculture/agriculturaltrade/</a>	Existe una base de datos con proyecciones para commodities de distintos productos hasta el 2021	Series de tiempo, pero la metodología está protegida por paywall.	Base de datos online.	<a href="http://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?QueryId=36355&amp;vh=0000&amp;vf=0&amp;i&amp;iil=blank&amp;lang=en">http://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?QueryId=36355&amp;vh=0000&amp;vf=0&amp;i&amp;iil=blank&amp;lang=en</a>	
<b>AMIS</b>	AMIS (Agricultural Market Information System)	<a href="http://www.amis-outlook.org">http://www.amis-outlook.org</a>	Tiene base de datos con precios, pero no tiene proyecciones.			<a href="http://statistics.amis-outlook.org/data/index.html#HOME">http://statistics.amis-outlook.org/data/index.html#HOME</a>	

## 6.2. REVISIÓN DE LA LITERATURA ACADEMICA

De la revisión de la literatura, los modelos predictivos tanto para la papa como para el tomate han tomado principalmente enfoques en que se utilizan series de tiempo para predecir el comportamiento de los distintos modelos debido a su robustez y capacidad explicativa. Los trabajos académicos de los últimos años han tomado un enfoque es basado en redes neurales y de lógica difusa, enfoque efectivo en la predicción de las variaciones de los precios de bienes, no solo en el caso de la papa y el tomate, pero el gran problema que presentan corresponde al número de observaciones necesarias para la estimación.

Debido a su formulación y metodología de calibración requiere altos números de observaciones para generar modelos estadísticamente robustos (Chan et. al.), por esta razón y a pesar de constituir el estado del arte en muchos trabajos, este modelo no constituye una alternativa factible, por el momento, para los datos disponibles. En esta línea de trabajo podemos mencionar el realizado por Yu y Ou, en su trabajo de 2009 “Forecasting Model of Agricultural Products Prices in Wholesale Markets Based on Combined BP Neural Network -Time Series Model”.

Un ejemplo de esta línea de investigación es la presentada por Richardson et. al. (1994) en la cual utiliza precios de minorista mensuales del tomate fresco para estimar series de tiempo y redes neurales que permitan caracterizar su comportamiento. De este análisis se destaca la inclusión de variables de costo de transporte, mano de obra, efectos fijos temporales y de estacionalidad mensual. Los modelos de serie de tiempo son estimados utilizando la metodología de Box y Cox, con estimaciones de mínimos cuadrados.

Otros modelos avanzados se han utilizado para modelar precios de hortalizas, en este caso podemos mencionar algoritmos de minería de datos de lógica difusa como el propuesto por Amiri et. al. (2006) pero nuevamente en este caso nos topamos con el problema de la cantidad de información de los precios analizados. Estos modelos en caso de dudas utilizan observaciones de frecuencia mensual, y en el caso de Estados Unidos, muestras que se inician cerca de 1940.

Debido a la imposibilidad de utilizar redes neurales de forma robusta nos enfocamos en la segunda componente en la que se encuentra el estado del arte, esto es la aplicación de modelos de series de tiempo estimados por máxima verosimilitud utilizando filtros de Kalman. Este procedimiento presenta múltiples ventajas, entre ellas la potencial estimación con series de tiempo des balanceadas de forma estadísticamente robusta en el tiempo. En esta línea se encuentran trabajos como el de Beck (2001) que testea modelos de series de tiempo para múltiples precios incluidos los de la papa. Estos modelos son de naturaleza auto regresiva y solo controlan por efectos de estacionalidad sin incluir factores explicativos adicionales a los de series de tiempo.

En la literatura es posible encontrar trabajos en otras líneas más simples pero que permiten orientar el trabajo hacia los factores relevantes para la estimación de los precios a analizar. En este sentido observamos trabajos como el de Rosen (1999) que realiza un análisis extensivo del mercado de la papa y sus características construyendo un modelo de equilibrio económico simple en que reconoce la preponderancia del precio previo de la papa para definir el próximo precio. En esta misma línea encontramos el libro de Cochrane (1958) llamado “Farm Prices: Myth and Reality” en que realiza análisis de los factores tradicionales del modelo de la papa y el tomate

entre otros precios agrícolas utilizando el modelo de la telaraña como principal herramienta de análisis.

Existen trabajos que se enfocan en predecir la ocurrencia de posibles enfermedades que pueden afectar el precio de las hortalizas estudiadas. En este sentido encontramos el trabajo de Henderson, Williams y Miller (2007) que construyen un modelo de regresiones logísticas para estimar la probabilidad de ocurrencia de la enfermedad del tizón tardío en la papa. En este modelo se destacan los factores utilizados que corresponden a indicadores climatológicos. En particular existen tres familias de variables incorporadas, indicadores de precipitaciones, temperaturas y radiación solar. Este estudio presenta la categorización de múltiples variables y la creación de indicadores como por ejemplo el número de días con lluvia, número de días con precipitaciones sobre 0.25 mm diarios, la existencia de la enfermedad en el año anterior, los milímetros de precipitación invernal, horas con temperaturas bajo cero a nivel de suelo, número de días sobre 27° entre mayo y junio solo por mencionar algunas. Bajo esta perspectiva se busca analizar e incluir entre los factores a estudiar variables que capturarán comportamientos como los mencionados por los autores en este trabajo.

Gary y Hart (2011) analizan las dinámicas del precio de la papa dentro de años de estudio siendo sus resultados obtenidos para estimar las estacionalidades dentro de un año y explicar los niveles de volatilidad observados en el precio de la papa. Este trabajo usa enfoques de series de tiempo para estimar los efectos temporales dentro del año analizando la volatilidad de los precios. No considera efectos de factores adicionales.

En el trabajo del tomate el principal trabajo es el realizado por Weliwita y Govindasamy (1996) en el que estiman regresiones de series de tiempo para el comportamiento del retorno logarítmico (se define como la variación porcentual en intervalos de tiempo infinitesimales, por lo que es análogo en medición a la variación porcentual). Este trabajo considera componentes de serie de tiempo para los distintos precios pero además considera factores que son interesantes, considerándolo tanto en nivel como en retornos logarítmicos.

Entre los factores incluidos en este modelo destacan las variaciones de los precios de hortalizas que compiten por suelo con el tomate, las importaciones de tomate (en esta investigación estudia el tomate de una cierta zona de estados unidos por lo que por importación se enciente tomate producido fuera de esta zona), la población suburbana y un indicador climático agregado. Debemos mencionar que a pesar que esta estimación se realiza utilizando series de tiempo tradicionales, estimando a través de mínimos cuadrados los coeficientes relevantes y realizando un análisis exhaustivo de los errores de estimación y sus propiedades estadísticas.

En su trabajo de 2004, Huang y Li presentan un modelo hedónico para la estimación del precio del tomate. Este modelo busca predecir el precio del tomate fresco pero basándose en sus características de producto de consumo, es decir, si es de producción orgánica, donde fue vendido, en que mes se envaso, tipo de empaque, si se vendió en promoción, dentro de otras. Este modelo es un modelo más orientado a la predicción de precios de venta en retail y a orientar estrategias comerciales asociadas al tomate más que a la explicación de los determinantes de la dinámica del precio. En esta línea encontramos el trabajo de Goodwin et. al. Este presenta estimaciones para el precio de la papa explicado con factores análogos a los utilizados por Huang y Li.

Otros trabajos que serían relevantes de estudiar en futuras aplicaciones pueden ser ideas como la presentada por Bielza et. al. (2005), en la que el autor diseña coberturas de riesgo con distintos derivados para maximizar la utilidad de los productores de papa españoles, siendo este enfoque una forma análoga de entender en base a derivados relacionados las características de este precio.

Finalmente podemos concluir que los factores utilizados de forma transversal en la literatura son consistentes con los encontrados y definidos en conjunto con el equipo de ODEPA. Quizás existe posibilidades de avanzar en ciertas medidas climáticas y mayores datos de producción, pero a nivel general los indicadores considerados son adecuados y un buen punto de inicio.

Con respecto a la metodología de estimación el enfoque de mayor uso y robustez corresponde a los modelos de series de tiempo, siendo estos modelos reemplazados en algunos casos, para estimaciones mensuales por técnicas avanzadas de minería de datos como redes neuronales y regresiones difusas, pero estos modelos no son aplicables para la estructura de datos tanto por número de observaciones como por el objetivo de la utilización.

Las referencias de estos trabajos para consulta son:

- Amiri et. al., 2001, *“Forecasting seasonality in prices of potatoes and onions: challenge between geostatistical models, neuro fuzzy approach and Winter method”*.
- Beck, S., 2001, *“AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSCEDASTICITY IN COMMODITY SPOT PRICES”*. JOURNAL OF APPLIED ECONOMETRICS 16: 115–132.
- Bielza et. al., 2007, *“Finding optimal price risk management instruments: the case of the Spanish potato sector”*. Agricultural Economics 36 (2007) 67–78.
- Chung L. y Lin B., 2005, *“A Hedonic Analysis of Fresh Tomato Prices among Regional Markets”*. Review of Agricultural Economics—Volume 29, Number 4—Pages 783–800.
- Goodwin et. al., 1988, *“Factors Affecting Fresh Potato Price in Selected Terminal Markets”*. Western Journal of Agricultural Economics, 13(2): 233-243.
- Henderson, et. al., 2007, *“Forecasting Late Blight in Potato Crops of Southern Idaho Using Logistic Regression Analysis”*. The American Phytopathological Society.
- Richards et. al., 1998, *“Modeling Fresh Tomato Marketing Margins: Econometrics and Neural Networks”*. Agricultural and Resource Economics Review.
- Rosen, S., 1999, *“Potato Paradoxes”*, Journal of Political Economy, 1999, vol. 107, no. 6, pt. 2.
- Weliwita, A. y Govindasamy, R., 1997, *“Supply Response in the Northeastern Fresh Tomato Market: Cointegration and Error Correction Analysis”*. Agricultural and Resource Economics Review.
- Yu, S. y Ou, J., 2009, *“Forecasting Model of Agricultural Products Prices in Wholesale Markets Based on Combined BP Neural Network -Time Series Model”*. 2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering.

### 6.3. PRINCIPALES METODOLOGÍAS UTILIZADAS

A modo de síntesis del análisis de los modelos usados: los estructurales se basan en proyecciones económicas, esto podemos generalizarlo en nuestro caso con modelos de factores, en los que no necesariamente nos restringimos a variables económicas, y podemos analizar además series de tiempos. A continuación presentamos de forma general los modelos que se proponen para cada una de las líneas de investigación de este estudio, agregando a los anteriores el modelo de la telaraña, si bien este no surge de la búsqueda anterior.

#### MODELO DE FACTORES

En este enfoque buscaremos relacionar el comportamiento del precio, tanto en nivel como en variaciones, con una serie de factores, que serán identificados durante el estudio de mercado y que afecten o definan tanto la demanda como la oferta por papas y tomates en el mercado nacional. Se estimaran dos modelos, uno en que los factores se utilizan de forma contemporánea a los precios y un segundo en que los factores se consideran rezagados en una temporada. Esta especificación genera un modelo con alta capacidad explicativa (contemporáneo) mientras que el otro tendrá mejores características prospectivas (rezagado). Formalmente:

$$P_t = \beta_0 + \beta' X_t + \varepsilon_t$$

$$P_t = \gamma_0 + \gamma' X_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\Delta P_t = \beta_0 + \beta' X_t + \varepsilon_t$$

$$\Delta P_t = \gamma_0 + \gamma' X_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde  $P_t$  corresponde al precio de la papa o el tomate en el periodo de tiempo  $t$ ,  $\Delta P_t$  corresponde al cambio en el precio de la papa o el tomate entre periodo de tiempo  $t$  y  $t-1$ ,  $X_t$  corresponde a la matriz de factores significativos para explicar la oferta y la demanda (y por ende el precio) de la papa o el tomate en el periodo de tiempo  $t$  y  $\varepsilon_t$  corresponde a un componente de error distribuido aleatoriamente de media 0 y varianza  $\sigma^2$ .

De una revisión preliminar de la literatura se observan que factores que han sido utilizados para explicar el comportamiento tanto de la papa como del tomate son factores climáticos, indicadores de origen, datos de consumo interno, temporada, demanda y oferta externa entre otros, en este sentido indicamos nuevamente que el estudio de mercado nos permitirá conocer estos factores, que serán particulares tanto para la papa como para el tomate.

Entre los factores se pueden incluir variables que identifiquen periodos de forma tal de capturar la tendencia de los precios, mientras que los errores serán indicadores de los *shocks* del ciclo propiamente tal. Estos indicadores se pueden agregar con ciertos rezagos de forma tal de capturar persistencia y duración de ciertas fluctuaciones.

## MODELO DE SERIES DE TIEMPO

En este enfoque buscaremos relacionar el comportamiento del precio, tanto en nivel como en variaciones, con el nivel y variaciones previas observadas en la historia del mismo. La identificación y parámetros del modelo se expresan de forma genérica y serán definidos en base al comportamiento de los datos a utilizar. Formalmente se considera un modelo ARMA(p,q):

$$\begin{aligned}\phi(L)P_t &= c + \theta(L)u_t \\ \phi(L)\Delta P_t &= k + \theta(L)u_t\end{aligned}$$

Con

$$\begin{aligned}\phi(L) &= (1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p) \\ \theta(L) &= (1 + \theta_1 L + \theta_2 L^2 + \dots + \theta_q L^q)\end{aligned}$$

Donde L corresponde al operador rezago (es decir  $LP_t = P_{t-1}$ ),  $P_t$  corresponde al precio de la papa o el tomate en el periodo de tiempo t,  $\Delta P_t$  corresponde al cambio en el precio de la papa o el tomate entre periodo de tiempo t y t-1 y  $u_t$  corresponde a un componente de error distribuido aleatoriamente de media 0 y varianza  $\sigma^2$ .

Estos modelos son altamente utilizados en precios financieros y tienden a ser muy útiles en la proyección futura de precios, pero no tienen la capacidad de explicación y relación con el entorno de los modelos de factores.

## MODELO DE LA TELARAÑA

Este modelo permite identificar como se verá afectada la oferta y la demanda en efectos del retardo de la oferta, permitiendo encontrar potenciales relaciones entre el precio del periodo anterior y el precio que efectivamente se enfrentará dados así como el posible precio de equilibrio de este mercado. En este sentido podemos mencionar que estos modelos presentan supuestos importantes, como por ejemplo que el mercado es perfectamente competitivo, que la demanda es solo función del precio, que la economía es cerrada y que no existe capacidad de almacenamiento, así como que la demanda y la oferta son constantes en el tiempo.

Este modelo resolverá a través de las realizaciones de los puntos de cantidad transada de tomates y papas, así como del precio de estos, encontrar y caracterizar las funciones de oferta y demanda de forma tal de predecir el futuro valor del bien en el periodo siguiente. Formalmente tenemos que el equilibrio de mercado, por ende la oferta y la demanda se igualan. Las cantidades transadas vienen de las siguientes funciones.

$$\begin{aligned}S_t &= -c + \omega P_{t-1} \\ D_t &= a - b P_t\end{aligned}$$

Dado que este sistema es posible de resolver y en función de la historia será posible estimar los parámetros c, w, a, b de forma tal de caracterizar tanto la oferta como la demanda de papas y tomates, pudiendo así encontrar estrategias eficientes para definir el futuro precio del bien.

Además, estos parámetros permitirán caracterizar como será la dinámica del mercado a esperar, en función si los equilibrios convergerán de forma efectiva a equilibrios o tenderán a divergir o seguir oscilando.

Estos modelos serán estimados en función de los datos disponibles, pero una vez estimados será necesario elegir cuál de estos modelos será el modelo a seleccionar para la realización de recomendaciones de prospección. Para esto se usarán pruebas fuera de la muestra, las que se construyen en función de datos que se excluyen de la muestra para las estimaciones, probando así el error absoluto de la predicción del modelo con respecto a la realización conocida, siendo el mejor modelo el que presente el menor error absoluto total de todas las pruebas realizadas. En este aspecto la longitud temporal de los datos utilizados es fundamental para contar con una muestra suficientemente larga para calibración y suficientes puntos fuera de la muestra para pruebas de predicción, dado que estas cantidades definirán primero la robustez estadística de la estimación y segundo la capacidad efectiva de predicción del modelo a seleccionar.

## 7. ANÁLISIS CUANTITATIVOS PRELIMINARES PARA EL PRECIO DE LA PAPA Y EL TOMATE

A continuación se presentan aplicaciones del modelo de la telaraña, a modo de análisis preliminares de carácter cuantitativo sobre el precio de la papa y el tomate.

### 7.1. MODELO DE LA TELARAÑA (COBWEB MODEL)

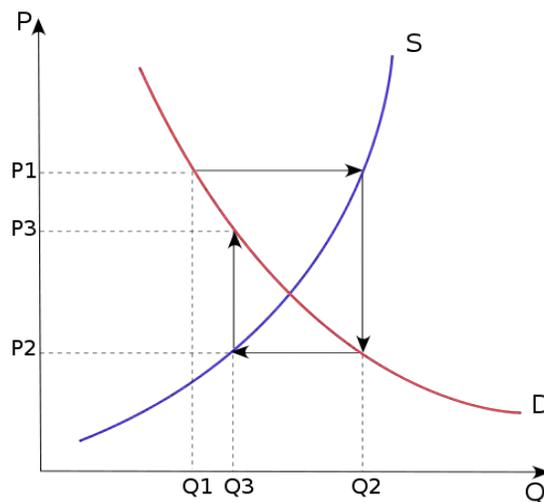
El modelo de la telaraña corresponde a un modelo económico que explica ciertas dinámicas y fluctuaciones de precios en mercados con características particulares, siendo la principal el hecho que la oferta se define con anterioridad a la realización efectiva de los precios a los que se transarán los bienes. En este sentido los mercados agrícolas constituyen efectivamente un modelo en que los supuestos y características del modelo de la telaraña aplican de forma efectiva dado que el agricultor debe definir la cantidad a plantar con anterioridad a la realización efectiva del precio al que finalmente venderá sus productos. En este sentido la formulación más simple del modelo plantea que la economía se define por las siguientes ecuaciones, en su formulación más simple.

$$S_t = c + \delta P_{t-1}$$

$$D_t = a - \gamma P_t$$

Donde S corresponde a la oferta y D a la demanda, y en caso de encontrarnos en equilibrio ambos serán iguales, sino se generarán desequilibrios. Como observamos la cantidad ofertada solo depende del precio del periodo previo, pues en ese momento el agricultor definió su producción. En este sentido existen refinaciones del modelo en que no se considera el precio del periodo anterior sino la expectativa del precio por parte del agricultor, que depende del precio previo, pero que no necesariamente es lineal y puede considerar factores adicionales.

Estas condiciones generan que sea posible comprender la dinámica de estos mercados a partir de los puntos de oferta y demanda en los que se transa. Por ejemplo, en la figura siguiente se muestra la dinámica de un mercado bajo las condiciones propuestas.

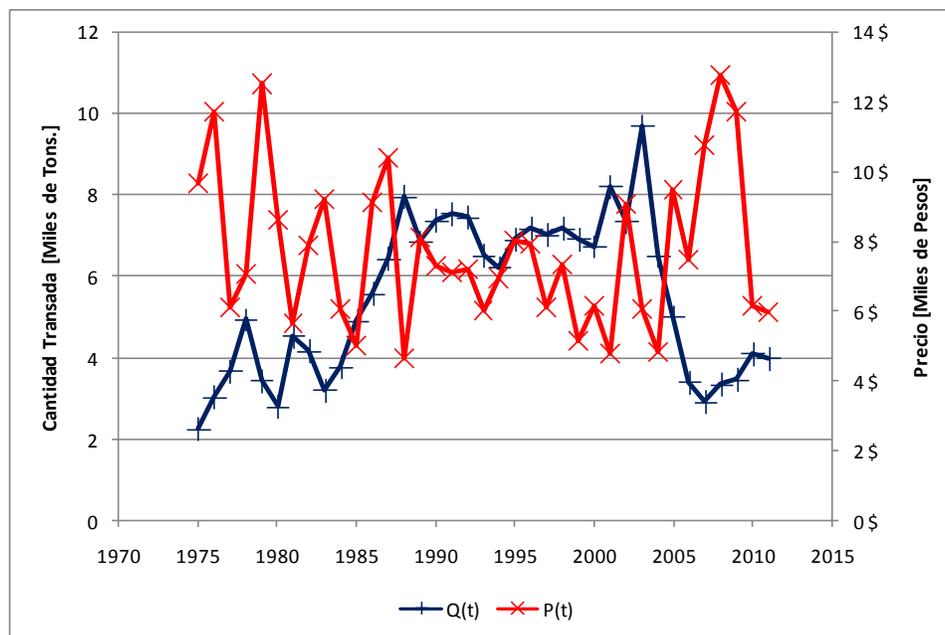


Inicialmente se transa una cantidad  $Q_1$  a precio  $P_1$ , pero a este precio notamos que el agricultor deseará vender una cantidad  $Q_2$ , superior a  $Q_1$ , por esto decidirá para la siguiente temporada incrementar su oferta, pero al realizar este movimiento, la demanda por el bien estará dispuesta a pagar un precio menor  $P_2$ , lo que provoca que el productor en estas nuevas condiciones de precio decida ofertar menor cantidad del bien en la siguiente temporada, por esto bajará su oferta a la cantidad  $Q_3$ , cantidad por la que la oferta está dispuesta a pagar  $P_3$  precio al cual el agricultor deseará aumentar la oferta. En este sentido existen mercados que el largo plazo converge a un equilibrio de mercado estable y otros que nunca lo alcanzarán siendo estas características dependientes de los parámetros encontrados para los datos disponibles.

Las principales dificultades de la aplicación de este modelo corresponden primero a su naturaleza lineal, segundo la imposibilidad de incluir mayor cantidad de factores en la caracterización de la oferta y la demanda (enfoque que se corregirá al estimar los modelos econométricos). En tercer lugar, el modelo asume que tanto la oferta como la demanda son constantes en el tiempo, lo que impide analizar la dinámica para grandes ventanas de tiempo debido a que cambios tecnológicos o económicos pueden haber afectado de forma estructural tanto a la oferta como la demanda, lo que obliga a usar ventanas de tiempo de menor plazo.

Respecto a las ventajas del modelo podemos mencionar primero que puede ser determinado de forma analítica con pocos puntos de oferta y demanda anuales, segundo, que permite conocer un análisis preliminar de la oferta y la demanda que pueden ser una base ilustradora de la dinámica del mercado basado exclusivamente en los precios, siendo un análisis que constituye un buen punto de partida.

Estimaremos preliminarmente tanto la oferta como la demanda de papas utilizando los datos del mercado mayorista de este bien, en la figura siguiente se presenta la evolución histórica del precio promedio anual de la papa mayorista (\$/envase 50 kilos) y el volumen arribado a los mercados mayoristas de Santiago.



Del gráfico anterior se observa que la relación que existe entre los precios y la cantidad transada es consistente con la teoría económica en gran parte de los escenarios, es decir, mayores precios disminuyen el volumen final transado y viceversa. A pesar de esto existe una persistencia que hace que los precios no tengan una dinámica de un periodo, esta corresponde al hecho que en caso de eventos de precio alto, el productor venderá sus papas semilla, por lo que en la siguiente plantación incrementará sus costos a pesar de los altos niveles de precio, por lo que no podrá responder incrementar en todo lo que desearía su oferta posterior, por lo que la oferta no se modifica de forma directa con el precio anterior, sino también dependerá de los rezagos anteriores, y de los sub ciclos de semillas y precios.

Para incorporar el efecto mencionado modificamos el modelo inicial incluyendo explícitamente el precio del periodo anterior, de esta forma podemos capturar cierto efecto de persistencia. Por ende el modelo estimado es:

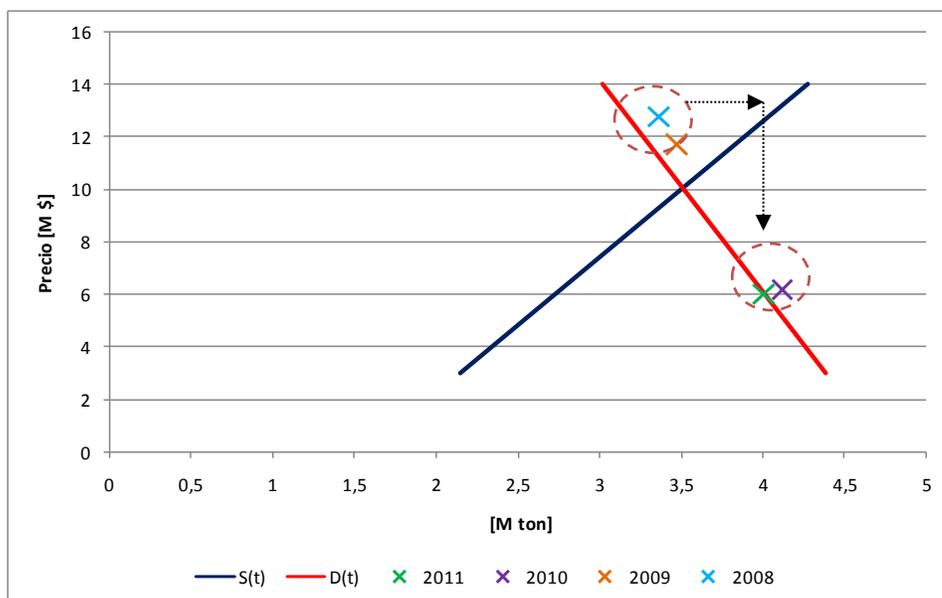
$$S_t = c + \beta P_{t-1} + \delta P_{t-2}$$

$$D_t = a - \gamma P_t$$

Los parámetros de estas ecuaciones se estiman minimizando la diferencia entre los volúmenes transados y los precios transados, con respecto a la proyección del modelo. Debido al supuesto que indica que tanto la demanda como la oferta no cambian en el tiempo, optamos por usar los datos de los últimos 5 años para estimar los parámetros. Los resultados se presentan a continuación:

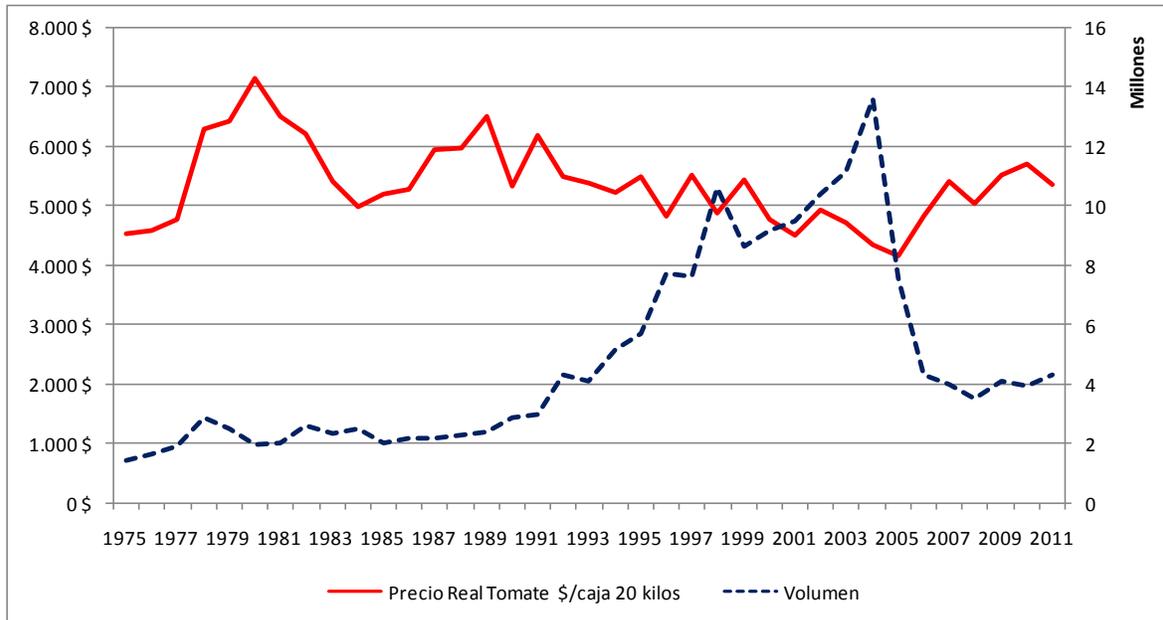
Parámetro	Valor Estimado
c	1.562
$\beta$	0.014
$\delta$	0.180
a	4.757
$\delta$	0.125

Los resultados son consistentes con la intuición económica indicando que la demanda depende de forma negativa del nivel del precio, y que la oferta depende positivamente, tanto de los dos rezagos del precio. Gráficamente.



En el gráfico anterior se ilustran la oferta y la demanda acordes al modelo de la telaraña, y se incluyen los datos de mercado de los últimos 4 años, observando los dos fenómenos presentados previamente, el primero corresponde a la persistencia del precio lo que muestra que el valor del precio y cantidad tiendan a agruparse en años consecutivos, y el segundo que el modelo predice relativamente bien el comportamiento dinámico en el corto plazo.

Para el caso del precio del tomate la evolución de los precios anuales y las cantidades transadas del bien se presentan a continuación:



En este mercado es posible notar la existencia de una relación consistente con los principios intuitivos económicos, que nos indican que ante caídas del precio la demanda por el bien, y por ende la cantidad transada aumenta. Es importante el claro cambio en la tendencia que se observa a partir de principios de los años 90 en los que se genera una caída sostenida de los precios relacionada de forma directa con un incremento en el volumen transado. Esto se puede deber a múltiples factores pero se observa una caída en la demanda en torno a 2005 que se sostiene llegando a un nivel estable al final del periodo.

A diferencia del modelo de la papa fresca, utilizaremos un modelo de un periodo que es consistente con la dinámica del tomate. El modelo estimado es:

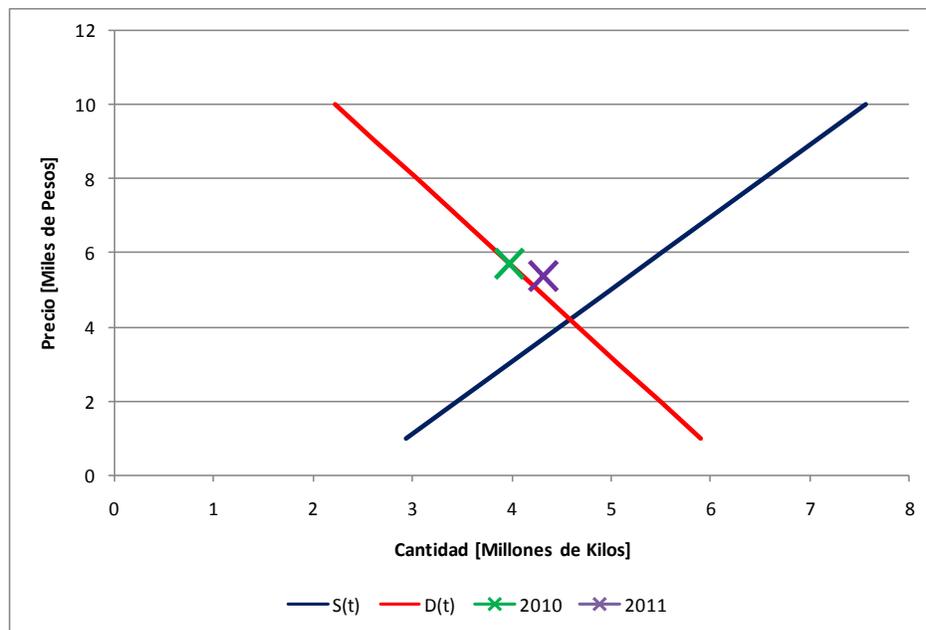
$$S_t = c + \beta P_{t-1}$$

$$D_t = a - \gamma P_t$$

Para ajustar por efectos de escala se considera el precio en unidades de miles de pesos y la cantidad transada en unidades de millones de kilos. Dado esto los parámetros estimados son los siguientes.

Parámetro	Valor Estimado
c	2.41809296
$\beta$	0.58219313
a	6.30603814
$\gamma$	0.40843414

De los resultados se muestra que la componente estática o constante de la demanda y la oferta son significativas considerando el nivel de la variabilidad de la demanda. Notamos además que son bien comportadas considerando que la oferta reacciona de forma positiva al precio del periodo anterior y la demanda reacciona de forma negativa a los incrementos del precio del periodo. La dinámica de los últimos equilibrios se muestra a continuación.



Debido a la continuidad que se observan los puntos finales de oferta y demanda la calibración de este modelo se ajusta de forma correcta y cerca del equilibrio de largo plazo, acorde a la teoría. Esta conclusión cambia drásticamente en la medida que se expande la muestra de estimación, al realizar esta expansión podemos observar que los parámetros se vuelven inestables y presentan incluso cambios de signo, lo que nos indica que el supuesto de estabilidad en la oferta y la demanda no son sostenibles en el largo plazo. Igualmente, podemos observar que los modelos son estructuralmente simples por lo que su grado de libertad y nivel de ajustes no superarán ni serán tan explicativos como un análisis multivariado, pero si permite tener indicadores de cómo reaccionaría la demanda y la oferta ante cambios bruscos en el precio, así como modificaciones o potenciales cambios en la dinámica de los precios. Esto ocurre de forma análoga en el mercado de la papa.

## 8. ESTADISTICA DESCRIPTIVA DE LOS DATOS

En este capítulo se presenta un análisis descriptivo de los datos utilizados para la construcción y análisis de la dinámica del precio de la papa como del tomate de consumo fresco. Estos factores fueron identificados inicialmente del análisis cualitativo del mercado de la papa y el tomate, analizando las características y determinantes tanto de la oferta como de la demanda del bien.

Los factores presentados a continuación corresponden a los identificados en conjunto con la contraparte técnica en ODEPA, presentando una serie de factores que deberían ser determinantes de la dinámica de los precios analizados. Estos factores se presentan a continuación separando por producto analizado.

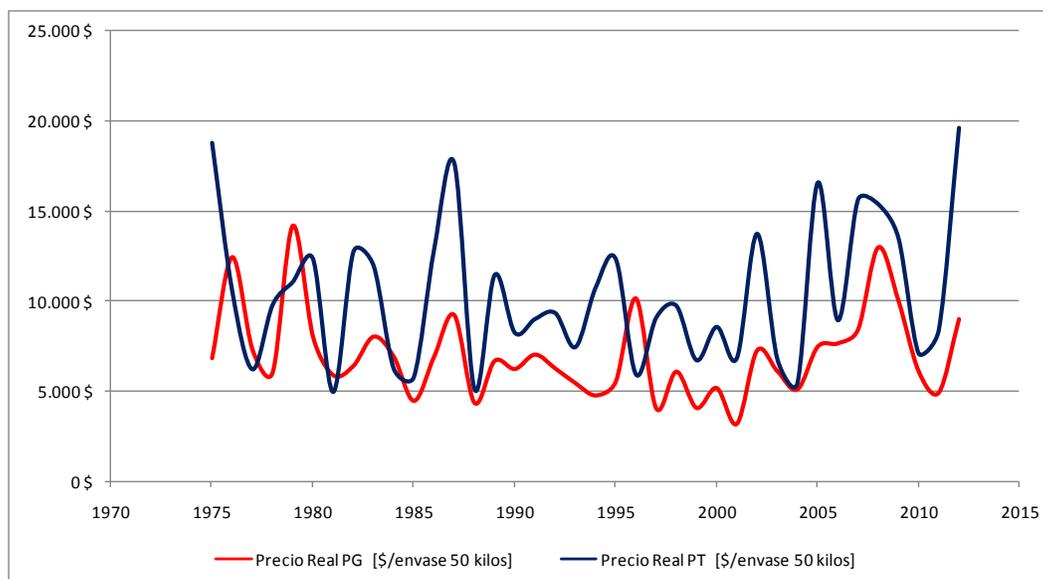
### 8.1. FACTORES RELEVANTES PARA EL PRECIO DE LA PAPA DE CONSUMO FRESCO

A continuación presentamos los principales factores a considerar para estudiar su relación con la dinámica del precio de la papa fresca. Estos se descomponen en factores que afectan la oferta de la papa como la demanda.

Además de los factores analizados, es relevante considerar que se definen dos precios relevantes durante el año para la papa fresca, el primero es el precio de la papa de guarda, que corresponde al precio promedio ponderado medido para el periodo marzo – mayo de cada año. El segundo precio analizado corresponde al precio de la papa temprana, el cual corresponde a l precio de la papa promedio ponderada para el periodo septiembre – noviembre.

### 8.2. PRECIO PAPA DE GUARDA Y TEMPRANA

La dinámica histórica por año del precio de la papa temprana se presenta en el siguiente gráfico.



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

De la inspección preliminar de las series de tiempo de ambos precios, ajustados por inflación, notamos que no existe una clara tendencia ni al alza ni a la baja en los precios, lo que nos llevaría a pensar de forma preliminar, que la dinámica del precio está gobernada por ajustes de corto plazo más que un cambio importante en la tendencia.

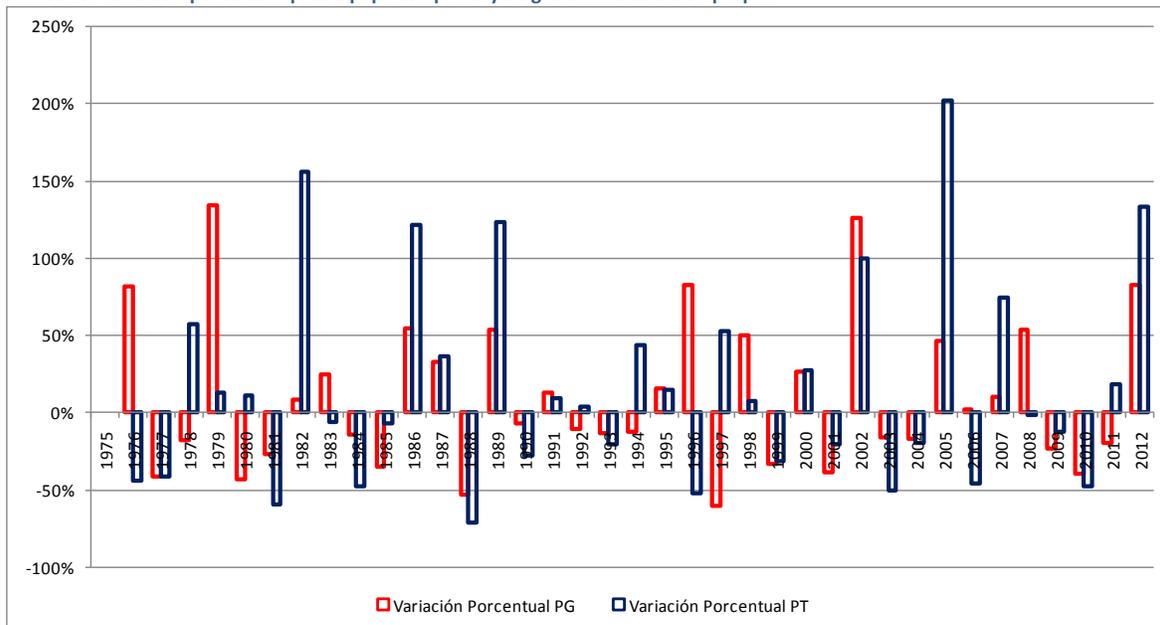
El resumen de los principales estadísticos de estas series de tiempo se presenta a continuación:

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

Se observa que en promedio la papa temprana presenta un nivel mayor que la papa de guarda. Esto se debe principalmente al efecto del mes de septiembre en que la demanda por este bien aumenta de forma significativa. Los niveles de dispersión y de rango son mayores para la papa temprana, pero si expresamos estos montos como porcentaje de la media, los estadísticos son parecidos.

Un tratamiento común para las series de precio financiero es buscar regularidades estadísticas en el espacio de las variaciones porcentuales. Esta transformación ofrece una serie de ventajas, como por ejemplo la independencia del nivel, eliminando potenciales efectos econométricos, la existencia de regularidad estadística, principalmente en la distribución de las innovaciones, y la interpretación directa de la variación porcentual como el retorno que un inversión obtiene por invertir en un bien temporada a temporada. Realizando esta transformación la serie de precio de la papa de guarda y la papa temprana se presentan de la siguiente forma.

Gráfico 25. Variación porcentual precio papa temprana y de guarda. Elaboración propia.



Del análisis de las variaciones porcentuales observamos una asimetría clara entre las alzas (variaciones positivas) y caídas (variaciones negativas) del precio. Esto se debe principalmente a la

naturaleza del mercado de la papa, que dada la posibilidad de almacenamiento permite que los productores tenga la capacidad de administrar de las pérdidas y ganancias de valor por venta del bien, mitigando pérdidas y explotando ganancias.

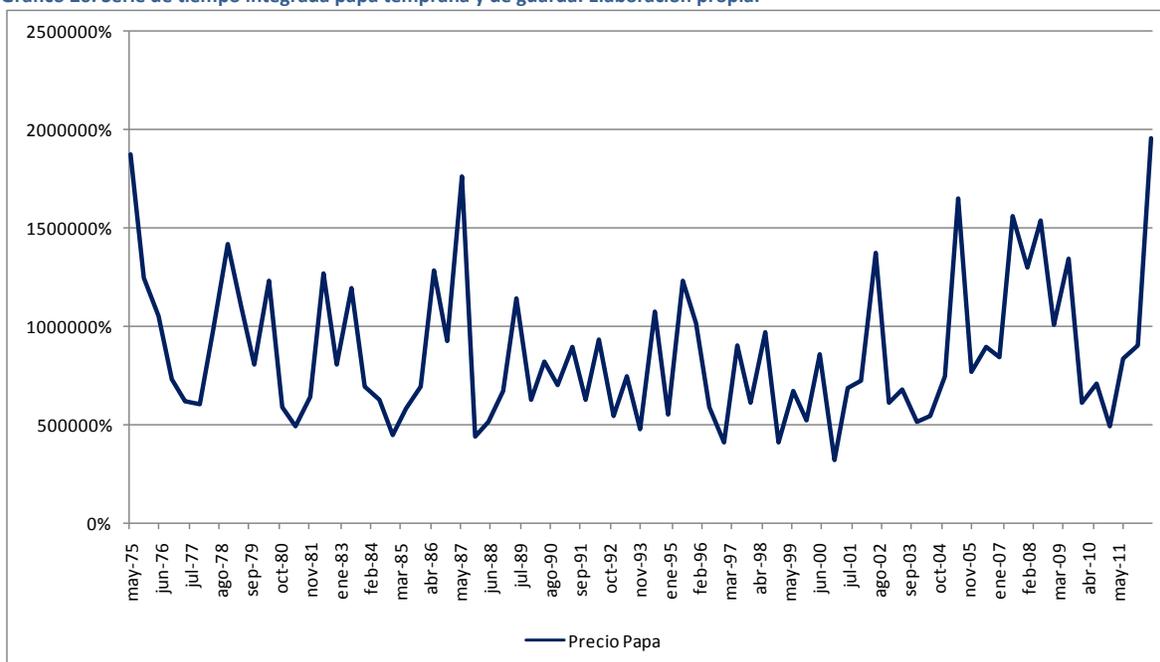
El resumen de los principales estadísticos de las series de tiempo de las variaciones porcentuales se presenta a continuación.

	Variación Porcentual Papa de Guarda	Variación Porcentual Papa Temprana
<b>Promedio</b>	10,4%	16,3%
<b>Desviación</b>	48,7%	66,0%
<b>Mínimo</b>	-59,9%	-70,9%
<b>Máximo</b>	134,4%	202,1%

La mencionada asimetría de las variaciones porcentuales podemos mencionar que esta se observa en el rango de esta variable, el que se encuentra claramente sesgado hacia las alzas con una media positiva.

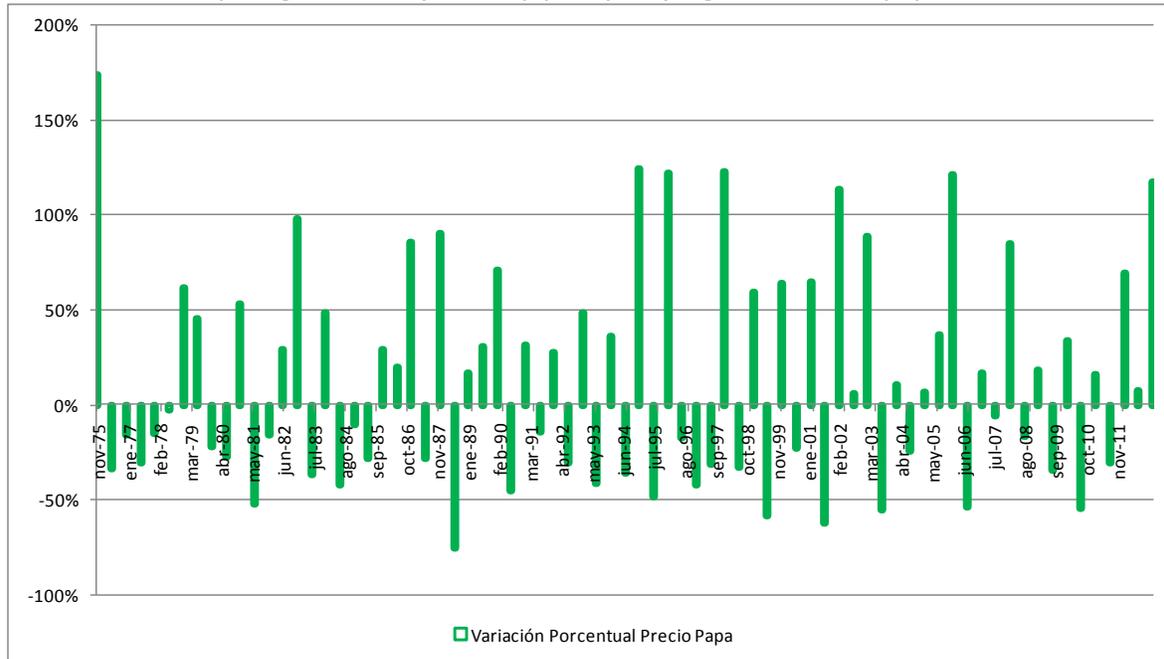
Con la finalidad de maximizar el número de observaciones de precios y sus variaciones, así como con el objetivo de analizar los efectos que los cambios en el precio de la papa de guarda tiene sobre las variaciones de la papa temprana y viceversa se decidió fusionar las series de ambos precios para realizar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

Gráfico 26. Serie de tiempo integrada papa temprana y de guarda. Elaboración propia.



La serie de la variación porcentual de la papa se presenta a continuación

Gráfico 27. Serie de tiempo integrada variación porcentual papa temprana y de guarda. Elaboración propia.



El resumen de los estadísticos de la serie integrada son los siguientes.

	Precio Papa Fresca	Variación Porcentual Papa Fresca
<b>Promedio</b>	\$ 8.690	14,8%
<b>Desviación</b>	\$ 3.656	56,3%
<b>Mínimo</b>	\$ 3.218	-75,2%
<b>Máximo</b>	\$ 19.588	173,4%

El resumen de los estadísticos es consistente con las conclusiones previas presentadas para cada una de las series previa a la integración. Destaca principalmente el sesgo a variaciones positivas en los precios tanto en frecuencia de observación como en magnitud de los cambios observados.

### 8.3. FACTORES DETERMINANTES DE LA DEMANDA POR PAPA FRESCA

Para determinar los factores a estudiar para caracterizar a la demanda de la papa fresca se realizaron una serie de análisis en conjunto con la contraparte técnica en ODEPA siendo fundamental para estas definiciones los estudios de mercado previamente realizados en este estudio.

De el trabajo realizado se identificaron tres factores claves a estudiar como determinantes de la demanda por papa, el primero es el consumo per cápita, el segundo el ingreso familiar y finalmente el tamaño de la población.

Con respecto a los factores determinando el consumo, podemos mencionar que múltiples estudios han determinado que el consumo aproximado es estable y se encuentra en torno a los 55 Kg de papa por año, per capita. Se exploró estimar la demanda en función de los estudios de gasto por hogar publicados por el INE, pero estos se encuentran disponibles sólo para ciertas fechas (año 2007), lo que no permite construir una serie de tiempo robusta para la realización de un análisis adecuado.

Con respecto al ingreso familiar se consideraron una serie de variables para aproximar este valor, en particular se consideran variaciones del producto, estimaciones de ingreso por diferentes percentiles de la población, el ingreso per capita e indicadores de desigualdad del ingreso. La mayoría de las variables incluidas en este punto fueron obtenidas de la base de datos del FMI disponible en <http://data.worldbank.org/>.

Código Variable	Descripción	Características	Fuente
GNI	Ingreso Nacional Bruto	Disponible desde 1960 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
Poblacion	Tamaño Población	Disponible desde 1960 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
VP_Poblacion	Variación Porcetual Población	Disponible desde 1960 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
PIB	Producto Interno Bruto	Disponible desde 1960 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
Crecimiento	Variación Porcetual Producto Interno Bruto	Disponible desde 1960 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
PIB_pEmpleado	PIB por en número de empleados	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
VP_PIB_pEmpleado	Variación Porcetual PIB por número de empleados	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
Desempleo	Tasa desempleo	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
GINI	Índice GINI	Disponible desde 1987 a 2011 [Bianual]	Banco Mundial
I_H10	Ingreso promedio percentil 10% superior	Disponible desde 1987 a 2011 [Bianual]	Banco Mundial
I_H20	Ingreso promedio percentil 20% superior	Disponible desde 1987 a 2011 [Bianual]	Banco Mundial
I_L10	Ingreso promedio percentil 10% inferior	Disponible desde 1987 a 2011 [Bianual]	Banco Mundial
I_L20	Ingreso promedio percentil 20% inferior	Disponible desde 1987 a 2011 [Bianual]	Banco Mundial
I_S20	Ingreso promedio percentil 40% inferior	Disponible desde 1987 a 2011 [Bianual]	Banco Mundial
I_T20	Ingreso promedio percentil 60% inferior	Disponible desde 1987 a 2011 [Bianual]	Banco Mundial
I_F20	Ingreso promedio percentil 80% inferior	Disponible desde 1987 a 2011 [Bianual]	Banco Mundial

La dinámica observada por las principales variables incluidas se presenta a continuación.

Gráfico 28. Evolución de la población y el PIB Chileno. Fuente: Banco Mundial.

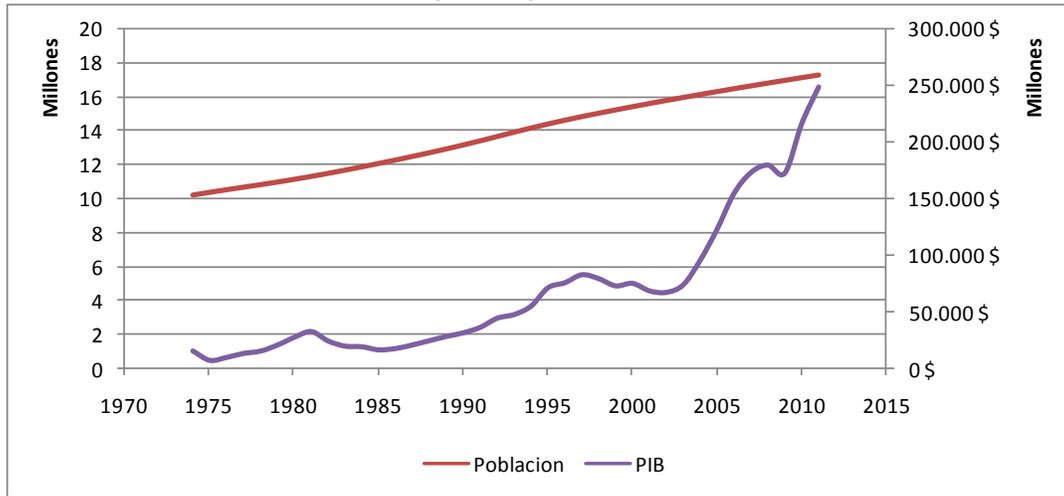


Gráfico 29. Evolución tasa de crecimiento, desempleo y nivel del ingreso neto per capita.

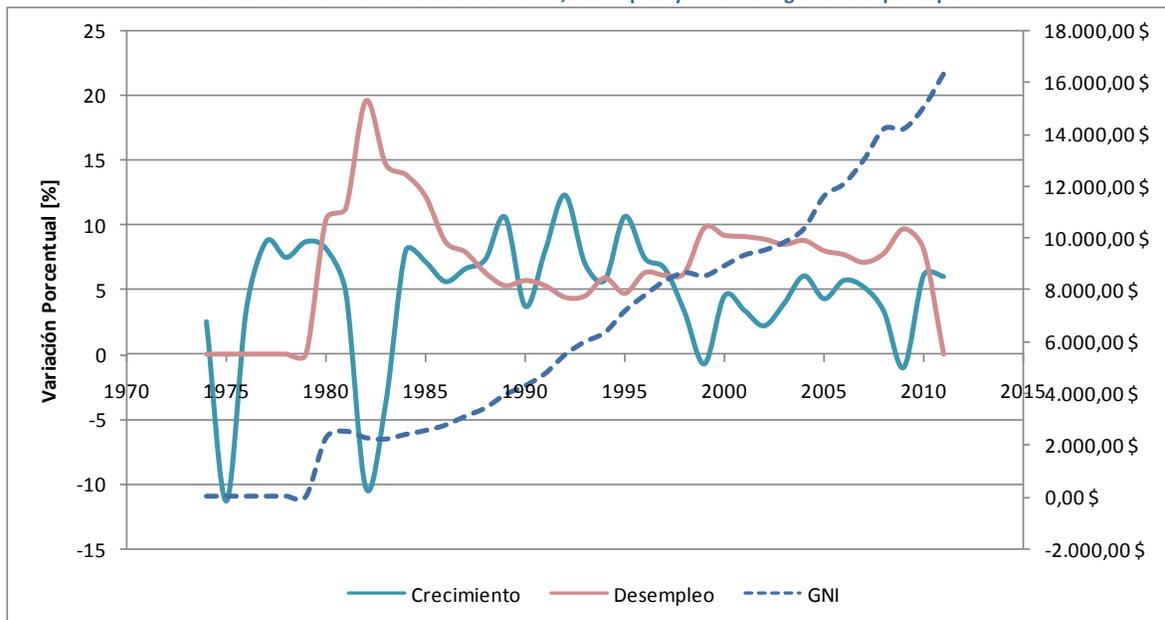
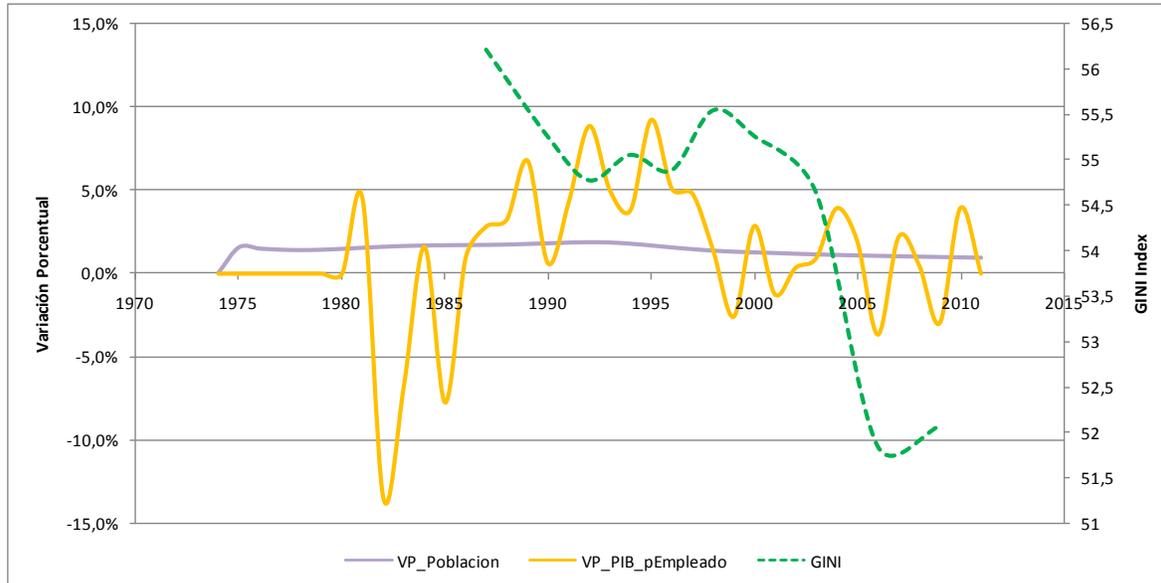


Gráfico 30. Evolución variación porcentual PIB por empleado y Población, Índice GINI. Fuente: Banco Mundial.



El resumen de los principales estadísticos para las variables presentadas son los siguientes:

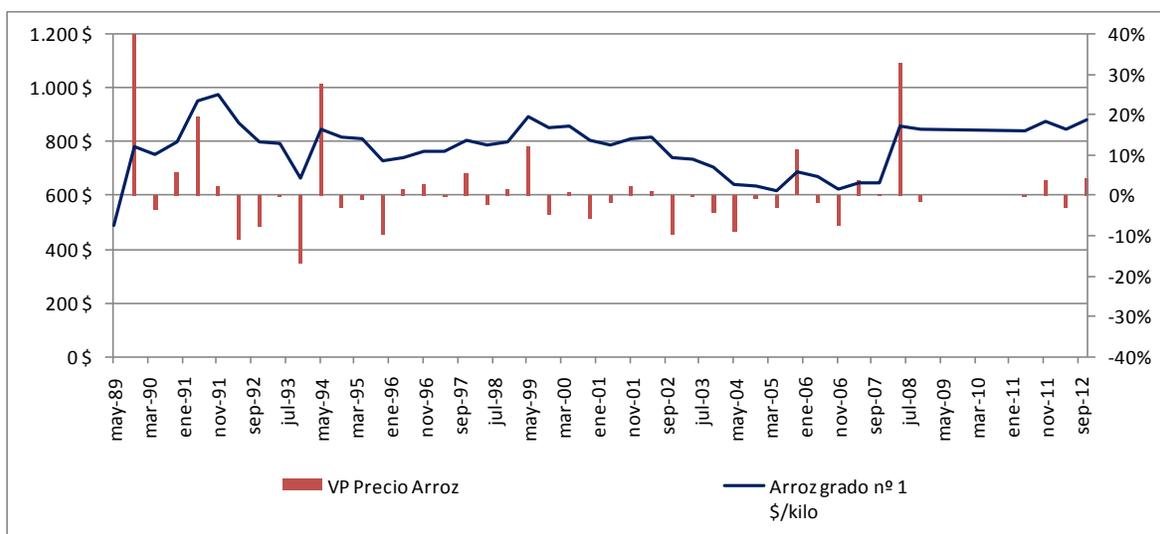
Variable	Media	Desviación Estándar	D.Estándar [% Media]	Mínimo	Máximo
GNI	\$ 7.466	\$ 4.306	57,68%	\$ 2.210	\$ 16.330
Poblacion	13.767.072	2.232.484	16,22%	10.260.027	17.269.525
VP_Poblacion	1,42%	0,30%	20,95%	0,91%	1,85%
PIB	\$ 67.368 MM	\$ 62.056 MM	92,12%	\$ 7.226.MM	\$ 248.580 MM
Crecimiento	4,65	4,88	104,95%	-11,36	12,28
PIB_pEmpleado	\$ 24.254	\$ 5.146	21,22%	\$ 16.478	\$ 30.473
VP_PIB_pEmpleado	1,38%	4,82%	348,92%	-13,49%	9,26%
Desempleo	8,46	3,30	39,01%	4,40	19,60
GINI	54,55	1,44	2,64%	51,84	56,21
I_H10	44,46	1,15	2,59%	41,98	45,38
I_H20	59,86	1,27	2,13%	57,45	61,40
I_L10	1,35	0,12	8,98%	1,17	1,55
I_L20	3,76	0,29	7,74%	3,35	4,26
I_S20	7,21	0,39	5,41%	6,70	7,94
I_T20	11,11	0,38	3,40%	10,62	11,81
I_F20	18,07	0,28	1,57%	17,76	18,67

De este análisis preliminar se desprende que las variables asociadas a los ingresos para distintos percentiles y el indicador GINI presentan una alta correlación y baja variabilidad por lo que sería esperable que sólo uno de ellos fuese significativo en una hipotética situación, o probablemente ninguno dada su baja variabilidad.

El resto de los factores presentan niveles de dispersión por sobre el 20% de la media, y tienen series de tiempo de mayor duración y variabilidad que los indicadores de ingreso, por lo que se esperaría que estos tuvieran mayor potencial de ser factores explicativos en el posterior análisis predictivo de la dinámica del precio de la papa.

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 que se presenta en el siguiente gráfico.

Este dato se encuentra disponible de forma mensual desde inicios de 1984 existiendo unos meses en que el dato no se encuentra disponible durante el año 2009. La dinámica de los precios del arroz considerados así como las variaciones porcentuales se encuentra en el siguiente gráfico.



Evolución del precio real del arroz por kilo y variación porcentual. Fuente: ODEPA e INE.

Los principales estadísticos del precio del arroz y sus variaciones porcentuales se presentan a continuación:

Variable	Media	Desviación Estándar	D.Estándar [% Media]	Mínimo	Máximo
Arroz grado n° 1\$/kilo	\$ 774	\$ 98	12,65%	\$ 488	\$ 976
VP Precio Arroz	2,0%	12,8%	632,8%	-16,9%	60,0%

#### 8.4. FACTORES DETERMINANTES DE LA OFERTA DE PAPA FRESCA

Para determinar los factores a estudiar ahora en el caso de la oferta de la papa fresca, se repitió el procedimiento realizado para el caso de la demanda de la papa, concluyendo que los principales factores a analizar en este caso son la disponibilidad de riego, que en este caso son determinados por las lluvias en Nueva Imperial y San José, y las reservas de agua en el río Tinguiririca.

Adicionalmente se incluyeron distintos factores que pueden afectar la oferta agrícola, como el IPC y sus variaciones, el tipo de cambio, el costo de fertilizantes y mano de obra. Además de esto se incluyeron índices de remuneraciones generales para la economía, ingresos, plantaciones de otros productos como indicadores de desarrollo agrícola y potenciales efectos sobre los costos de los distintos productores.

Los factores estudiados para determinar el precio de la papa fresca desde el punto de vista de la oferta son los siguientes:

Código Variable	Descripción	Características	Fuente
Cereal_Plantado	Hectáreas cultivadas con cereales	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
VP_Cereal_Plantado	Variación porcentual hectáreas cultivadas con cereales	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
VA_Agricola_PorTrabajador	Valor agregado sector agrícola por número de trabajadores	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
DIPC_Mensual	Variación mensual del IPC	Disponible desde Diciembre 1978 [Mensual]	INE
Remun_Real	Índice de remuneraciones real	Disponible desde Abril 1993 [Mensual]	INE
VP_Remun_Real	Variación porcentual índice de remuneraciones real	Disponible desde Abril 1993 [Mensual]	INE
CMO_Real	Índice de consumo real	Disponible desde Abril 1993 [Mensual]	B. Central
VP_CMO_Real	Variación porcentual índice de consumo real	Disponible desde Abril 1993 [Mensual]	B. Central
mm_NI	Milímetros de lluvia caídas en invierno en Nueva Imperial	Disponible desde 1974 [Anual]	
a_NI	Superficie cultivada en Nueva Imperial	Disponible desde 1974 [Anual]	
mm_SJ	Milímetros de lluvia caídas en invierno en San José	Disponible desde 1974 [Anual]	
a_SJ	Superficie cultivada en San José	Disponible desde 1974 [Anual]	
ppe_Elqui	Probabilidad de escases hídrica en el Valle Elqui	Disponible desde 1974 [Anual]	
S_Potasio	Precio Sulfato de Potasio	Disponible desde 1975 [ Mensual]	ODEPA
VP_Spotasio	Variación Porcentual Precio Sulfato de Potasio	Disponible desde 1975 [ Mensual]	ODEPA
P_Striple	Precio Superfosfato Triple	Disponible desde 1975 [ Mensual]	ODEPA
VP_Striple	Variación Porcentual Precio Superfosfato Triple	Disponible desde 1975 [ Mensual]	ODEPA
Urea	Precio Urea	Disponible desde 1975 [ Mensual]	ODEPA
VP_Urea	Variación Porcentual Precio Urea	Disponible desde 1975 [ Mensual]	ODEPA
Arroz	Precio Arroz 1 Kg. Real	Disponible desde 1975 [ Mensual]	ODEPA
VP_Arroz	Variación Porcentual Precio Arroz 1 Kg. Real	Disponible desde 1975 [ Mensual]	ODEPA
DOB	Tipo de Cambio Observado	Disponible desde Abril 1984 [Mensual]	B. Central
VP_DOB	Variación Porcentual Tipo de Cambio Observado	Disponible desde Abril 1984 [Mensual]	B. Central
I_Agricultura	Ingreso Imponible Promedio Agrícola	Disponible desde Enero 2002 [Mensual]	SAFP
VP_I_Agricultura	Variación Porcentual Ingreso Imponible Promedio Agrícola	Disponible desde Enero 2002 [Mensual]	SAFP
Empleo_Agricola	% del total empleado que se asocia al sector agrícola	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	Banco Mundial

Entre estos factores podemos definir tres familias claramente marcadas, la primera corresponde a indicadores del sector agrícola, los que se pueden relacionar de manera indirecta con la demanda por suelo, el costo de la mano de obra entre otros factores. Aquí mencionamos el cereal plantado,

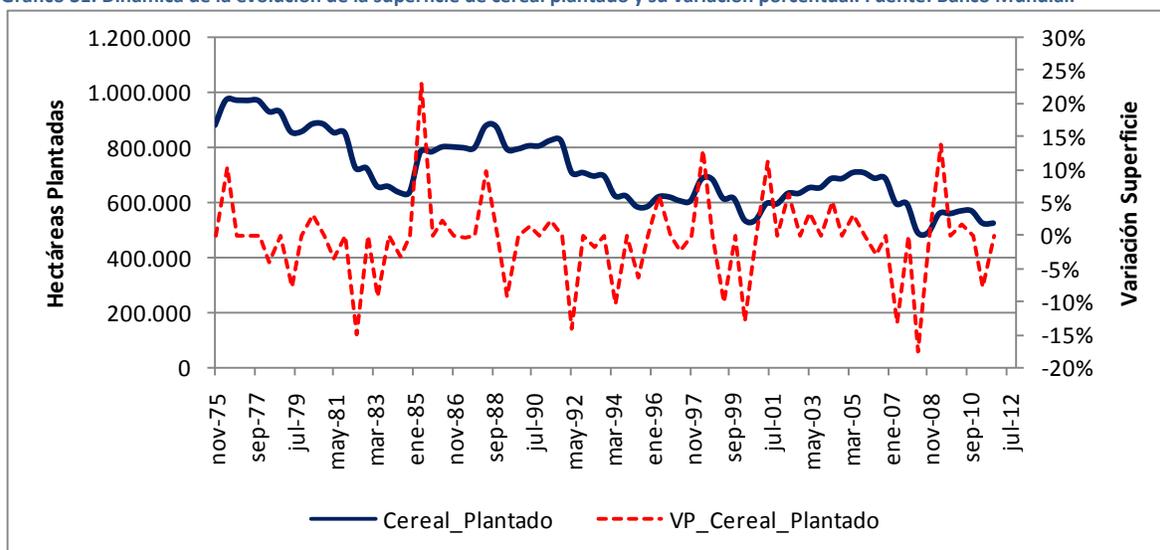
el valor agregado por el trabajador agrícola, índices de remuneraciones y consumo. En una segunda línea encontramos indicadores de evolución macroeconómicos que pueden indicar u orientar cambios en el precio de la papa, estos son las variaciones del IPC.

En tercera línea tenemos efectos directos para determinar los costos de la producción de papa, en este punto se analizaron dos principales fuentes, el primero corresponde a la mano de obra, tanto en su costo como en su oferta, por esto se incluyen indicadores de empleo agrícola, el ingreso imponible de los trabajadores agrícolas. Además se consideraron los costos de fertilizante a través de la inclusión de los precios de estos a lo largo del tiempo. Igualmente, y a sugerencia del equipo de ODEPA, se incluyó también el costo del tipo de cambio, debido a su alta relación con los costos de plaguicidas.

Finalmente, consideramos indicadores climatológicos 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. Se dispuso además de estos 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, de esta relación se generaron 3 variables dicotómicas, debido a que en el proceso de categorización un corte único fue el que presentó un alto poder discriminante. En el caso de las lluvias en Nueva Imperial y San José el corte se encontró cercano a los 468 mm de lluvia en invierno, lo que corresponde a prácticamente un corte en la media de la distribución de estas variables, por lo que se creó una variable que se puede interpretar como lluvias altas y lluvias bajas para cada invierno. En el caso de las probabilidades de escases se utilizó la cota sugerida del 75% de probabilidad para definir si existen o no posibilidades de falta de agua para riego.

A continuación se presenta gráficamente la dinámica de estas variables y sus principales estadísticos. Iniciamos presentando los indicadores del sector agrícola.

Gráfico 31. Dinámica de la evolución de la superficie de cereal plantado y su variación porcentual. Fuente: Banco Mundial.



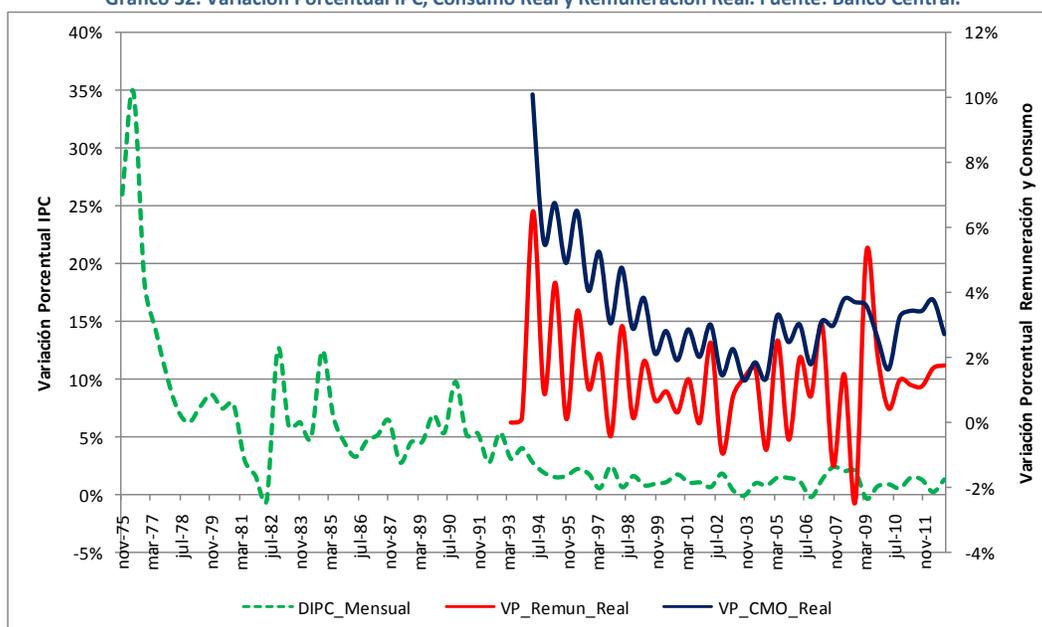
Los principales estadísticos de las variables características del sector agrícola se presentan a continuación.

Variable	Media	Desviación Estándar	D.Estándar [% Media]	Mínimo	Máximo
Cereal_Plantado	710.626	129.423	18,21%	489.441	969.970
VP_Cereal_Plantado	-0,50%	6,5%	-1302,9%	-17,7%	23,1%
VA_Agricola_PorTrabajador	\$ 4.044	\$ 1.343	33,2%	\$ 2.368	\$ 6.571

Del análisis de los estadísticos notamos que la variación porcentual de la superficie presenta altos niveles de dispersión, mientras que la superficie como el valor agregado tienen niveles medios por lo que igualmente podrían ser relevantes para la estimación.

El segundo conjunto de variables consideradas corresponde a los indicadores macroeconómicos de consumo, en este caso, la variación del IPC e indicadores agregados de consumo y costos de la mano de obra. La dinámica histórica de estos indicadores se presenta a continuación.

Gráfico 32. Variación Porcentual IPC, Consumo Real y Remuneración Real. Fuente: Banco Central.



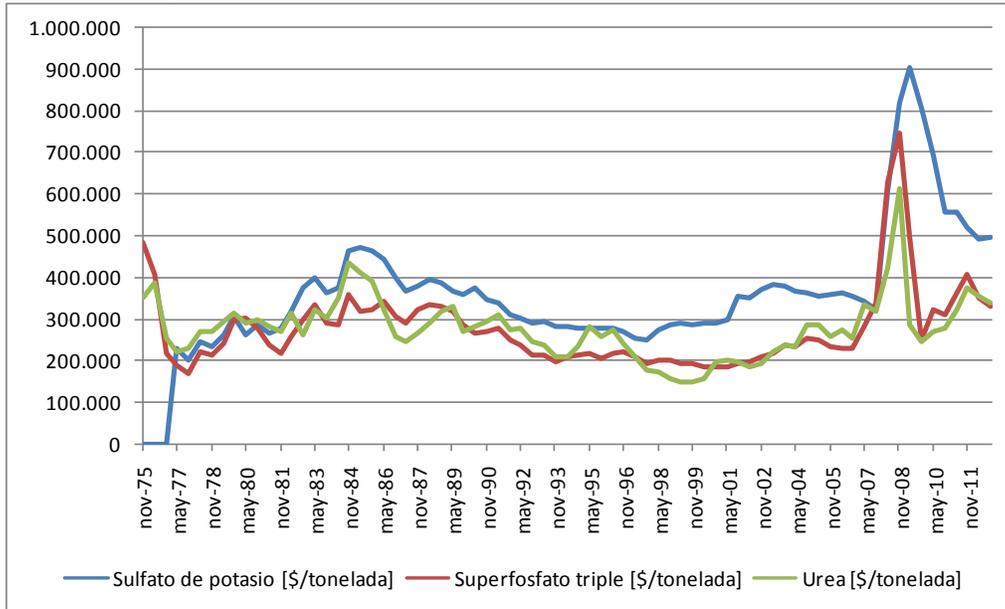
Los principales estadísticos de estas variables se presentan a continuación.

Variable	Media	Desviación Estándar	D.Estándar [% Media]	Mínimo	Máximo
DIPC_Mensual	4,4%	5,7%	128,91%	-0,5%	34,9%
Remun_Real	94,63	12,18	12,9%	71,05	117,50
VP_Remun_Real	1,28%	1,71%	133,9%	-2,43%	6,49%
CMO_Real	91,00	28,71	31,6%	42,43	149,43
VP_CMO_Real	2,15%	7,47%	347,7%	-42,60%	10,08%

Se observa que las variaciones porcentuales tienen altos niveles de dispersión, expresados como porcentaje de la media, lo que nos indica que estos indicadores tendrán altos niveles de variabilidad, lo que es positivo cuando buscamos explicar la dinámica de una serie.

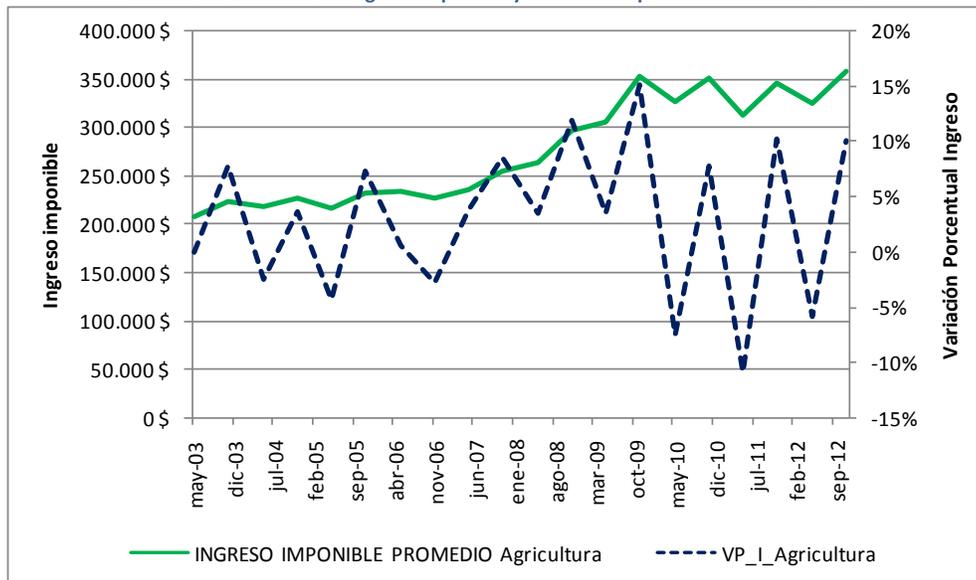
El tercer conjunto de variables analizadas corresponde a los indicadores de potenciales costos del sector agrícola, en este caso reconocemos dos factores primordiales, el primero se asocia a los costos de la mano de obra, recogidos de las remuneraciones imponibles y en segundo lugar los costos de los fertilizantes como insumo fundamental de la producción de papa. La dinámica histórica de estos factores se presenta en el siguiente gráfico.

Gráfico 33. Dinámica de los precios de fertilizante. Fuente: ODEPA



De la inspección visual preliminar de las series de los fertilizantes notamos que la dinámica de estos tres factores tiene un alto nivel de correlación, que presentan variaciones análogas pero en distintos niveles, lo que indicaría la posibilidad de que estos tres representen solo un factor, que correspondería al costo de fertilizante más que tres dinámicas independientes.

Gráfico 34. Dinámica del ingreso imponible y su variación porcentual. Fuente: SAFF.



De la inspección del ingreso imponible notamos que este presenta un incremento importante durante los primeros años y una posterior estabilización en un nivel muy superior al inicio de la muestra. Esto indica que los costos de mano de obra crecieron durante un largo periodo y se estabilizaron en los últimos años.

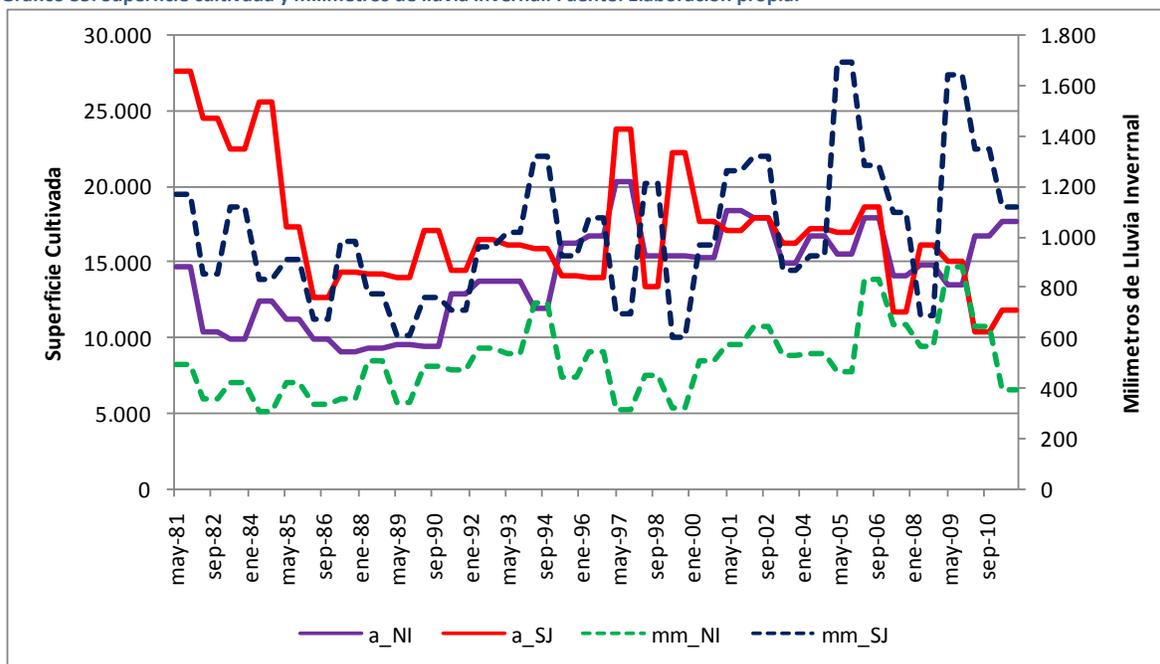
El resumen de los principales estadísticos de los indicadores de costos son:

Variable	D.Estándar				
	Media	Desviación Estándar	[% Media]	Mínimo	Máximo
Sulfato de potasio [\$/tonelada]	\$ 372.568	\$ 135.365	36,3%	\$ 203.264	\$ 905.256
Superfosfato triple [\$/tonelada]	\$ 275.979	\$ 97.057	35,2%	\$ 168.303	\$ 746.663
Urea [\$/tonelada]	\$ 277.586	\$ 74.265	26,8%	\$ 149.063	\$ 613.856
VP_Spotasio	1,7%	13,4%	784,8%	-20,0%	88,0%
VP_Striple	0,9%	17,0%	1910,4%	-49,4%	86,6%
VP_Urea	1,2%	15,1%	1307,3%	-53,2%	45,0%
Ingreso Agricultura	\$ 275.886	\$ 54.538	19,8%	\$ 207.494	\$ 358.685
VP_I_Agricultura	3,0%	7,1%	235,6%	-11,0%	15,2%

En los costos de los fertilizantes notamos estadísticos análogos tanto en el nivel de dispersión como en el rango de las variables, lo que reafirmaría la intuición presentada previamente respecto a su relación.

Finalmente, las variables para caracterizar el clima y la superficie plantada se presentan a continuación. En el caso de las lluvias y superficie plantada se pueden observar sus dinámicas en el siguiente gráfico.

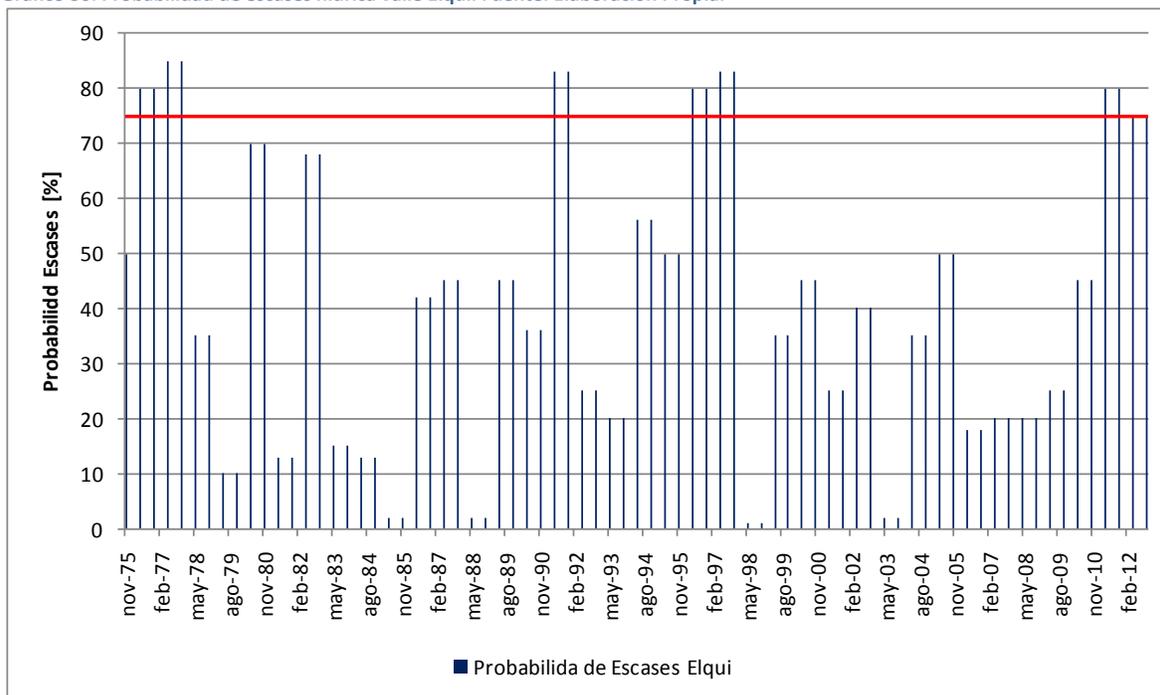
Gráfico 35. Superficie cultivada y milímetros de lluvia invernal. Fuente: Elaboración propia.



Notamos que la evolución de las variables indica una relación directa entre la superficie cultivada y el nivel de precipitaciones lo que indicaría que finalmente es un único factor pues la decisión de cultivo está relacionada directamente con el nivel de lluvia.

Con la potencialidad de lluvia en el valle de Elqui se muestra las probabilidades estimadas y la cota definida de 75% para estimar una probabilidad de escases de agua.

Gráfico 36. Probabilidad de escases hídrica valle Elqui. Fuente: Elaboración Propia.



Del gráfico se observa que las ocasiones en que existe una probabilidad alta y significativa de no disponer de recursos hídricos para el riego es baja y ocurre en pocos años, por lo que sería esperable que este efecto no sea significativo a nivel general. Presentamos a continuación los principales estadísticos de los factores climatológicos.

Variable	Media	Desviación Estándar	D.Estándar [% Media]	Mínimo	Máximo
mm_NI	504	143	28,3%	308	880
a_NI	14.091	3.112	22,1%	9.080	20.375
mm_SJ	1.014	281	27,7%	600	1.697
a_SJ	17.037	4.164	24,4%	10.439	27.600
Probabilidad de Escases Elqui	40,0%	26,2%	65,5%	1,0%	85,0%

De la revisión de las desviaciones notamos que no existe alta variabilidad en estos indicadores, y que son parecidos tanto en área como en milímetros, por lo que deberíamos esperar que solo uno de ambos factores tenga el potencial de ser relevante para la estimación.

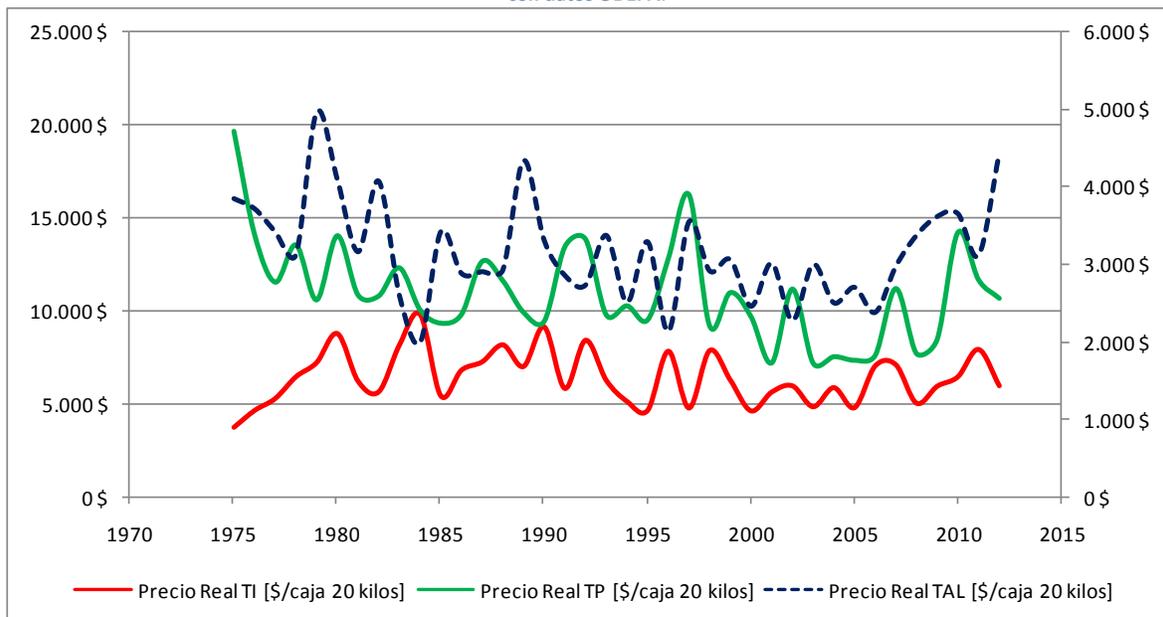
### 8.5. FACTORES RELEVANTES PARA EL PRECIO DEL TOMATE DE CONSUMO FRESCO

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, que corresponde al precio promedio ponderado medido para el periodo enero – marzo de cada año. El segundo precio analizado corresponde al precio del tomate invernadero de Arica, el cual corresponde al precio promedio ponderada para el mes de junio y finalmente el precio del tomate primor, que corresponde al cultivado en zona norte y cuyo precio es el promedio ponderado de los precios mayoristas de los meses de septiembre y octubre de cada año.

### 8.6. PRECIO DEL TOMATE FRESCO MAYORISTA

La dinámica histórica por año de los diferentes precios de tomate a considerar se presentan en el siguiente gráfico.

Gráfico 37. Evolución precio del tomate fresco Precios promedio por año, reales en base Nov. 2012. Caja 20 Kilos. Elaboración Propia con datos ODEPA.



Se observa que los distintos precios presentan dinámicas diferentes entre los años estudiados, que cada uno tiene efectivamente un comportamiento diferente, pero además notamos que no existen tendencias claras al alza o a la baja en los precios, que se hayan sostenido en el tiempo.

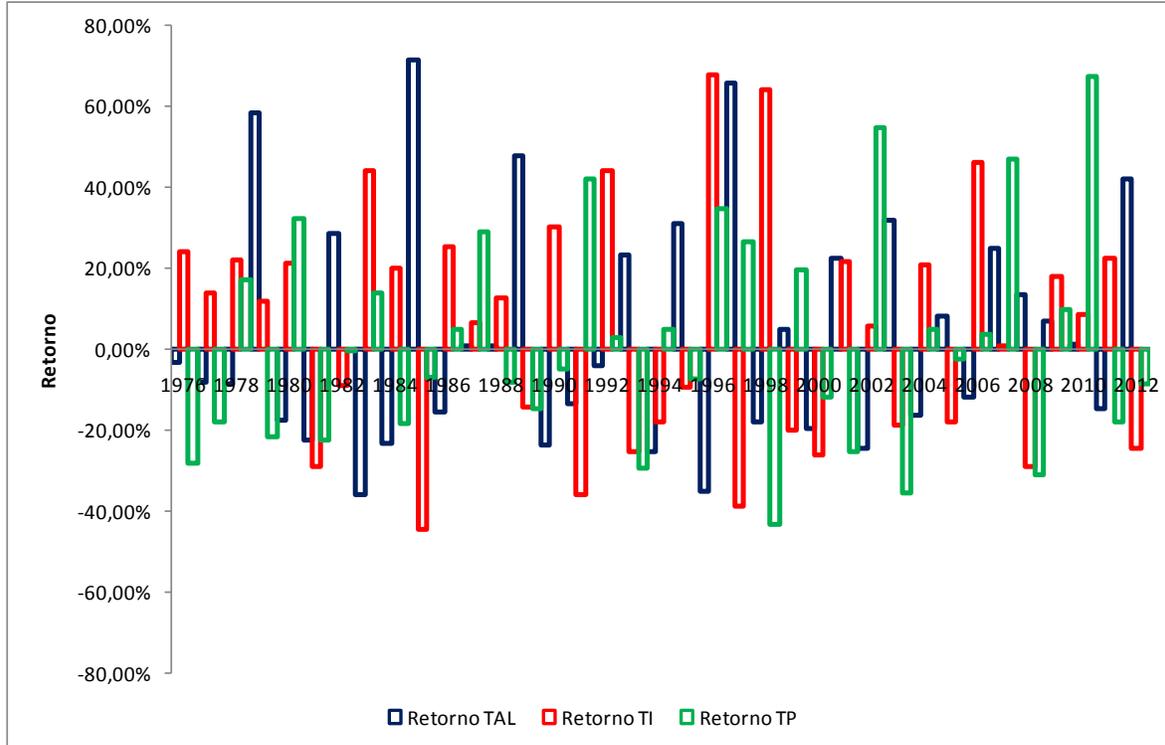
El resumen de los principales estadísticos de estas series de tiempo se presentan a continuación:

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

Se observa que el precio del tomate primor es superior al de los tomates de invernadero y aire libre, esto se debe principalmente a efectos del incremento de la demanda por este producto durante el mes de septiembre, así como por su mayor calidad. Comparativamente observamos que a nivel relativo el precio más volátil, entendido en función de su desviación, corresponde al tomate de invernadero, seguido del tomate de aire libre y primor.

Se analizó, al igual que en el caso de la papa las variaciones porcentuales de los precios, cuya dinámica se observa en el siguiente gráfico.

Gráfico 38. Variación porcentual precio del tomate fresco al aire libre, invernadero y primor. Fuente: Elaboración propia con datos ODEPA.



Del análisis de las variaciones porcentuales observamos un componente estocástico marcado en el comportamiento de los precios analizados. Las variaciones son mucho más 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 del tomate que debido a la incapacidad de almacenamiento obliga a vender el producto sin una clara capacidad de manejo de la oferta obligando a reflejar en el precio los shocks externos que el productor enfrente.

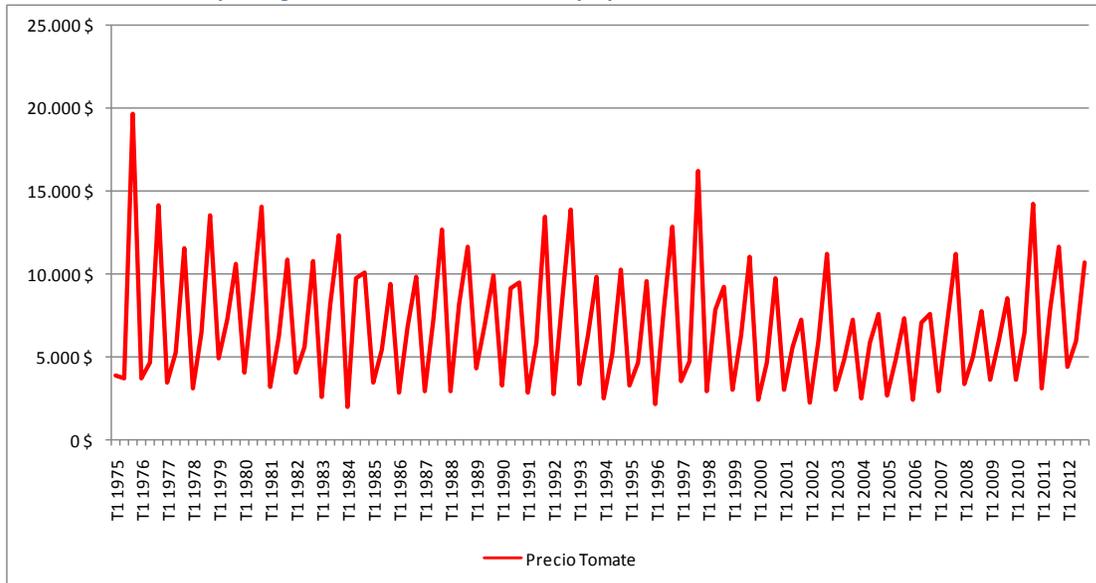
El resumen de los principales estadísticos de las series de tiempo de las variaciones porcentuales se presentan a continuación.

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

De los estadísticos presentados notamos que en promedio los precios analizados presentan cambios positivos de valor, que su nivel de desviación es análoga, pero superior en el caso del tomate de invernadero, y que el rango es superior en el caso del tomate al aire libre, y muy parecido para el tomate de invernadero y primor.

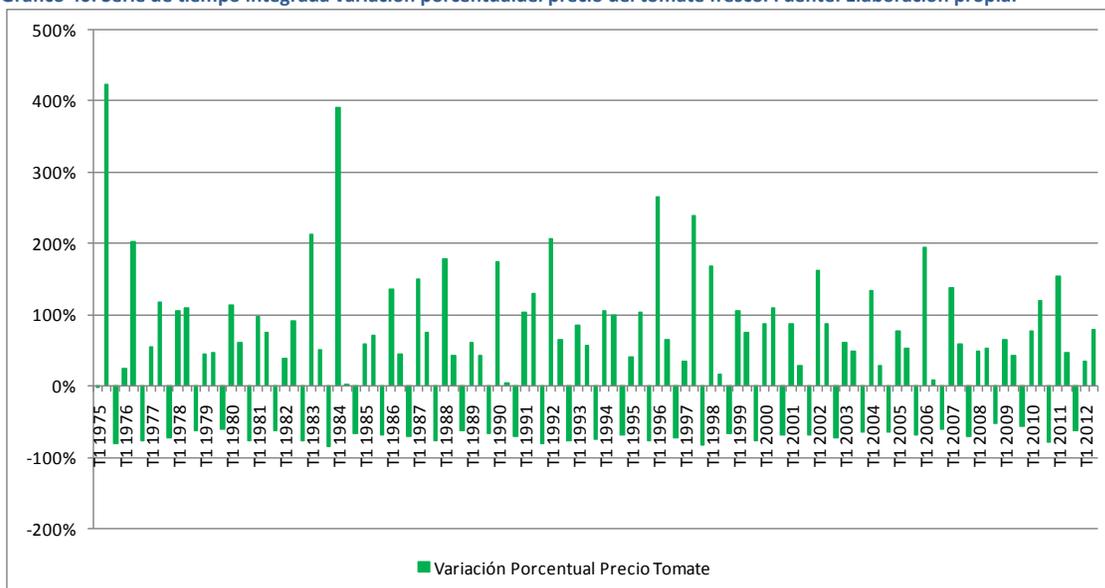
Al igual que en el caso de la papa, y con la finalidad de maximizar el número de observaciones de precios y sus variaciones, y poder estudiar la dependencia entre los precios de los distintos tomates frescos producidos se fusionaron las series de precios generando un estudio global para el producto tomate fresco. La evolución de la serie integrada se presenta a continuación.

Gráfico 39. Serie de tiempo integrada tomate fresco. Elaboración propia.



La serie de la variación porcentual del precio del tomate se observa en el siguiente gráfico:

Gráfico 40. Serie de tiempo integrada variación porcentual del precio del tomate fresco. Fuente: Elaboración propia.



El resumen de los estadísticos de la serie integrada son los siguientes.

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

La serie integrada presenta niveles de dispersión y rango mayores que las series únicas, pero podemos utilizar 114 observaciones para caracterizar un comportamiento en lugar de las series individuales, lo que puede justificar el uso de serie con un mayor componente aleatorio.

Con respecto a los factores determinantes tanto de la oferta como de la demanda se aplicó la misma metodología para la papa, por lo que los factores definidos ex ante son prácticamente los mismos que para la papa. Por esto sólo se presentaran los factores nuevos, es decir no incluidos previamente como factores del precio de la papa fresca para no replicar los datos.

## 8.7. FACTORES DETERMINANTES DE LA DEMANDA POR TOMATE FRESCO

En el caso de la demanda podemos mencionar que los factores definidos en conjunto con la contraparte técnica de ODEPA son prácticamente los mismos que los presentados para la papa, reconociendo que es necesario medir indicadores de consumo per capita, ingreso familiar y población.

Por esto los factores son los mismos que en el caso de la papa fresca excepto en el caso de los sustitos de consumo pues en este mercado no existirían productos sustitos reales, por lo que se excluye el factor arroz de la base de datos presentada previamente. El resto son los factores presentados en el capítulo donde se presentan los factores determinantes de la demanda por papa fresca, los que son:

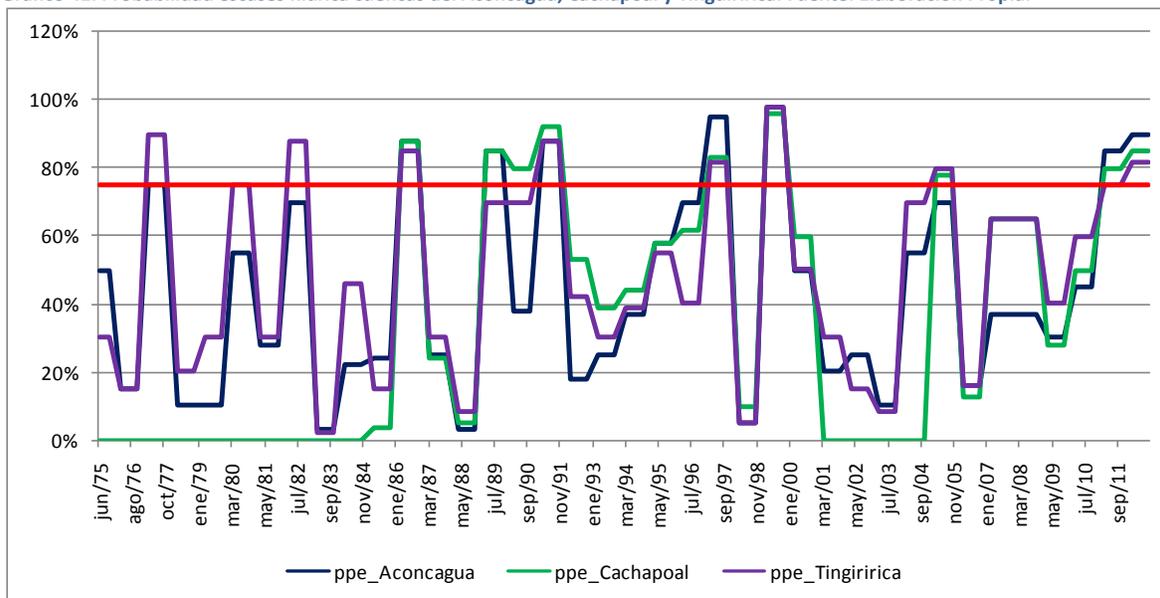
Código Variable	Descripción	Características	Fuente
GNI	Ingreso Nacional Bruto	Disponible desde 1960 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
Poblacion	Tamaño Población	Disponible desde 1960 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
VP_Poblacion	Variación Porcentual Población	Disponible desde 1960 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
PIB	Producto Interno Bruto	Disponible desde 1960 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
Crecimiento	Variación Porcentual Producto Interno Bruto	Disponible desde 1960 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
PIB_pEmpleado	PIB por en número de empleados	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
VP_PIB_pEmpleado	Variación Porcentual PIB por número de empleados	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
Desempleo	Tasa desempleo	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
GINI	Índice GINI	Disponible desde 1987 a 2011 [Bianual]	Banco Mundial
I_H10	Ingreso promedio percentil 10% superior	Disponible desde 1987 a 2011 [Bianual]	Banco Mundial
I_H20	Ingreso promedio percentil 20% superior	Disponible desde 1987 a 2011 [Bianual]	Banco Mundial
I_L10	Ingreso promedio percentil 10% inferior	Disponible desde 1987 a 2011 [Bianual]	Banco Mundial
I_L20	Ingreso promedio percentil 20% inferior	Disponible desde 1987 a 2011 [Bianual]	Banco Mundial
I_S20	Ingreso promedio percentil 40% inferior	Disponible desde 1987 a 2011 [Bianual]	Banco Mundial
I_T20	Ingreso promedio percentil 60% inferior	Disponible desde 1987 a 2011 [Bianual]	Banco Mundial
I_F20	Ingreso promedio percentil 80% inferior	Disponible desde 1987 a 2011 [Bianual]	Banco Mundial

## 8.8. FACTORES DETERMINANTES DE LA OFERTA DE TOMATE FRESCO

Con respecto a los factores determinantes de la oferta de tomate fresco se consideran los costos de fertilización y mano de obra de forma análoga al caso de la papa fresca. Se incluyen de igual forma los indicadores agregados del sector agrícola presentados para el caso de la papa fresca, pero las variables climatológicas cambian, en este caso se consideran como variables relevantes las probabilidades de escases 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 hídrica. Dado esto la dinámica de estas probabilidades se presenta a continuación.

Gráfico 41. Probabilidad escases hídrica cuencas del Aconcagua, Cachapoal y Tinguiririca. Fuente: Elaboración Propia.



Se observa que las dinámicas de las cuencas se encuentran muy relacionadas a lo largo del tiempo y que la posibilidad de enfrentar escases que pueda impactar los precios es baja debido a que pocos escenarios a lo largo de la historia se encontraron sobre la cota definida del 75%. Los principales estadísticos de las probabilidades se presentan a continuación:

	Probabilidad Escases Aconcagua	Probabilidad Escases Cachapoal	Probabilidad Escases Tinguiririca
<b>Promedio</b>	43,8%	35,8%	48,6%
<b>Desviación</b>	29,4%	35,5%	28,4%
<b>Mínimo</b>	3,0%	0,0%	2,0%
<b>Máximo</b>	98,0%	96,0%	98,0%

El resto de los factores a analizar como determinantes para el precio de la oferta del tomate fresco se presentan a continuación:

Código Variable	Descripción	Características	Fuente
Cereal_Plantado	Hectáreas cultivadas con cereales	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
VP_Cereal_Plantado	Variación porcentual hectáreas cultivadas con cereales	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
VA_Agricola_PorTrabajador	Valor agregado sector agrícola por número de trabajadores	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
DIPC_Mensual	Variación mensual del IPC	Disponible desde Diciembre 1978 [Mensual]	INE
Remun_Real	Índice de remuneraciones real	Disponible desde Abril 1993 [Mensual]	INE
VP_Remun_Real	Variación porcentual índice de remuneraciones real	Disponible desde Abril 1993 [Mensual]	INE
CMO_Real	Índice de consumo real	Disponible desde Abril 1993 [Mensual]	B. Central
VP_CMO_Real	Variación porcentual índice de consumo real	Disponible desde Abril 1993 [Mensual]	B. Central
S_Potasio	Precio Sulfato de Potasio	Disponible desde 1975 [ Mensual]	ODEPA
VP_Spotasio	Variación Porcentual Precio Sulfato de Potasio	Disponible desde 1975 [ Mensual]	ODEPA
P_Striple	Precio Superfosfato Triple	Disponible desde 1975 [ Mensual]	ODEPA
VP_Striple	Variación Porcentual Precio Superfosfato Triple	Disponible desde 1975 [ Mensual]	ODEPA
Urea	Precio Urea	Disponible desde 1975 [ Mensual]	ODEPA
VP_Urea	Variación Porcentual Precio Urea	Disponible desde 1975 [ Mensual]	ODEPA
DOB	Tipo de Cambio Observado	Disponible desde Abril 1984 [Mensual]	B. Central
VP_DOB	Variación Porcentual Tipo de Cambio Observado	Disponible desde Abril 1984 [Mensual]	B. Central
I_Agricultura	Ingreso Imponible Promedio Agrícola	Disponible desde Enero 2002 [Mensual]	SAFP
VP_I_Agricultura	Variación Porcentual Ingreso Imponible Promedio Agrícola	Disponible desde Enero 2002 [Mensual]	SAFP
Empleo_Agricola	% del total empleado que se asocia al sector agrícola	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	Banco Mundial

## 9. MODELOS DE SERIES DE TIEMPO CON FACTORES PARA LA PAPA Y EL TOMATE

A continuación se presentan los resultados de los modelos obtenidos para la papa y el tomate.

### 9.1. SERIES DE TIEMPO TIPO BOX-JENKINS

Según se argumentó inicialmente, los modelos desarrollados para los productos corresponden a modelos de tipo Box-Jenkins. Este tipo de herramientas estadísticas buscan 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 el caso nuestro, por ejemplo,  $S_t$  corresponde a la variación porcentual del precio de la papa o el tomate con respecto al precio observado en la temporada anterior.

Estos modelos se basan en los siguientes supuestos:

- Para todo tiempo  $t$ , es posible obtener 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  $\varepsilon_t$  se le conoce como “ruido blanco”, y se asume que vale cero en promedio, tiene varianza igual a uno, y no depende del factor  $t$ , es decir  $Cov(\varepsilon_t, \varepsilon_s) = 0$ .
- 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.
- Los modelos son **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 observan eventos que ocurrieron hace mucho tiempo.

$$\forall r, t: t \rightarrow \infty \Rightarrow Cov(S_t, S_r) \rightarrow 0$$

- Los modelos son **estacionarios**, es decir, la media es constante y existen sólo variaciones en torno a ella. Este supuesto se puede relajar, según se verá inmediatamente.

Dentro de los eventos que determinan la serie se identifican cinco factores principales, que son parte de la búsqueda del resultado final:

- Factor Autorregresivo: El factor autorregresivo busca modelar qué impacto tienen los valores inmediatamente anteriores de la serie sobre los valores nuevos, es decir:

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

Donde  $\alpha$  corresponde al “peso”, o 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 periodos hacia atrás que indican la muestra

- **Factor Media Móvil:** Adicionalmente al factor autorregresivo, es posible asumir que la serie actual depende los shocks, o errores, que ha recibido la serie. Estos factores intentan capturar cómo un alza o disminución repentina y no explicada de la serie ocurrida antes del periodo actual, dados por las desviaciones sobre la media  $e_{\gamma}$ , impactan en el valor actual de la serie  $S_t$ . Si suponemos una media dada por  $\mu$  (la media por sobre la serie completa), entonces los factores de media móvil corresponden a:

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

Nuevamente, determinar el valor de  $q$ , la cantidad de periodos que impactan en la medición actual, es parte del modelo.

- **Tendencia:** El tercer conjunto de factores relevantes corresponden a la tendencia del modelo. La tendencia se define como el efecto constante que aumenta la media poblacional entre 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 asociada al último periodo, entonces la serie dada por

$$\hat{S}_t = S_t - S_{t-1}$$

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.

- **Estacionalidad:** La estacionalidad corresponde a la repetición de patrones por efectos naturales de la serie. Este factor es muy complejo de estimar en modelos Box-Jenkins, pues indica que el valor actual está impactado por los valores anteriores completos de la serie. La metodología de modelamiento se basa en encontrar los valores para  $(P, D, Q)$  tal que existe la estacionalidad, y luego buscar la serie estacionaria que nace a partir de este factor.
- **Factores exógenos:** Corresponden a un conjunto de variables  $X_{v,t}$  externos a la serie, tal que no es posible recogerlos a través de los valores anteriores de la serie. Estos factores pueden incluir eventos puntuales, como el precio del petróleo, la superficie plantada, u otros factores. La metodología de búsqueda incluye seleccionar un conjunto de variables utilizando criterio experto, y luego utilizar criterios estadísticos para seleccionar los regresores (variables) que más impacto poseen sobre la serie.

Así, la forma final de la serie corresponde a:

$$\left(1 - \sum_{i=1}^p \alpha_i L^i\right) \left(1 - \sum_{i=1}^P \alpha_i^s L^i\right) (1 - L^s)^D (1 - L)^d \left[S_t - \sum_{v=1}^V \gamma_v x_v\right] = \left(1 - \sum_{k=1}^q \beta_k L^k\right) \left(1 - \sum_{k=1}^Q \beta_k L^k\right) \varepsilon_t$$

Donde los  $L^i$  corresponden a operadores de retardo, tal que  $L^i S_t = S_{t-i}$ . A esta familia de modelos se les conoce como modelos SARIMAX (Estacionales, autorregresivos, integrados de

media móvil con regresores  $X$ , *Seasonal, AutoRegressive, Integrated, Moving Average with X regressors*, por sus siglas en inglés), y serán los usados para este trabajo.

El proceso de estimación de los valores para  $\{\alpha_p\}$ ,  $\{\beta_q\}$ , y  $\{\gamma_v\}$  y la constante  $\mu$ , pasa por minimizar el error cometido utilizando la técnica de **máxima verosimilitud**. Esta conocida técnica permite estimar errores y desviaciones sobre las estimaciones, generando estimadores que poseen propiedades asintóticas conocidas y de comportamiento normal<sup>3</sup>.

## 9.2. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LOS MODELOS

En este proyecto, y considerando el carácter preliminar de los modelos, se realizaron pasos exhaustivos, pero exploratorios. El fin de este procedimiento es conseguir los mejores factores para las series de precios, y luego incorporar los regresores más eficientes dentro del Universo de variables consideradas para obtener un modelo predictivo eficiente.

El proceso contó de cuatro secciones: determinación de las series relevantes, estudio de los factores SARIMA relevantes, limpieza y transformación de regresores, y finalmente modelamiento y diagnóstico de los modelos.

### DETERMINACIÓN DE SERIES RELEVANTES

Esta fase consta, tanto para la papa como para el tomate, del análisis de las series de precios tanto de forma pura, como en transformaciones. Se analizaron dos combinaciones: en primer lugar se exploró si identificar las series de sub-productos (tomates ariqueños y tomates de la zona central, por ejemplo) como productos separados, y por ende modelar sus series de forma individual, o tratar cada producto de forma conjunta. Se decidió por esta segunda opción debido a que se determinó correlación significativa entre los precios de un subproducto con el siguiente, es decir, se determinó que el precio de un sub-producto impactaba directamente sobre el precio del siguiente, por lo que al separarlos se perdía información útil para la predicción. Además, la cantidad de datos con los que cuenta la serie de cada subproducto dejaba muy poco espacio para análisis estadísticos, pues en general se espera que existan cincuenta datos por sobre la cantidad de parámetros a estimar. El separar subproductos causaría que los modelos alcanzaran muy poca complejidad, y eso a su vez se vería reflejado en la capacidad predictiva a obtener.

En segundo lugar, se analizó la pertinencia de realizar la modelación de los precios de los productos, o de las diferencias porcentuales entre el precio y el precio inmediatamente anterior. Dado que existe un movimiento natural del precio a lo largo de los 30 años de estudio, existía una tendencia en la serie de precios puros que introduciría complejidad innecesaria en la estimación

---

<sup>3</sup>Los detalles técnicos de todos estos métodos se pueden encontrar en los documentos citados en la bibliografía, por ejemplo Tsay (2010).

para esta serie. Esto no sucede con las series de precios en variaciones porcentuales, por lo que se definió utilizar estas últimas como la serie a estudiar.

En conclusión, se utilizaron series de variaciones de precio, agregadas al nivel de producto. Por lo tanto los modelos resultantes modelarán el comportamiento de las variaciones de precio entre estaciones para la papa y el tomate.

---

### LIMPIEZA Y TRANSFORMACIÓN DE REGRESORES

En esta fase se corrigen errores que puedan existir en los regresores, a partir de análisis exploratorios y estadísticas descriptivas. Además, se eliminan regresores que presentan características correlacionadas, utilizando como criterio el eliminar variables cuya correlación de Pearson sea superior a 0.85.

El último paso de esta sección es transformar los atributos a una escala única. Este paso, llamado normalización, permite anular efectos de magnitud de los atributos en la estimación, pues comparar PIB en millones de dólares con tasa de crecimiento, por ejemplo, puede llevar a coeficientes  $\gamma_v$  no significativos estadísticamente netamente por las magnitud de las variables asociados. Se utiliza la normalización al intervalo  $[0,1]$  dada por:

$$\widehat{x}_v = \frac{x_v - \min(x_v)}{\max(x_v) - \min(x_v)}$$

---

### MODELAMIENTO Y DIAGNÓSTICO DE LOS MODELOS<sup>4</sup>

Este proceso corresponde a la selección de los modelos finales. Es necesario encontrar los factores  $(p, q, d)$  y  $(P, Q, D)$ , los regresores  $x_v$  tal que los coeficientes  $(\alpha_p, \beta_q, \gamma_v)$  representen la serie de la mejor forma posible. Para seleccionar los modelos, se utilizaron los criterios AICc, BIC y MSE:

- Criterio de Información de Akaike restringido: Este criterio se basa en obtener una medida de la especificación del modelo, contrapesado por la complejidad de las variables y la cantidad de datos de las que se disponen. Si  $k$  es la cantidad de parámetros,  $n$  es la cantidad de datos que se disponen, y  $l$  es el valor de la función de verosimilitud obtenida (a partir de la obtención de los parámetros del modelo), entonces el valor de AICc corresponde a:

$$AICc = 2 \left( k - l + \frac{k(k+1)}{n-k-1} \right)$$

La intención de este indicador es entregar una medida del desorden de la estimación, por lo que se busca obtener el mínimo AICc posible.

---

<sup>4</sup>Para todos los modelos estadísticos se utilizó el software R 2.15 con el paquete tseries0.10-30.

- Criterio de información bayesiano (BIC): Este criterio, similar al AICc y desarrollado por Schwarz (1978), busca sentar bases bayesianas estrictas sobre la selección de modelos. El criterio corresponde a:

$$BIC = k \ln(n) - 2l$$

Este criterio, utilizado de la misma manera que el criterio anterior, castiga de forma más severa la inclusión de nuevos parámetros. El criterio es ampliamente utilizado para series financieras generales.

- Error cuadrático medio: Este error permite dar una medida más cercana a los valores originales de la serie. Si  $Y_t$  es el valor real de la serie, y  $S_t$  el valor estimado, el MSE corresponde a:

$$MSE = \sum_t \frac{(S_t - Y_t)^2}{T}$$

El MSE se encuentra en medida del cuadrado de la estimación original.

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

- Determinación de factores  $(p, q, P, Q)$ : En esta fase 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. Se postuló un máximo de seis retardos para cada valor, por lo que en esta fase se revisaron un máximo de  $6^4 = 1296$  para cada producto, seleccionados a través de una búsqueda *greedy*. El proceso aumenta el valor de cada parámetro y selecciona si el parámetro obtenido es significativo, y si se observa una mejora en los valores de AICc.
- Determinación de factores de tendencia  $(d, D)$ : En esta fase 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. Se analizaron hasta tres sesgos de tendencia para cada rezago, analizando nueve modelos adicionales. Para ninguno de los productos se encontró tendencia, por lo que los modelos elegidos corresponden a los obtenidos en la fase 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, la cual parte por un modelo sin ningún regresor, y se incorporan de a uno acorde a la minimización del criterio BIC. Si al incorporar uno de estos regresores se encuentra que no es significativo el parámetro obtenido, este se elimina.

- 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. Luego, se analizan e interpretan los resultados obtenidos.

En las siguientes fases se muestra los resultados obtenidos para cada uno de los modelos propuestos.

### 9.3. REGRESIÓN FINAL SOBRE VARIACIONES EN EL PRECIO DE LA PAPA

El primer paso del análisis corresponde a la búsqueda de los mejores factores para cada uno de los modelos. Se utilizó la búsqueda automática simultánea de parámetros, dejando que los límites para la búsqueda sean hasta seis temporadas hacia atrás para los modelos autorregresivos y de media móvil, y tres temporadas hacia atrás para los modelos de estacionalidad. Los resultados se pueden ver en la Tabla 6.

Tabla 6: Resultados de la búsqueda de parámetros, modelo papa.

<b>p</b>	1	6	1
<b>q</b>	1	6	3
<b>P</b>	0	3	0
<b>Q</b>	0	3	0
<b>d</b>	0	2	0
<b>D</b>	0	2	0

Estos parámetros indican que no existen señales de tendencia ni de estacionalidad en la serie, es decir, no existe un crecimiento o decaimiento constante de las variaciones en el precio al comparar temporada a temporada, ni tampoco existe un alza o disminución sostenida del precio al comparar diferencias de periodos constantes hacia atrás, hasta los límites identificados. Los límites fueron seleccionados para testear efectos de hasta dos años para los efectos autorregresivos y de media móvil, mientras los parámetros de tendencia y estacionalidad se seleccionaron de tal manera de cubrir un año de tiempo, pues no se consideró razonable que existan tendencias o estacionalidades que sobrepasen este tiempo, dado el ciclo natural de los agricultores.

El segundo paso corresponde a la búsqueda de los mejores regresores de entre la búsqueda de variables. Para ello, el procedimiento requiere la eliminación de factores correlacionados. Las variables eliminadas se pueden observar en la Tabla 7.

A partir de esta tabla es posible ver el impacto de la economía (reflejada a través del PIB) en la agricultura. Tanto el costo real como ingreso promedio para el sector tienen una correlación significativa con estos factores. Dado que existen muchas proyecciones para el PIB nacional, más que para los factores específicos del sector agrícola, se decidió seleccionar el primero. La segunda conclusión importante es la relevancia de las lluvias en los resultados económicos del sector: se

observa que las variables asociadas a lluvias y superficie plantada en Nueva Imperial (mm\_NI y a\_NI) poseen una alta correlación con el PIB por empleado agrícola, y con el valor agregado por trabajador.

Tabla 7: Correlaciones mayores a 0,85 para los regresores asociados a la papa.

I_H10	GINI
I_H20	GINI
I_L10	GINI
I_L20	GINI
I_S20	GINI
I_T20	GINI
I_F20	GINI
Poblacion	PIB
GNI	PIB
CMO_Real	PIB
Ing_Prom_Agricultura	PIB
mm_SJ	mm_NI
PIB_pEmpleado	mm_NI
PS_Triple	Urea
DOB	Remuneracion_Real
VA_Agricola_PorTrabajador	a_NI

Finalmente, el procedimiento concluye con la búsqueda por selección hacia adelante de los parámetros más significativos del modelo. La búsqueda es iterativa, y en el primer paso se incorporan todas las variables que resultan del paso anterior. La Tabla 8 corresponde a las variables que resultan significativas en el primer paso del proceso, mientras que en Anexos se puede encontrar el resultado para todas las demás variables.

Tabla 8: Variables significativas en primera iteración proceso *forward* papa.

	$\sigma^2$		
<b>Original</b>	0,143	80,66	91,38
<b>a_NI</b>	0,123	74,73	87,40
<b>Cereal_Plantado</b>	0,127	77,35	90,02
<b>DIPC_Mensual</b>	0,127	77,34	90,01
<b>GINI</b>	0,128	77,59	90,26
<b>P_Arroz</b>	0,118	71,81	84,48
<b>Remun_Real</b>	0,127	77,15	89,82
<b>Urea</b>	0,126	76,87	89,54
<b>VP_Remun_Real</b>	0,129	78,47	91,14

Las variables que resultan significativas en este primer proceso son variadas, e incluyen tanto variables asociadas a plantaciones (área plantada en Nueva Imperial y Cereal plantado), al precio de sustitutos (P\_Arroz), y a costos económicos (Remuneración\_Real, Urea, etc). De las 45 variables que se testean inicialmente, sólo ocho resultan significativas.

El paso final corresponde a obtener los regresores que sean significativos desde el punto estadístico incorporando más de un regresor. Para la papa, el modelo posee dos factores solamente: las precipitaciones en Nueva Imperial, y el Precio del Sulfato de Potasio (PS\_Potasio). Es interesante notar que esta segunda variable NO se encuentra en el modelo para la primera iteración, y esto hace notar el importante carácter multivariado de los modelos propuestos. Una vez que la información de la superficie plantada está incorporada, los demás factores ya no aportan tanta información como en el paso anterior, lo que lleva a que factores que antes no tenían relevancia, ahora la tengan. La Tabla 9 presenta estos resultados.

Tabla 9: Variables significativas iteración final forward.

	$\sigma^2$		
<b>PS_Potasio</b>	0,117	73,86	88,41
<b>Urea</b>	0,117	73,87	88,42
<b>P_Arroz</b>	0,118	74,04	88,59
<b>Original (con a_NI)</b>	0,123	74,73	87,40

Con el modelo decidido, el paso final es realizar los diagnósticos y estimar los parámetros. La

Tabla 10: Coeficientes modelo final papa.

<b>AR(1)</b>	-0,9961	0,0066
<b>MA(1)</b>	0,5589	0,1165
<b>MA(2)</b>	-0,9544	0,0606
<b>MA(3)</b>	-0,6045	0,118
<b>Constante</b>	0,092	0,0293
<b>a_NI</b>	0,159	0,0293
<b>PS_Potasio</b>	-0,1445	0,0781

El modelo indica que cuando hay una mayor área plantada en Nueva Imperial, esto se traspassa a un alza en la variación del precio de la papa. Esto puede deberse a que los agricultores adelantan que habrá demanda por papa y por lo tanto suben el precio. 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 otras frutas y verduras.

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.

Finalmente, se muestra la Figura 1, donde se observa el nivel de ajuste del modelo. La dirección del cambio es determinada altísima eficiencia, no fallando en ninguno de los movimientos estimados. 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, y se recomienda continuar con el estudio más profundo que permita mejorar estos resultados.

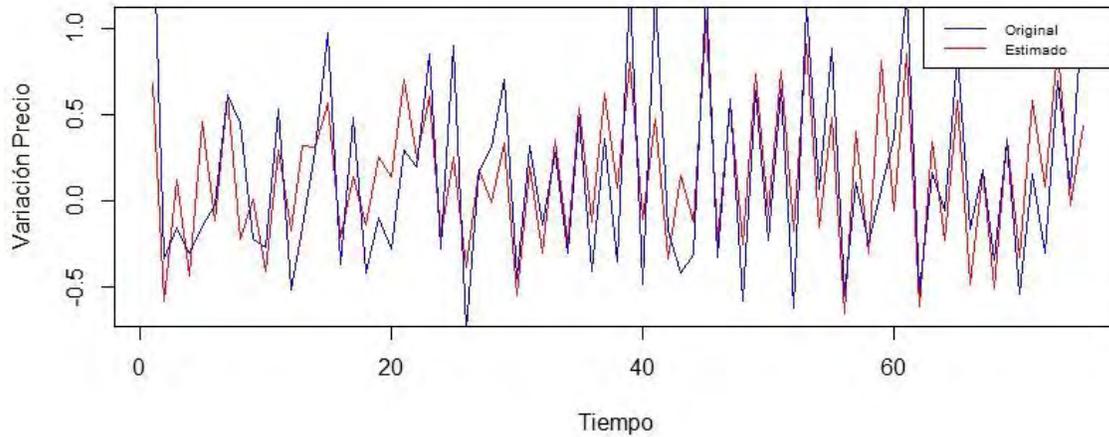


Figura 1: Serie estimada (en rojo) versus variaciones observadas (en negro) para el modelo de variaciones en el precio de la papa.

#### 9.4. REGRESIÓN FINAL SOBRE VARIACIONES EN EL PRECIO DEL TOMATE

Para el modelo asociado al precio del tomate se siguen los mismos pasos realizados anteriormente. La dinámica del tomate resulta más compleja que la dinámica de la papa, como se puede observar en la Tabla 11: Resultados de la búsqueda de parámetros, modelo papa.

Tabla 11: Resultados de la búsqueda de parámetros, modelo papa.

<b>P</b>	1	6	3
<b>q</b>	1	6	3
<b>P</b>	0	3	0
<b>Q</b>	0	3	0
<b>d</b>	0	2	0
<b>D</b>	0	2	0

El proceso indica que ahora son las tres últimas variaciones en precios las que impactan en la variación actual. El efecto de los shocks y la ausencia de factores de tendencia y estacionalidad entre temporadas se mantienen equivalentes en estos dos factores, reflejando que no existe comportamiento de especulación observable estadísticamente. La mayor complejidad de los

modelos puede deberse a la menor planificación que permite el tomate, pues no es posible guardar la producción en caso de baja demanda, lo que obliga a “liquidar” la sobreproducción a precios bajos, lo que no ocurre con la papa.

Con respecto a las correlaciones, existen algunas variables que poseían alta correlación en el modelo de la papa que no poseen el mismo comportamiento en el modelo del tomate, y viceversa. Lo anterior se da por las características del nuevo modelo, que presenta más temporadas por año. Aun así, es directo determinar las razones de la correlación, según se observa en la Tabla 12.

Tabla 12: Correlaciones mayores a 0,85 para los regresores asociados al tomate.

I_H10	GINI
I_H20	GINI
I_L10	GINI
I_L20	GINI
I_S20	GINI
I_T20	GINI
I_F20	GINI
GNI	PIB
VA_Agricola_PorTrabajador	PIB
mm_SJ	mm_NI
PIB_pEmpleado	mm_NI
DOB	Remun_Real
CMO_Real	Remun_Real
ppe_Aconcagua	ppe_Tingiririca
VP_CMO_Real	VP_Remun_Real
Superfosfato_triple	Urea

Para el modelo del tomate, la salida de la primera iteración del proceso hacia adelante se observa en la Tabla 13.

Tabla 13: Variables significativas en primera iteración proceso *forward* tomate.

	$\sigma^2$		
<b>INGRESO_Agricultura</b>	0,295	206,77	227,21
<b>DIPC_Mensual</b>	0,291	208,26	228,70
<b>P_Sulfato</b>	0,302	208,88	229,32
<b>Sulfato_potasio</b>	0,305	209,64	230,08
<b>Crecimiento</b>	0,298	210,73	231,17
<b>VP_Arroz_Consumo</b>	0,297	210,83	231,26
<b>PIB</b>	0,308	211,26	231,69
<b>VP_Superfosfato_triple</b>	0,299	211,35	231,79
<b>ppe_Tingiririca</b>	0,301	211,95	232,38
<b>Original</b>	0,307	212,13	230,15

Nuevamente se observa el mismo fenómeno anterior, con variables que dependen del costo, los sustitutos, la actividad económica, y las condiciones climáticas, como la escasez hídrica. Es interesante notar el mayor número de predictores que resultan predictivos en esta primera aproximación, lo que puede deberse a la mayor variabilidad exógena que presentan las variaciones del 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. Éste corresponde al observado en la Tabla 14.

Tabla 14: Coeficientes modelo final tomate.

<b>AR(1)</b>	-0,4067	0,0949
<b>AR(2)</b>	-0,3816	0,0963
<b>AR(3)</b>	0,5975	0,0901
<b>MA(1)</b>	-0,0864	0,0978
<b>MA(2)</b>	-0,0964	0,0725
<b>MA(3)</b>	-0,8171	0,0866
<b>Constante</b>	1,1263	0,218
<b>Crecimiento</b>	-0,2333	0,1043
<b>VP_Urea</b>	-0,9115	0,3479
<b>INGRESO_.Agricultura</b>	-0,1665	0,0324

Se observa que es ahora el dinamismo económico el con mayor relevancia. El crecimiento del país y el ingreso para el sector agrícola son los mayores predictores del fenómeno, mientras por el lado de los insumos es la variación en el precio de la Urea lo que impacta en el precio de mayor manera. El modelo indica que existe un nivel base para el precio mucho más alto que para la variación en el precio de la papa, el cual se ve disminuido acorde a las variaciones anteriores (dadas por el factor negativo en los coeficientes asociados a los factores AR), salvo por lo ocurrido hace tres temporadas. 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 es probablemente causado por la imposibilidad de decisiones estratégicas por parte de los agricultores.

Con respecto al ajuste observado para este modelo, la Tabla 15 muestra los coeficientes del ajuste. El modelo presenta un buen ajuste, sin embargo no posee el comportamiento del modelo de la papa, donde se observaban errores mucho menores.

Tabla 15: Ajuste modelo final tomate.

$\sigma^2$	0,270
AICc	201,75
BIC	226,87

Finalmente, la Figura 2 muestra el ajuste del modelo de forma gráfica. Nuevamente el modelo determina sin error la dirección del movimiento, aunque en esta etapa el error 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.

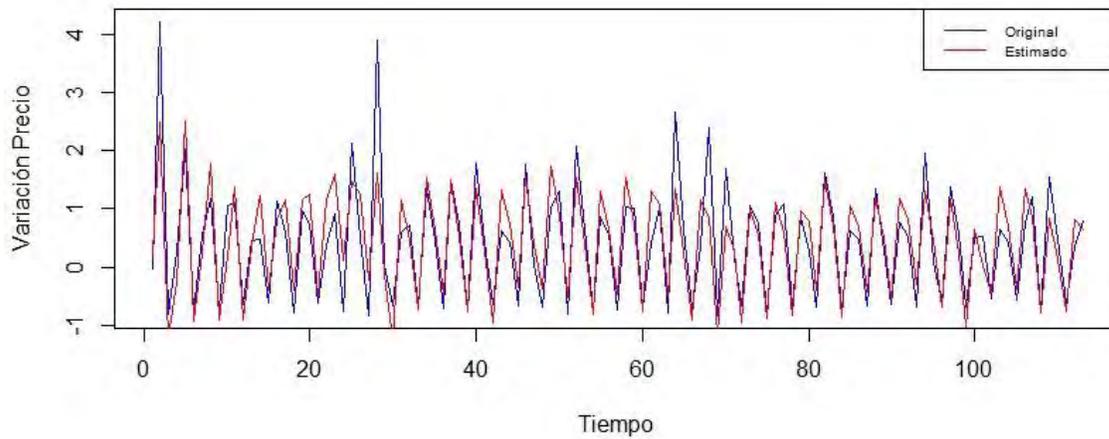


Figura 2: Serie estimada (en rojo) versus variaciones observadas (en negro) para el modelo de variaciones en el precio del tomate.

Si bien la construcción del modelo presenta desafíos o complejidades, su posterior aplicación puede ser factible de manera relativamente más simple. Una aplicación del modelo, a modo de ejemplo, se presenta en el Anexo B

## 10. INFORMACIÓN NECESARIA PARA ALIMENTAR LOS DIFERENTES MODELOS Y FUENTES DE DICHA INFORMACIÓN.

### 10.1. DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN DE FUENTES SECUNDARIAS

La experiencia desarrollada en el presente estudio permite tener una primera mirada acerca de tipo de información disponible para el desarrollo de modelos de análisis y prospección de mercado de las hortalizas en Chile. Haber estudiado y aplicado de manera preliminar el método sobre los productos papa y tomate, nos permite tentativamente clasificar el acceso a los datos por disponibilidad, volumen, precisión y fiabilidad. El primer elemento se refiere a si la información existe, el segundo a si la cantidad de datos permite la aplicación de los modelos, la precisión se refiere a la calidad explicativa del dato (desagregada, agregada o proxy), y finalmente la fiabilidad se refiere a la confianza que se tiene de la fuente o la forma de captura de los datos.

### 10.2. INFORMACIÓN DE PRECIOS DEL PRODUCTO ANALIZADO

El punto de partida del análisis se refiere a los datos que serán objeto del análisis, estos son: Los precios del mercado doméstico de la papa y el tomate.

En la cadena de valor de ambos productos se realizan transacciones en varios puntos de la cadena. Para poder aplicar los modelos entonces, se debió optar por compatibilizar los cuatro elementos de análisis para elegir la mejor serie para trabajar.

En términos de importancia para ODEPA, se planteó que el precio neto que recibe el agricultor por su producto es el principal objeto de análisis, esto se denomina también precio “en la puerta del predio”, y es el pago que reciben los agricultores por parte de los intermediarios que van al predio a comprar el producto, o sería un precio por el producto entregado en destino por el agricultor menos sus costos de transporte. Ese valor, como información sistemática, no existe. Se debió optar entonces por una variable proxy que reflejara el precio que recibe el agricultor, que es el precio de transacciones entre mayorista y minorista en los terminales de Santiago.

Dato de precio	Disponibilidad	Volumen	Precisión	Fiabilidad	Fuente
A la puerta del predio	Sólo en estudios específicos	Insuficiente	Alta	Difícilmente serán comparables	Diversas
De mayorista a minorista	Para los terminales de Santiago	Alto. Datos mensuales desde 1975	Proxy para el precio en la puerta del predio.	Alta.	ODEPA
A consumidor, de ferias libres y supermercados	Para la ciudad de Santiago.	Bajo. Datos semanales desde 2008.	Proxy para el precio en la puerta del predio. Alta en cuanto a sentido de la variación	Alta.	ODEPA

Se optó por trabajar con el dato de Precio Mayorista, dado el alto volumen y fiabilidad. Además como en definitiva el énfasis del trabajo estuvo en el sentido de variación anual sobre una tendencia constante, el dato reflejaría muy bien el nivel de transacciones en la puerta del predio, dado que si bien pueden ser distintas las variaciones de monto por mayor o menor ingreso del intermediario, más difícil es que sean de distinto sentido de variación.

Usando la mencionada serie para papa y tomate, se puede entonces analizar tendencias y relaciones de un precio con su correspondiente de los años anteriores. A su vez, separar el análisis del producto en distintos tipos (temprana y de guarda en papa; del norte, de invernadero y al aire libre en tomate) permite fortalecer el análisis de ciertos aspectos al multiplicar la cantidad de datos.

La serie de datos de precios mayoristas existe para varios productos hortícolas y agrícolas en general, por lo que se puede suponer que para extender la prueba de modelos a otros rubros se contará con esa información.

#### OTROS DATOS DEL RUBRO EN ANÁLISIS

En cuanto a otras variables de los rubros analizados, como superficie y producción, se presentan diferencias de disponibilidad para papa y tomate. La papa, por haber sido tratada históricamente como un rubro tradicional, cuenta con series de producción y rendimiento a nivel regional desde el año 1980 a la fecha (INE). Para el caso del tomate, así como para las hortalizas principales, se está realizando una encuesta anual, de la que se obtiene la superficie cultivada nacional y por región, desde el año 2009 (INE), a la larga se contará entonces con una buena serie de ese dato, sin embargo la información de producción no se está capturando. Hay datos de superficie estimada de hortalizas por región, entre 1995 y 2004 (ODEPA), sin embargo son datos de baja fiabilidad, dado que se obtuvieron sólo en base a la opinión de informantes calificados.

El INE captura desde el año 2006 las intenciones de siembra en los meses de junio, septiembre y octubre, referente a la temporada que se inicia. Sin embargo, para los efectos de los modelos utilizados carece de fiabilidad, toda vez que no se basa en capturar la intención de sembrar de los agricultores, sino que de la opinión de informantes sectoriales calificados de cuanto estiman ellos que se sembrará.

Dato de superficie y producción	Disponibilidad	Volumen	Precisión	Fiabilidad	Fuente
Superficie y producción de papa	Total anual para cada una de las regiones	Alto, desde 1980	Alta	Alta	INE
Superficie y producción de tomate	Superficie anual para cada una de las regiones	Bajo, se captura desde 2009	Alta	Alta	INE
Intenciones de siembra	Para cultivos tradicionales (no para tomate)	Bajo. Tres datos por año desde 2006.	Alta para observar superficie futura	Baja, se obtiene por método Delphi	INE

Lamentablemente, la disponibilidad de información para otras hortalizas es análoga a la disponibilidad en tomate. Por esto, no se contará con series de producción para utilizar en los modelos, y con series de superficie se contará dentro de un par de décadas.

### OTROS FACTORES ANALIZADOS

Se testearon varios factores para buscar su correlación con el precio de la papa y tomate, los que se obtuvieron del estudio de mercado y se analizó con la contraparte la pertinencia de su uso. Estos son: Población, consumo per capita, Ingreso familiar, Costo mano de obra, Costo de insumos Disponibilidad de riego (o humedad) y Precio de sustitutos. Las series que fueron analizadas son las que contaban con un volumen de datos suficiente para poder ejecutar los modelos, estas fueron las del siguiente cuadro.

Factor	Descripción Indicadores	Disponibilidad de Datos	Fuente
Población	Población, total	Disponible desde 1960 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
Consumo per Capita	GDP (current US\$), GDP growth (annual %), Ingreso per capita, PPP (current international \$)	Disponible desde 1960 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
	Unemployment, total (% of total labor force)	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
	Variación porcentual mensual IPC	Disponible desde Diciembre 1978 [Mensual]	INE
	Índice general de remuneraciones real, Índice de costo de la mano de obra por hora real	Disponible desde Abril 93 [Mensual]	BCENTRAL
Costo Mano de Obra	Empleo en agricultura (% del empleo total), superficie cultivo de cereales (hectáreas)	Disponible desde 1960 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
	Valor agregado por trabajador en agricultura (constant 2000 US\$)	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
Ingreso Familiar	Producto Interno Bruto por persona empleada (constant 1990 PPP \$)	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	Banco Mundial
Ingreso Familiar	Índice GINI, participación en el ingreso de distintos quintiles y deciles.	Disponible desde 1987 a 2011 [Bianual]	Banco Mundial
Humedad del suelo a la siembra de papa	Milímetros Lluvia Estación Nueva Imperial/ Región de la Araucanía, Milímetros Lluvia Estación San José de la Mariquina/Región de Los Lagos y Los Ríos	Disponible desde 1974 a 2011 [Anual]	Meteochile
Superficie de papa	Superficie Sembrada Región de la Araucanía	Disponible desde 1980 a 2011 [Anual]	ODEPA
Disponibilidad de Riego	Probabilidades excedencia (%) Elqui, Aconcagua, Cachapoal y Tinguiririca	Disponible desde 1974 a 2011 [Anual]	DGA
Precio Sustitutos	Variación Porcentual Precios mayoristas de Arroz paddy, Harina de trigo y Maíz.	Disponible desde 1975 a 2010 [Mensual]	ODEPA
Costo Insumos	Precio Sulfato de Potasio, Variación precio Sulfato de Potasio, Precio Urea	Disponible de 1975 a 2012 [Mensual]	ODEPA

Los factores analizados provenían del estudio de mercado realizado en la presente consultoría para papa y tomate, sin embargo, por carencia de datos desagregados en un volumen suficiente, obligó al uso de datos agregados y variables proxy. Particularmente en el factor costo de la mano de obra; que se considera un factor de producción muy importante, particularmente en el caso del tomate; se trabajó con datos muy agregados.

---

## FACTORES EN LOS QUE NO SE CONTÓ CON DATOS

En el estudio de mercado de papa y tomate se identificaron factores relevantes que hubo que descartar en la prueba de modelos, dada la carencia de información que permitiera hacer un acercamiento cuantitativo.

La superficie cultivada de tomate es el más importante, más que para correlacionar con el precio de la hortaliza, para usarla de variable complementaria para correlacionar con superficie de otros cultivos (como maíz y tomate industrial), y para la disponibilidad de agua estimada para la temporada siguiente (no se puede discriminar si el efecto es por menor siembra o menor rendimiento producto de la sequía).

Dada la importancia de la mano de obra temporal como factor de producción de hortalizas, habría sido muy provechoso contar con datos de cantidad y costo para varias temporadas, en el sector agrícola por región. Es un dato que es y será de gran importancia en la toma de decisiones de los agricultores, y en la actualidad, sólo se pueden usar datos agregados a nivel nacional, y referentes a mano de obra de tipo permanente.

Otro factor importante, para el caso de la papa, es la disponibilidad y/o precio de la semilla, que dada la informalidad de ese mercado, no es posible obtener información cuantitativa sistemática.

## 11. RECOMENDACIONES PARA LOS SIGUIENTES ESTUDIOS (ETAPA 2)

En función de la experiencia adquirida en el desarrollo de los modelos anteriores, y según lo comprometido en las bases, se proponen a continuación las bases técnicas o Términos de Referencia para lo que podría ser la etapa 2 en la que se construyan los modelos definitivos para la papa y el tomate.

### 11.1. TÉRMINOS DE REFERENCIA “ESTUDIO PARA EL DESARROLLO DE MODELOS PROSPECCIÓN Y GENERACIÓN DE ESCENARIOS DE PRECIOS PARA LA PAPA Y EL TOMATE”

#### 1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Chile está buscando reforzar su potencial de producción agroalimentaria y mejorar la competitividad de sus agricultores, mediante medidas que apuntan a aumentar la participación de la pequeña y mediana agricultura en el mercado. El sector agropecuario chileno ha crecido en forma sostenida en las últimas décadas impulsado, fundamentalmente, por el desarrollo de las exportaciones y por aquel segmento de productores que cuentan con el conocimiento y el acceso a capital suficientes para cumplir con las condiciones que imponen los mercados internacionales. Para lograr un crecimiento armónico e inclusivo del sector, una de las prioridades del Gobierno es apoyar el desarrollo de aquellos productores de menores recursos y que en su mayoría se insertan comercialmente en el mercado interno de alimentos.

Se ha identificado que uno de los subsectores que requiere mejorar su acceso a la información es el de las hortalizas provenientes de la pequeña y mediana empresa agrícola. Si bien se ha realizado un importante trabajo con este sector productivo a través de asistencia técnica y apoyo crediticio, aún existen problemas de comercialización que dificultan la colocación de sus productos en forma rentable en el mercado nacional.

En la actualidad, la viabilidad económica depende no sólo del conocimiento técnico del agricultor, sino también de su habilidad comercial, por lo cual es necesario facilitar su acceso a información relevante. Hoy, los canales de comercialización son más complejos y los menos favorecidos son los productores de menores recursos.

El desarrollo del sector hortícola requiere de información pertinente y actualizada sobre la demanda, oferta y precios de productos hortícolas. Actualmente, existe un déficit importante en el acceso a información sobre el comportamiento de los precios de productos hortícolas en el mercado interno, lo cual dificulta el apoyo a un sector productivo que, por sus características sociales y económicas, requiere de un fuerte apoyo del Estado para poder participar en igualdad de condiciones en el mercado agroalimentario.

Por ello, la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) contrató el “Estudio exploratorio para el desarrollo de modelos de prospección/simulación para el sector hortícola”, que fue desarrollado durante el año 2012 por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile.

El estudio exploratorio antes mencionado, es la base sobre la cual, en esta segunda etapa, se deberán desarrollar dichos modelos. La principal conclusión del estudio ya concluido, es que es posible desarrollar modelos de prospección y generación de escenarios de precios.

Tanto para el estudio exploratorio como para los modelos a desarrollar en esta segunda etapa, se establecieron los siguientes criterios:

- El ámbito de estudio son los pequeños y medianos agricultores
- Foco en productos hortícolas y papas (en este estudio se tratará específicamente de papas y tomates);
- El objetivo de los modelos a desarrollar en la segunda etapa es el de prospectar mercados y simular posibles escenarios del comportamiento futuro de los precios.

Resultados del estudio exploratorio.

Se utilizaron los siguientes métodos de análisis:

a) Métodos cualitativos

Se basan en juicios de expertos y no necesariamente en análisis estadísticos de datos pasados, aunque esos datos forman parte del contexto que avala los juicios de los expertos. Consideran las visiones de los involucrados, así como información de: datos pasados, desarrollo de la industria, noticias relevantes de clientes y distribuidores de productos agrícolas. En este tipo de métodos, y en su aplicación a futuro en esta etapa 2 del estudio, pueden participar los ejecutivos públicos del sector (ODEPA, SAG, Ministerio de agricultura), los clientes y/o intermediarios, y expertos del sector.

Las principales ventajas y desventajas del método son las siguientes:

- i) Ventajas: es un método rápido y eficiente, tiende a considerar la situación actual (oportuno) e incluye el conocimiento y experiencia colectivos.
- ii) Desventajas: la subjetividad involucrada, ya que la información en que se apoyan los individuos puede variar, puede cambiar la composición del grupo, etc.

Este método permitió definir posibles relaciones causales, absolutamente necesarias para la generación de los modelos conceptuales cuantitativos y muy útiles para contrastar los resultados de métodos cuantitativos como el de series de tiempo o el de factores.

En el estudio exploratorio, este método, en particular el conocimiento de los expertos de ODEPA interactuando con el equipo consultor, fue el que permitió definir las variables a analizar en los modelos cuantitativos. En más detalle:

b) Métodos cuantitativos

b.1) Enfoque de series de tiempo

Extrapolaciones de los datos históricos hacia delante. Tiende a ser más efectivo para pronósticos de corto plazo (que es el caso).

Se requieren los datos con un nivel de desagregación que permita contar con un número razonable de periodos, que el pasado sea comprable con el futuro respecto de las variables que determinan la serie de tiempo y que sea posible encontrar patrones o tendencias en los datos pasados.

#### b.2) Enfoque de factores

Incorpora el uso de variables que afectan la variable en observación a través de un modelo (por ejemplo; regresión de mínimos cuadrados).

El estudio exploratorio ya finalizado, determinó modelos de buena capacidad predictiva, combinando los dos enfoques anteriores: enfoque tipo serie de tiempo en la medida de que los precios rezagados tanto de la papa como del tomate resultaron tener capacidad explicativa, y con enfoque de factores ya que adicionalmente en ambos productos otras variables resultaron relevantes (en particular la superficie cultivada y el precio del fertilizante sulfato en el caso de la papa y el crecimiento del PIB, el precio del fertilizante urea y el ingreso de los trabajadores agrícolas en el caso del tomate).

#### b.3) Modelo de la telaraña

Este modelo debe su nombre a que bajo los supuestos de dicho modelo, la trayectoria seguida por el precio y la cantidad adopta la forma de una telaraña. Es un modelo dinámico simple basado en algunas hipótesis tales como: que el mercado es de competencia perfecta, que las cantidades demandadas dependen solo del precio, que las cantidades ofrecidas son función del precio del periodo anterior, que la economía cerrada y que existe poca capacidad de almacenamiento.

Los resultados obtenidos en la etapa 1 fueron consistentes con el modelo de la telaraña, indicando que la demanda depende de forma negativa del nivel del precio, y que la oferta depende positivamente del mismo. Sin embargo estos modelos son estructuralmente simples y tienen supuestos que no necesariamente se verifican por lo que su nivel de ajustes no supera los de los modelos de series de tiempo y de factores. La conclusión del estudio exploratorio es que el modelo de la telaraña más bien sirve para tener un marco general explicativo de la evolución de la demanda y la oferta, así como modificaciones o potenciales cambios en la dinámica de los precios, pero para las predicciones más detalladas de esos cambios se requiere trabajar con los dos modelos antes descritos.

## 2. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de la consultoría es el siguiente:

- Determinar, en esta segunda fase, los modelos finales para el análisis y proyección de precios en el mercado de la papa y del tomate.

## 3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Identificar, a partir de los datos de las fuentes de información relevantes (ya identificadas en la etapa 1) para éstos productos, las variables explicativas relevantes disponibles que pudieran no haberse considerado en la etapa anterior, así como otras posibles

- categorizaciones de las variables. En la etapa 1 se probaron más de 75 variables entre los dos productos (ver informe de estudio de la etapa 1). En la etapa 2 se debe explorar un número significativamente mayor, en la medida de que existan datos disponibles.
- b. Tanto para las variables ya identificadas en la etapa 1 (estudio ya finalizado), como para las nuevas variables que se identifiquen, analizar la factibilidad y pertinencia de limpiar y/o ajustar datos en las variables determinadas, y en caso de que se determine factible y pertinente, hacer dichas modificaciones.
  - c. Profundizar en el estudio bibliográfico y probar (de ser factible según la disponibilidad de datos) con algunos de los otros modelos ya identificados que fueron descartados en la etapa 1.
  - d. Para aquellas variables dicotómicas identificadas en la etapa 1 (como las relacionadas con lluvias y probabilidad de disponibilidad de agua), y otras dicotómicas que se puedan identificar en la etapa 2, probar con distintos cortes (límites entre el 0 y el 1) para analizar si mejoran los modelos.
  - e. Diseñar, probar y determinar los modelos definitivos y para el análisis y prospección de precios en el mercado de la papa y del tomate.
  - f. Explicitar los requerimientos necesarios para su implementación en régimen: validez en el tiempo de los modelos y por ende frecuencia de recalibración, técnicas de recalibración, requerimientos de recursos humanos, softwares, capacitación y estimaciones de costos de estos requerimientos.
  - g. Definir un plan de trabajo inicial para implementar los modelos (actividades, tiempos y recursos).

#### 4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

La oferta técnica deberá detallar la metodología a utilizar para el estudio, teniendo en cuenta como actividades, al menos las siguientes:

1. Análisis detallado del “Estudio exploratorio para el desarrollo de modelos de prospección/simulación para el sector hortícola”, desarrollado para ODEPA por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile (diciembre de 2012)
2. Reunión con la contraparte técnica de ODEPA para acordar los ajustes, si fuesen requeridos, al plan de trabajo propuesto por el consultor.
3. Profundización del análisis bibliográfico desarrollado en la etapa 1, en temas relacionados con herramientas, modelos, metodologías prospectivas para el mercado agrícola que pudieran ser de utilidad para la segunda etapa del proyecto.
4. Análisis de la disponibilidad de datos relevantes (adicionales a los datos ya identificados en la etapa 1) para ocupar tales herramientas, modelos y metodologías.
5. Para las variables ya identificadas en la etapa 1, y para las nuevas variables que se identifiquen, analizar la factibilidad y pertinencia de limpiar y/o ajustar datos, y en caso de que se determine factible y pertinente, hacer dichas modificaciones.
6. Analizar distintas alternativas de cortes para las variables dicotómicas identificadas
7. En función de los resultados de las actividades anteriores, proponer los modelos definitivos para la papa y el tomate.
8. Capacitar a o los responsables de la implementación de los modelos.

9. Definir y costear los requerimientos necesarios para la implementación de los modelos: recalibraciones, requerimientos de recursos humanos, softwares, capacitaciones futuras, y otros a determinar por el consultor.
10. Definir el plan de trabajo para la implementación de los modelos

Los consultores y la contraparte técnica de ODEPA se reunirán periódicamente para revisar los avances y la orientación de las actividades del estudio.

## 5. PRODUCTOS ESPERADOS

- a. Informe con la actualización del análisis ya realizado en la etapa 1, del estado del arte en modelos y metodologías prospectivas para los mercados hortícolas.
- b. Modelos definitivos para la prospección y generación de escenarios de precios para la papa y el tomate papa y el tomate.
- c. Definición de requerimientos para la implementación futura de los modelos y plan de trabajo para el logro de una adecuada implementación.

Una de las conclusiones del presente estudio, es que si se desea extender este tipo de análisis a otros productos hortícolas, es necesario partir por replicar lo que se hizo en este estudio del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, a otros tipos de productos hortícolas.

Para ello, a continuación se proponen los siguientes Términos de Referencia genéricos, que habría que particularizar a los productos específicos que se desee analizar. Esta propuesta, se basa en los TDRs con los que se licitó el presente estudio, pero mejorados con la experiencia de la ejecución del mismo.

## **11.2. TÉRMINOS DE REFERENCIA BASES TÉCNICAS: “ESTUDIO EXPLORATORIO PARA EL DESARROLLO DE MODELOS DE PROSPECCIÓN/SIMULACIÓN PARA EL SECTOR HORTÍCOLA”**

### **1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN**

Chile está buscando reforzar su potencial de producción agroalimentaria y mejorar la competitividad de sus agricultores, mediante medidas que apuntan a aumentar la participación de la pequeña y mediana agricultura en el mercado. El sector agropecuario chileno ha crecido en forma sostenida en las últimas décadas impulsado, fundamentalmente, por el desarrollo de las exportaciones y por aquel segmento de productores que cuentan con el conocimiento y el acceso a capital suficientes para cumplir con las condiciones que imponen los mercados internacionales. Para lograr un crecimiento armónico e inclusivo del sector, una de las prioridades del Gobierno es apoyar el desarrollo de aquellos productores de menores recursos y que en su mayoría se insertan comercialmente en el mercado interno de alimentos.

Se ha identificado que uno de los subsectores que requiere mejorar su acceso a la información es el de las hortalizas provenientes de la pequeña y mediana empresa agrícola. Si bien se ha realizado un importante trabajo con este sector productivo a través de asistencia técnica y apoyo crediticio, aún existen problemas de comercialización que dificultan la colocación de sus productos en forma rentable en el mercado nacional.

Cuantitativamente, el sector hortícola ocupa 80.277 hectáreas a nivel nacional, de las cuales el 90% se encuentra entre la Regiones de Coquimbo y del Biobío. Una característica de este sector productivo, y que comparte con otros subsectores de la agricultura, es la alta variabilidad en los precios y volúmenes de los productos tanto a nivel mayorista como a consumidor. De acuerdo a la opinión de agentes de este mercado, este comportamiento se explicaría, en parte, por la escasa o poco oportuna información de mercado que manejan los productores hortícolas lo que resulta en excesos o déficits de oferta.

En la actualidad, la viabilidad económica depende no sólo del conocimiento técnico del agricultor, sino también de su habilidad comercial, por lo cual es necesario facilitar su acceso a información relevante. Hoy, los canales de comercialización son más complejos y los menos favorecidos son los productores de menores recursos.

El desarrollo del sector hortícola requiere de información pertinente y actualizada sobre la demanda, oferta y precios de productos hortícolas. Actualmente, existe un déficit importante en el acceso a información sobre el comportamiento de los precios de productos hortícolas en el mercado interno, lo cual dificulta el apoyo a un sector productivo que, por sus características sociales y económicas, requiere de un fuerte apoyo del Estado para poder participar en igualdad de condiciones en el mercado agroalimentario.

Por ello y en el marco de un mejoramiento continuo del proceso de generación y entrega de información, la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) requiere ampliar sus capacidades de monitoreo y prospección de aquellos mercados relevantes para el sector silvoagropecuario.

Con el ánimo de mejorar la generación y análisis de información de mercado que oriente la toma de decisiones tanto en el área pública como privada, ODEPA espera desarrollar modelos de prospección y simulación de escenarios para productos hortícolas, que permitan el análisis de variables o factores relevantes en la formación de los precios de los productos, entre otros indicadores de importancia. Estos modelos permitirán a ODEPA entregar información sobre el desempeño de diversos indicadores económicos bajo diferentes escenarios, apoyando la toma de decisión de productores y de responsables de las políticas públicas sectoriales.

Para este efecto, ODEPA requiere realizar un estudio exploratorio que permita evaluar las posibilidades actuales de desarrollar este tipo de modelos para el sector hortícola orientado al mercado interno. Este estudio exploratorio sería la base sobre la cual, en una segunda etapa, se desarrollarán dichos modelos.

Tanto para el estudio exploratorio como para los eventuales modelos se han establecido los siguientes criterios:

- El ámbito de estudio son los pequeños y medianos agricultores
- Foco en productos hortícolas;
- El objetivo de los modelos a desarrollar en la segunda etapa es el de prospectar mercados y simular posibles escenarios para obtener información del comportamiento futuro de ciertos indicadores económicos relevantes para el sector agropecuario (ej. comportamiento futuro de los precios hortícolas o la estimación del volumen de productos hortícolas y papas).

## 2. OBJETIVO GENERAL

- Determinar, en una primera fase, modelos y herramientas apropiados para el análisis y prospección de mercados hortícolas, bajo diferentes escenarios, y con particular énfasis en el desempeño y formación de precios hortícolas.

## 3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Analizar el mercado de DEFINIR PRODUCTOS (oferta nacional y demanda nacional e internacional).
- b. Determinar las fuentes de información relevantes para éstos y otros productos hortícolas (En esta parte debe considerarse al menos las fuentes ya identificadas en el “Estudio exploratorio para el desarrollo de modelos de prospección/simulación para el sector hortícola”)
- c. Identificar modelos y herramientas factibles de aplicar para el análisis y prospección de mercados hortícolas con particular énfasis en los precios de productos.
- d. Proponer cursos de acción para implementar estos modelos y herramientas.

## 4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

La oferta técnica deberá detallar la metodología a utilizar para el estudio, teniendo en cuenta como actividades, al menos las siguientes:

1. Reunión con la contraparte técnica de ODEPA para acordar los ajustes, si fuesen requeridos, al plan de trabajo propuesto por el consultor.

2. Los consultores y la contraparte técnica de ODEPA se reunirán periódicamente para revisar los avances y la orientación de las actividades del estudio.
3. Estudios de mercado de definir productos
  - 3.1. Recopilación de Información de Fuentes Secundarias
  - 3.2. Entrevistas con Ejecutivos de ODEPAPara cada uno de los productos definidos:
  - 3.3. Factores que determinarían el precio del producto X en Chile
  - 3.4. Factores que determinarían la demanda del producto X en Chile
  - 3.5. Factores que determinarían la oferta del producto X en Chile
  - 3.6. Conclusiones mercado del producto X
4. Estudio del estado del arte en herramientas, modelos, metodologías prospectivas.
  - 4.1. Revisión de la Bibliografía relacionada
  - 4.2. Selección de Herramientas y Modelos a utilizar
    - 4.2.1 Análisis de modelo de la telaraña
    - 4.2.2 Estadística descriptiva de los datos a utilizar
    - 4.2.3 Análisis de factores relevantes para los precios de los productos definidos
    - 4.2.4 Análisis de factores relevantes para la demanda de los productos definidos
    - 4.2.5 Análisis de factores relevantes para la oferta de los productos definidos
    - 4.2.6 Análisis de modelos de series de tiempo (Box-Jenkins u otro a determinar)
  - 4.3. Propuesta de herramientas factibles.
5. Profundización de estudio de alternativa seleccionada
6. Análisis de la información necesaria para alimentar los diferentes modelos y las fuentes de dicha información.
7. Elaboración de Bases Técnicas para la siguiente Etapa del Estudio
8. Validación Final de Resultados con la Contraparte

## 5. PRODUCTOS ESPERADOS

- a) Informe con el estudio de mercado del PRODUCTOS A DEFINIR
- b) Informe con un análisis nacional e internacional del estado del arte en modelos y metodologías prospectivas para los mercados hortícolas. Este informe debe contener además:
  - i. Una revisión crítica de la información necesaria para alimentar los diferentes modelos y las fuentes donde dicha información puede ser obtenida en el caso de que ODEPA no disponga de ella.
  - ii. Una sección conclusiva sobre la metodología más apropiada para los requerimientos de ODEPA.
- c) Entregar una propuesta de bases técnicas para licitar el estudio de la etapa 2 “Desarrollo de modelos de prospección/simulación para productos hortícolas”.

### 11.3. MATRIZ DE RIESGO

A continuación se presenta la matriz de riesgo. Esta considera ítems que suelen ser relevantes de considerar, con valores subjetivos que hemos puesto de forma tentativa. Se busca presentar un método simple para identificar posibles dificultades, con la idea de que la contraparte en ODEPA la trabaje en más detalle, para identificar los énfasis a poner en lo sucesivo<sup>5</sup>.

Categoría del Riesgo	Descripción del Riesgo	Probabilidad (P) de Ocurrencia (0 a 100%)	Impacto (I) (1 = Mínimo, 5 = catastrófico)	Producto (P*I)	Acciones recomendadas (Cuando "Producto" > 250)
<b>Político</b>	Cambios en la decisión de registrar los datos por otras instituciones.	50%	5	250	Crear convenios con las instituciones proveedoras de información
	No poder obtener que otros inicien recopilaciones de información adicional (que se considere necesaria)	80%	3	240	
<b>Administrativo</b>	No se ven mayores riesgos				
<b>Técnico</b>	Perdida de Capacidad técnica en ODEPA por rotación	50%	5	250	No concentrar en unas pocas personas
	No contar con recursos suficientes para licitar la etapa 2.	30%	4	120	
<b>Institucional</b>	Cambio en las políticas de entrega de información a agricultores	10%	5	50	

<sup>5</sup>Una posibilidad es trabajarla en conjunto una vez realizado el seminario de difusión (Club de la Innovación)

## 12. CONCLUSIONES

La principal conclusión de esta primera etapa, es que es posible construir modelos que permitan hacer prospección y generación de escenarios de precios para la papa y el tomate.

Derivado de lo anterior, se concluye que es conveniente profundizar el estudio para estos dos productos, pasando a una segunda etapa (para la cual se adelantan posibles términos de referencia en el punto anterior).

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.

En términos generales, se concluye también que los modelos de series de tiempo (lo que ya se veía de la experiencia internacional) combinados con regresores o factores, son una alternativa a explorar para otros productos, aun cuando los buenos resultados obtenidos para la papa y el tomate no necesariamente se deberían replicar en otros productos.

En términos de disponibilidad de datos, una conclusión inmediata de este estudio, es que si se desea avanzar a la etapa 2 para la papa y el tomate, como mínimo se debería asegurar que los datos que resultaron útiles en esta etapa, se sigan registrando por parte de los organismos responsables, para lo que se recomienda que ODEPA genere acuerdos o manifieste su interés frente aquellas fuentes de información que se han determinado como relevantes.

## 13. ANEXOS

### 13.1. ANEXO A. FORWARDS PARA PAPA Y TOMATE

Tabla 16: Resultados primera iteración proceso forward papa.

	$\sigma^2$		
Inicial	0,143	80,66	91,38
VP_Poblacion	0,142	82,07	94,74
PIB	0,141	82,28	94,95
Crecimiento	0,141	81,96	94,63
Empleo_Agricola	0,142	82,52	95,19
VP_PIB_pEmpleado	0,140	81,65	94,32
Desempleo	0,143	83,03	95,70
GINI	0,128	77,59	90,26
Cereal_Plantado	0,127	77,35	90,02
VP_Cereal_Plantado	0,143	83,00	95,67
DIPC_Mensual	0,127	77,34	90,01
Remun_Real	0,127	77,15	89,82
VP_Remun_Real	0,129	78,47	91,14
VP_CMO_Real	0,140	81,64	94,31
mm_NI	0,133	80,94	93,61
a_NI	0,123	74,73	87,40
a_SJ	0,142	82,68	95,35
ppe_Elqui	0,142	82,23	94,90
PS_Potasio	0,142	82,40	95,07
VP_Spotasio	0,143	83,02	95,69
VP_Striple	0,142	82,51	95,18
Urea	0,126	76,87	89,54
VP_Urea	0,143	82,90	95,57
P_Arroz	0,118	71,81	84,48
VP_Arroz	0,142	82,69	95,36
VP_DOB	0,143	82,79	95,46
VP_I_Agricultura	0,143	82,82	95,49
mm_NI_Dummy	0,143	83,02	95,69
mm_SJ_Dummy	0,142	82,83	95,50

Tabla 17: Resultados primera iteración proceso forward tomate.

	$\sigma^2$		
INGRESO_.Agricultura	0,294886108	206,7745951	227,2090822
DIPC_Mensual	0,290508983	208,2642507	228,6987379
P_Sulfato	0,301511326	208,8840521	229,3185392
Sulfato_potasio	0,304782043	209,6441145	230,0786017
Crecimiento	0,297643057	210,7331179	231,1676051
VP_Arroz_Consumo	0,297401527	210,8255225	231,2600097
PIB	0,30792285	211,2595294	231,6940165
VP_Superfosfato_triple	0,299373232	211,351066	231,7855532
ppe_Tingiririca	0,300554313	211,9451601	232,3796473
Original	0,30718826	212,1276138	230,1526619
VP_INGRESO_.Agricultura	0,30915578	212,2942187	232,7287059
VP_Poblacion	0,307493124	212,3346922	232,7691794
GNI	0,311992342	212,4980007	232,9324879
Remun_Real	0,312684271	212,6657403	233,1002275
CMO_Real	0,312947376	212,7517567	233,1862439
VA_Agricola_PorTrabajador	0,313759362	213,0224216	233,4569087
Arroz_Consumo	0,303942022	213,2831117	233,7175989
VP_CMO_Real	0,303487141	213,2946356	233,7291228
VP_Remun_Real	0,303557306	213,3149234	233,7494105
ppe_Cachapual	0,304321318	213,4071503	233,8416374
ppe_Aconcagua	0,305240711	213,737749	234,1722362
I_L10	0,305694416	213,9109372	234,3454244
I_L20	0,305716399	213,9197185	234,3542056
I_H10	0,305738203	213,9295485	234,3640356
I_S20	0,305767167	213,9323982	234,3668853
I_T20	0,305756869	213,9392675	234,3737547
GINI	0,305768439	213,9403121	234,3747992
I_H20	0,305770939	213,9404618	234,374949
I_F20	0,30580776	213,9560362	234,3905233
VP_Urea	0,322172475	213,9641022	234,3985894
DOB	0,317045542	214,009779	234,4442662
VP_Sulfato_potasio	0,306722305	214,1925887	234,6270759
VP_PIB_pEmpleado	0,30633277	214,2297738	234,6642609
VP_Cereal_Plantado	0,307049183	214,3744935	234,8089807
Desempleo	0,307136729	214,42196	234,8564471
Empleo_Agricola	0,307125077	214,4245561	234,8590433
VP_DOB	0,307142348	214,4350533	234,8695404
VP_VA_Agricola	0,307206558	214,4368435	234,8713307
Urea	0,307160127	214,440058	234,8745452
Superfosfato_triple	0,307160036	214,4417438	234,876231
VP_Sulfato	0,307175801	214,4452621	234,8797493
Cereal_Plantado	0,319366059	214,8549635	235,2894507
PIB_pEmpleado	0,323022646	216,026203	236,4606901

<b>Poblacion</b>	0,324922908	216,9226794	237,3571665
------------------	-------------	-------------	-------------

### 13.2. ANEXO B: RESULTADOS ESTIMACIÓN PAPA Y TOMATE FRESCO. APLICACIÓN DE MODELO ESTIMADO

Los resultados presentados previamente son aplicables a distintos horizontes de tiempo, a continuación presentamos un caso de ejemplo del uso de los modelos para predecir el precio del tomate fresco y de la papa fresca, y analizaremos los errores de estimación.

Las estimaciones presentadas en el capítulo de estimación se encuentran en el estado del arte de las series de tiempo y utilizan combinaciones de filtro Kalman, que condiciona las distribuciones estocásticas de las innovaciones, re estimando la distribución de la media debido a que las observaciones no permiten conocer la media de la variación porcentual, debido a que estas no se observan directamente al momento de construir la proyección complejizando altamente la dispersión e distribución de las innovaciones.

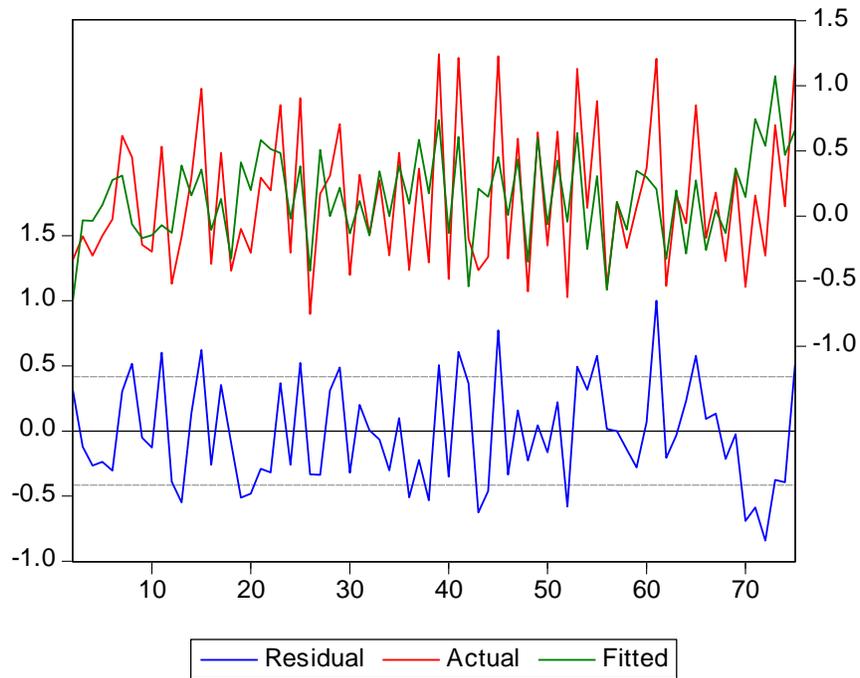
Esta mejora hace que los modelos estimados sean más robustos, pero su aplicación es altamente compleja e incluso el modelo es robusto para modelos con datos no disponibles o series de información que no depende de la muestra disponible de los datos. Por esto para realizar estimaciones directas se recomienda utilizar software estadístico ad-hoc para esta solución, pero para la realización de ejercicios simples se recomienda utilizar los modelos de mínimos cuadrados clásicos que son más simples e ilustrativos, a pesar de presentar menores ajustes, siguen cumpliendo con la aproximación de la dirección del movimiento.

Para el caso de la papa fresca el modelo de mínimos cuadrados es:

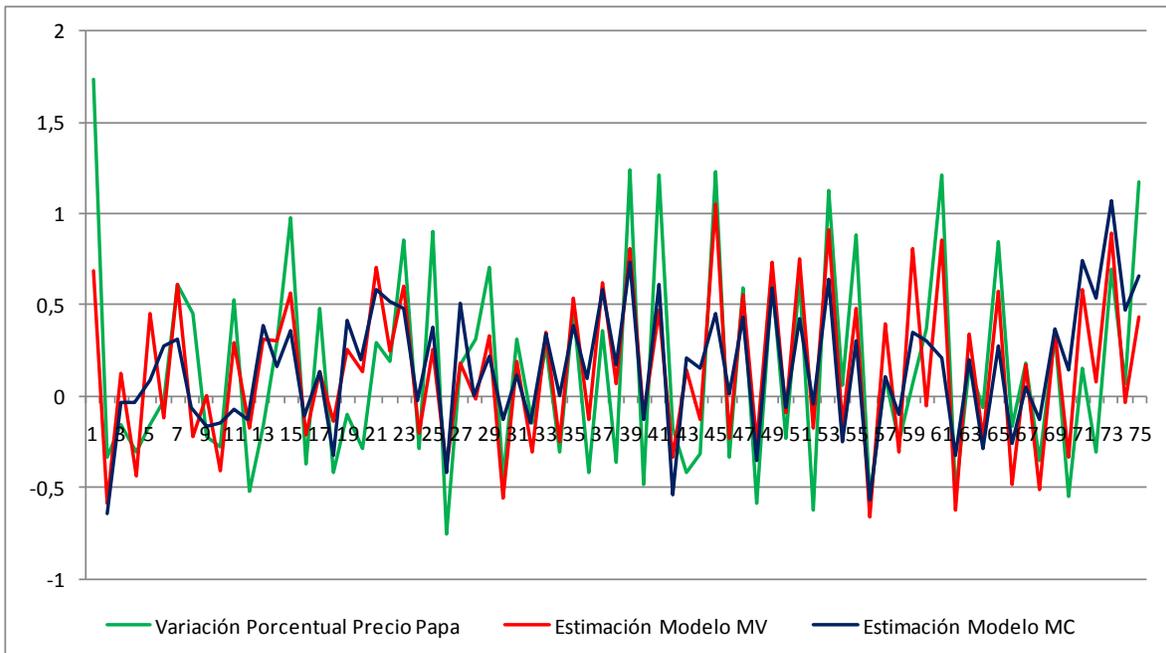
Dependent Variable: R  
 Method: Least Squares  
 Date: 12/10/12 Time: 17:45  
 Sample (adjusted): 2 75  
 Included observations: 74 after adjustments  
 Convergence achieved after 14 iterations  
 MA Backcast: -1 1

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PS	0.102653	0.060593	1.694149	0.0948
A_NI	0.153615	0.036661	4.190119	0.0001
AR(1)	-0.367232	0.194914	-1.884072	0.0638
MA(1)	-0.240679	0.175353	-1.372540	0.1744
MA(2)	-0.255799	0.167379	-1.528264	0.1311
MA(3)	-0.497761	0.116578	-4.269761	0.0001
R-squared	0.438662	Mean dependent var		0.126374
Adjusted R-squared	0.397388	S.D. dependent var		0.535238
S.E. of regression	0.415495	Akaike info criterion		1.158914
Sum squared resid	11.73927	Schwarz criterion		1.345730
Log likelihood	-36.87980	Hannan-Quinn criter.		1.233437
Durbin-Watson stat	1.978662			
Inverted AR Roots	-.37			
Inverted MA Roots	1.00	-.38-.60i	-.38+.60i	

Para este modelo la estimación generada es la siguiente:



Los resultados obtenidos de la aplicación en valores comparativa con el modelo de máxima verosimilitud (MV) y mínimos cuadrados es el siguiente:



Fecha	Variación Porcentual Precio Papa	Estimación Modelo MV	Estimación Modelo MC	Error MV	Error MC
nov-75	1.73421053	0.684193568			
may-76	-0.335337898	-0.583314272	-0.646035533	0.247976374	0.310697635
nov-76	-0.155010501	0.122324121	-0.033673817	-0.277334622	-0.121336684
may-77	-0.303490883	-0.43601976	-0.038318383	0.132528877	-0.2651725
nov-77	-0.151536291	0.456671404	0.084352631	-0.608207695	-0.235888922
may-78	-0.026205831	-0.113975577	0.276913401	0.087769746	-0.303119232
nov-78	0.615262077	0.613044007	0.311594629	0.00221807	0.303667448
may-79	0.450903162	-0.219595092	-0.064674431	0.670498254	0.515577593
nov-79	-0.22142835	0.008109277	-0.17059087	-0.229537627	-0.05083748
may-80	-0.272751017	-0.408970912	-0.146699518	0.136219895	-0.126051499
nov-80	0.532354897	0.29492045	-0.069520696	0.237434447	0.601875593
may-81	-0.51999614	-0.173691628	-0.129618093	-0.346304512	-0.390378047
nov-81	-0.159743189	0.315777091	0.388111102	-0.47552028	-0.547854291
may-82	0.293336175	0.307622484	0.157930064	-0.014286309	0.135406111
nov-82	0.979123491	0.567562487	0.357515665	0.411561004	0.621607826
may-83	-0.367106208	-0.213837268	-0.106880529	-0.15326894	-0.260225679
nov-83	0.484436556	0.138507324	0.130694904	0.345929232	0.353741652
may-84	-0.419733504	-0.136285603	-0.327324983	-0.283447901	-0.092408521
nov-84	-0.099291189	0.255051522	0.411594132	-0.354342711	-0.510885321
may-85	-0.281703097	0.139683678	0.198955182	-0.421386775	-0.480658279
nov-85	0.294092492	0.70624598	0.584317916	-0.412153488	-0.290225424
may-86	0.195999532	0.244875316	0.514841002	-0.048875784	-0.31884147
nov-86	0.852672417	0.605200609	0.484251607	0.247471808	0.36842081
may-87	-0.281554672	-0.203078918	-0.02131229	-0.078475754	-0.260242382
nov-87	0.90556791	0.254537032	0.38264889	0.651030878	0.52291902
may-88	-0.751599364	-0.385268603	-0.419342311	-0.366330761	-0.332257053
nov-88	0.17088106	0.181397084	0.508096966	-0.010516024	-0.337215906
may-89	0.309401706	-0.012642979	-0.001185602	0.322044685	0.310587308
nov-89	0.706082505	0.334929779	0.217963828	0.371152726	0.488118677
may-90	-0.453423948	-0.553986606	-0.133591817	0.100562658	-0.319832131
nov-90	0.31746828	0.196192018	0.116106691	0.121276262	0.201361589
may-91	-0.143921646	-0.306426147	-0.149108159	0.162504501	0.005186513
nov-91	0.27619455	0.349877927	0.342420114	-0.073683377	-0.066225564
may-92	-0.30182227	-0.248091316	-0.0001992	-0.053730954	-0.30162307
nov-92	0.4848903	0.54137077	0.385194148	-0.05648047	0.099696152
may-93	-0.414131011	-0.122491079	0.095493406	-0.291639932	-0.509624417
nov-93	0.362907234	0.626543779	0.585981908	-0.263636545	-0.223074674
may-94	-0.357376636	0.074709615	0.173726387	-0.432086251	-0.531103023
nov-94	1.24259413	0.805422037	0.737068118	0.437172093	0.505526012
may-95	-0.482449864	-0.11102721	-0.131281572	-0.371422654	-0.351168292
nov-95	1.215365975	0.471338314	0.608340264	0.744027661	0.607025711
may-96	-0.174306983	-0.334566585	-0.539720312	0.160259602	0.365413329

nov-96	-0.416301412	0.148915277	0.210102642	-0.565216689	-0.626404054
may-97	-0.313360137	-0.124259127	0.14808935	-0.18910101	-0.461449487
nov-97	1.226775079	1.053094626	0.453590571	0.173680453	0.773184508
may-98	-0.32676936	-0.229207062	0.007454982	-0.097562298	-0.334224342
nov-98	0.593534046	0.55377242	0.435073085	0.039761626	0.158460961
may-99	-0.579212453	-0.252267864	-0.351654863	-0.326944589	-0.22755759
nov-99	0.641625138	0.738239055	0.597250771	-0.096613917	0.044374367
may-00	-0.227065716	-0.085172967	-0.063867407	-0.141892749	-0.163198309
nov-00	0.648266767	0.756882684	0.427611106	-0.108615917	0.220655661
may-01	-0.624643983	-0.170792517	-0.043325397	-0.453851466	-0.581318586
nov-01	1.130876143	0.912976065	0.637948547	0.217900078	0.492927596
may-02	0.06307398	-0.153516168	-0.253081805	0.216590148	0.316155785
nov-02	0.88317191	0.484353785	0.306461987	0.398818125	0.576709923
may-03	-0.552633764	-0.658923374	-0.567598486	0.10628961	0.014964722
nov-03	0.107216008	0.402607043	0.108148381	-0.295391035	-0.000932373
may-04	-0.245698421	-0.304560515	-0.104123903	0.058862094	-0.141574518
nov-04	0.068118903	0.813896288	0.346861187	-0.745777385	-0.278742284
may-05	0.367818463	-0.054001696	0.298700264	0.421820159	0.069118199
nov-05	1.208367749	0.856452678	0.206930343	0.351915071	1.001437406
may-06	-0.53583129	-0.617124475	-0.328776653	0.081293185	-0.207054637
nov-06	0.164055808	0.345906649	0.196791208	-0.181850841	-0.0327354
may-07	-0.055851403	-0.232491639	-0.287684849	0.176640236	0.231833446
nov-07	0.850104112	0.578757488	0.273003604	0.271346624	0.577100508
may-08	-0.166982818	-0.484258984	-0.260641066	0.317276166	0.093658248
nov-08	0.181176111	0.17530018	0.046732826	0.005875931	0.134443285
may-09	-0.345396768	-0.507656338	-0.13074807	0.16225957	-0.214648698
nov-09	0.341312818	0.362001945	0.3657776	-0.020689127	-0.024464782
may-10	-0.545097031	-0.330078547	0.144816375	-0.215018484	-0.689913406
nov-10	0.1576407	0.582812808	0.744243347	-0.425172108	-0.586602647
may-11	-0.303428275	0.084092209	0.538733746	-0.387520484	-0.842162021
nov-11	0.696912031	0.893821324	1.073217586	-0.196909293	-0.376305555
may-12	0.07492006	-0.02819778	0.469100784	0.10311784	-0.394180724
nov-12	1.169345523	0.433107998	0.659615384	0.736237525	0.509730139

Las distribuciones de los errores son:

	<b>Error MV</b>	<b>Error MC</b>
<b>Promedio</b>	-0.9%	-2.5%
<b>D. Estándar</b>	32.5%	40.0%
<b>Percentil 5%</b>	-46.1%	-58.3%
<b>Percentil 95%</b>	51.2%	60.4%

Notamos que el error medio del modelo de máxima verosimilitud es mucho menor que el de mínimos cuadrados y además presenta menor desviación. Es importante mencionar que en el análisis de percentiles que en un 5% de los escenarios observados es el modelo incurrió en errores por sobre el 46% mientras que en el 5% superior de los casos el modelo generó errores por sobre un 51% lo que muestra que el modelo responde de forma adecuada a los cambios pero que puede presentar errores significativos en magnitud en su uso.

El modelo de mínimos cuadrados se aplica de la siguiente forma, en noviembre de 2012, el retorno del periodo anterior (componente AR) es 0.07492006, los componentes MA son -0.394180724, -0.376305555 y -0.842162021 (MA 1, 2 y 3 respectivamente). Las variables significativas son 0.278888315191811 en el precio del sulfato y 0 en el caso de la superficie cultivada en Nueva Imperial. La estimación es 0.659615384. Es decir utilizando los coeficientes previamente presentados el resultado es:

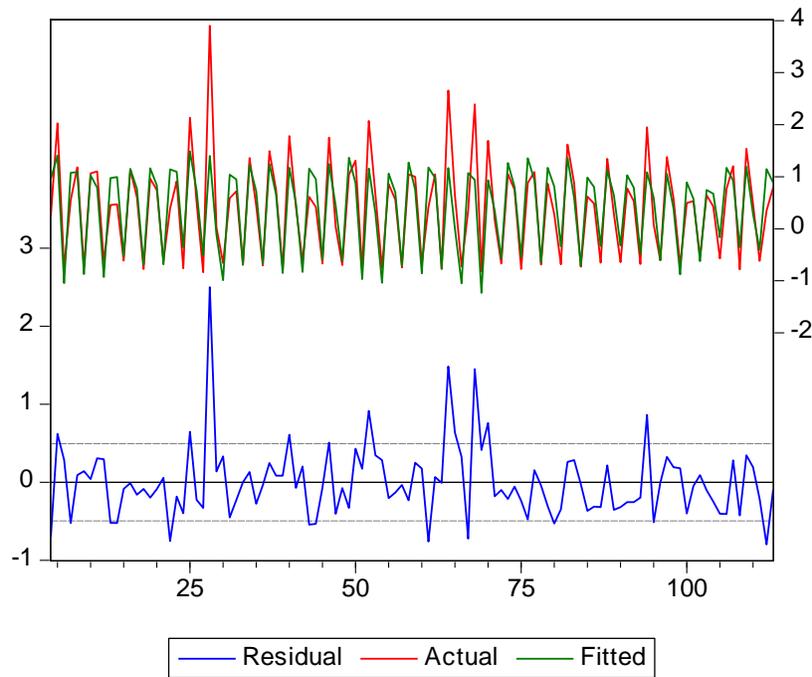
$$0.102653 * 0.278888315191811 + 0.153615 * 0 + -0.367232 * 0.07492006 + -0.240679 * -0.394180724 + -0.255799 * 0.376305555 + -0.497761 * -0.842162021 = 0.659615384$$

Para el caso del tomate fresco la estimación de mínimos cuadrados es la siguiente:

Dependent Variable: R  
 Method: Least Squares  
 Date: 12/11/12 Time: 05:30  
 Sample (adjusted): 4 113  
 Included observations: 110 after adjustments  
 Convergence achieved after 19 iterations  
 MA Backcast: 1 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.060816	0.298274	3.556511	0.0006
CRE	-0.314576	0.150070	-2.096199	0.0386
VP_IA	-0.858434	0.421064	-2.038726	0.0441
VP_U	-0.111524	0.330085	-0.337864	0.7362
AR(1)	-0.931474	0.221411	-4.206991	0.0001
AR(2)	-0.925513	0.222169	-4.165816	0.0001
AR(3)	0.068716	0.220542	0.311576	0.7560
MA(1)	0.530538	0.187639	2.827445	0.0057
MA(2)	0.473715	0.195791	2.419492	0.0173
MA(3)	-0.484323	0.189092	-2.561313	0.0119
R-squared	0.747452	Mean dependent var		0.401684
Adjusted R-squared	0.724723	S.D. dependent var		0.945008
S.E. of regression	0.495816	Akaike info criterion		1.521285
Sum squared resid	24.58336	Schwarz criterion		1.766783
Log likelihood	-73.67065	Hannan-Quinn criter.		1.620860
F-statistic	32.88496	Durbin-Watson stat		1.930036
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.07	-.50+.86i	-.50-.86i	
Inverted MA Roots	.49	-.51-.85i	-.51+.85i	

La estimación se este modelo gráficamente es:



Los resultados de las estimaciones y errores de los modelos de máxima verosimilitud y el modelo de mínimos cuadrados es la siguiente:

Fecha	Variación Porcentual Precio Tomate	Estimación Modelo MV	Estimación Modelo MC	Error MV	Error MC
jun/75	-0.023228	0.228829			-0.252056
oct/75	4.223900	2.501108			1.722792
mar/76	-0.810654	-1.228186			0.417532
jun/76	0.252765	-0.256718	0.956460	-0.703700	0.509483
oct/76	2.025286	2.522398	1.405080	0.620210	-0.497112
mar/77	-0.757289	-0.936740	-1.043550	0.286260	0.179451
jun/77	0.548755	0.248994	1.072760	-0.524000	0.299762
oct/77	1.180965	1.793823	1.090370	0.090590	-0.612858
mar/78	-0.729077	-0.902262	-0.872520	0.143450	0.173185
jun/78	1.062885	0.177800	1.023210	0.039670	0.885084
oct/78	1.098538	1.384878	0.790760	0.307780	-0.286339
mar/79	-0.633821	-0.911388	-0.928680	0.294860	0.277567
jun/79	0.453607	0.358159	0.972210	-0.518600	0.095449
oct/79	0.470340	1.238921	0.994370	-0.524030	-0.768581
mar/80	-0.614081	-0.395653	-0.530360	-0.083720	-0.218428
jun/80	1.140051	0.814577	1.150350	-0.010290	0.325474
oct/80	0.603313	1.166717	0.763780	-0.160470	-0.563405
mar/81	-0.774580	-0.402432	-0.688540	-0.086040	-0.372148
jun/81	0.965387	1.148325	1.163970	-0.198590	-0.182937
oct/81	0.746261	1.255380	0.834350	-0.088090	-0.509119

mar/82	-0.625118	-0.490277	-0.682580	0.057470	-0.134840
jun/82	0.387534	1.156139	1.141510	-0.753980	-0.768605
oct/82	0.913456	1.582287	1.096280	-0.182820	-0.668831
mar/83	-0.759429	0.106870	-0.360770	-0.398660	-0.866298
jun/83	2.134233	1.465810	1.486860	0.647370	0.668424
oct/83	0.511257	1.243581	0.736910	-0.225650	-0.732324
mar/84	-0.837980	-0.218111	-0.509960	-0.328020	-0.619869
jun/84	3.899993	1.620158	1.399120	2.500880	2.279835
oct/84	0.029493	-0.126029	-0.110500	0.139990	0.155522
mar/85	-0.660000	-1.242626	-0.990750	0.330750	0.582627
jun/85	0.588370	1.164967	1.039210	-0.450840	-0.576597
oct/85	0.720173	0.458490	0.946990	-0.226810	0.261682
mar/86	-0.691380	-0.740312	-0.689410	-0.001980	0.048932
jun/86	1.357685	1.542123	1.225950	0.131730	-0.184438
oct/86	0.443759	0.623908	0.717070	-0.273310	-0.180148
mar/87	-0.703949	-0.461662	-0.665950	-0.038000	-0.242287
jun/87	1.491805	1.508090	1.243840	0.247960	-0.016284
oct/87	0.746595	0.525245	0.661360	0.085230	0.221350
mar/88	-0.768545	-0.755543	-0.851270	0.082720	-0.013003
jun/88	1.782662	1.353156	1.171990	0.610670	0.429506
oct/88	0.426006	0.274000	0.496090	-0.070090	0.152006
mar/89	-0.626998	-0.942343	-0.829650	0.202650	0.315346
jun/89	0.614205	1.323044	1.156150	-0.541940	-0.708839
oct/89	0.418811	0.747279	0.951680	-0.532870	-0.328468
mar/90	-0.666675	-0.356289	-0.598070	-0.068610	-0.310386
jun/90	1.752086	1.574652	1.243080	0.509010	0.177434
oct/90	0.037733	0.388968	0.442560	-0.404830	-0.351235
mar/91	-0.697480	-0.379243	-0.622220	-0.075260	-0.318236
jun/91	1.038050	1.750350	1.365930	-0.327880	-0.712301
oct/91	1.307468	0.899976	0.875990	0.431480	0.407491
mar/92	-0.796526	-0.520680	-0.969190	0.172660	-0.275846
jun/92	2.069470	1.537487	1.154370	0.915100	0.531983
oct/92	0.648211	0.402527	0.301520	0.346690	0.245684
mar/93	-0.756266	-0.796713	-1.039010	0.282740	0.040447
jun/93	0.855509	1.304735	1.060560	-0.205050	-0.449225
oct/93	0.564176	0.651961	0.698060	-0.133890	-0.087785
mar/94	-0.743482	-0.466639	-0.710070	-0.033420	-0.276843
jun/94	1.045260	1.541223	1.276000	-0.230740	-0.495963
oct/94	1.001307	0.736811	0.752460	0.248850	0.264495
mar/95	-0.679962	-0.754056	-0.856160	0.176190	0.074094
jun/95	0.416155	1.297964	1.176680	-0.760520	-0.881809
oct/95	1.044678	1.093532	0.978900	0.065770	-0.048854
mar/96	-0.775601	-0.499432	-0.767120	-0.008480	-0.276170

jun/96	2.654046	1.355127	1.169160	1.484880	1.298919
oct/96	0.640966	0.265323	0.003500	0.637460	0.375643
mar/97	-0.723151	-0.898621	-1.047930	0.324780	0.175470
jun/97	0.348214	1.154813	1.070910	-0.722700	-0.806599
oct/97	2.390838	0.859849	0.939360	1.451480	1.530990
mar/98	-0.820234	-1.142828	-1.234510	0.414280	0.322594
jun/98	1.691579	0.691922	0.931850	0.759730	0.999657
oct/98	0.171407	0.282521	0.352590	-0.181180	-0.111114
mar/99	-0.667091	-0.946054	-0.567180	-0.099910	0.278963
jun/99	1.048878	0.977281	1.261390	-0.212510	0.071597
oct/99	0.751839	0.562284	0.805360	-0.053520	0.189554
mar/00	-0.775895	-0.881572	-0.539820	-0.236070	0.105677
jun/00	0.880973	1.101844	1.354540	-0.473560	-0.220871
oct/00	1.092557	0.599668	0.938320	0.154240	0.492889
mar/01	-0.688726	-0.841476	-0.648150	-0.040570	0.152750
jun/01	0.867369	0.955057	1.173590	-0.306220	-0.087688
oct/01	0.282435	0.792267	0.813140	-0.530710	-0.509833
mar/02	-0.684717	-0.398074	-0.338280	-0.346440	-0.286643
jun/02	1.618635	1.494244	1.359690	0.258940	0.124391
oct/02	0.874017	0.722336	0.589210	0.284810	0.151681
mar/03	-0.731419	-0.855914	-0.708290	-0.023130	0.124494
jun/03	0.616067	1.069027	0.983540	-0.367470	-0.452961
oct/03	0.485699	0.702289	0.798420	-0.312730	-0.216590
mar/04	-0.652306	-0.431137	-0.334330	-0.317980	-0.221169
jun/04	1.342336	1.174381	1.125950	0.216390	0.167954
oct/04	0.286975	0.512921	0.641140	-0.354160	-0.225946
mar/05	-0.641878	-0.536104	-0.323120	-0.318760	-0.105774
jun/05	0.775228	1.181093	1.030810	-0.255580	-0.405865
oct/05	0.533147	0.815036	0.789140	-0.255990	-0.281889
mar/06	-0.676312	-0.302056	-0.478640	-0.197670	-0.374256
jun/06	1.947638	1.304977	1.083870	0.863770	0.642662
oct/06	0.084874	0.443542	0.595760	-0.510890	-0.358668
mar/07	-0.609520	-0.678903	-0.602110	-0.007410	0.069383
jun/07	1.381998	1.189781	1.055670	0.326330	0.192217
oct/07	0.580286	0.230297	0.387570	0.192710	0.349989
mar/08	-0.698752	-1.034258	-0.878680	0.179930	0.335506
jun/08	0.494037	0.643180	0.893070	-0.399030	-0.149143
oct/08	0.530479	0.015672	0.578520	-0.048040	0.514807
mar/09	-0.531475	-0.453677	-0.623230	0.091760	-0.077798
jun/09	0.644288	1.380555	0.744930	-0.100640	-0.736267
oct/09	0.427718	0.706441	0.675810	-0.248090	-0.278723
mar/10	-0.569753	-0.382686	-0.165080	-0.404670	-0.187067
jun/10	0.766411	1.347920	1.172650	-0.406240	-0.581510

oct/10	1.202188	0.858438	0.922320	0.279870	0.343749
mar/11	-0.780605	-0.775991	-0.355610	-0.424990	-0.004614
jun/11	1.536672	0.845472	1.192400	0.344280	0.691200
oct/11	0.475542	0.144167	0.281190	0.194350	0.331375
mar/12	-0.620042	-0.757355	-0.405160	-0.214880	0.137313
jun/12	0.346703	0.809567	1.144720	-0.798020	-0.462863
oct/12	0.789060	0.638333	0.886020	-0.096960	0.150727

La distribución de los errores de la estimación es el siguiente:

	<b>Error MV</b>	<b>Error MC</b>
<b>Promedio</b>	-0.01%	0.12%
<b>D. Estándar</b>	47.49%	52.17%
<b>Percentil 5%</b>	-53.79%	-73.39%
<b>Percentil 95%</b>	70.92%	76.88%

Esto muestra que para los errores estimados a pesar de tener baja media son altamente volátiles presentando escenarios en que el nivel del error se encuentra por debajo de un 70% en el percentil 5% y sobre un 70% en el percentil 95% llegando estos a ser errores observables dada la aplicación del modelo.

Finalmente la estimación utilizando el modelo se construye para el tomate, para el mes de octubre de 2012, tomando el valor 0.4755 para la componente AR3, -0.62 para AR2 y 0.3467 para AR1. Por el lado de las medias móviles tenemos 0.1944 para MA1, -0.215 para MA2, -0.798 para MA3. Los valores estandarizados del crecimiento 0.481, para la variación porcentual del precio de la urea es 0.518 y para la variación porcentual del ingreso agrícola es 0.623. Aplicando los coeficientes el resultado es:

$$\begin{aligned}
 &0.4755*0.068716 + -0.62*-0.925513 + 0.3467*-0.931474 + 0.1944*-0.484323 + -0.215*0.473715 + \\
 &-0.798 *0.530538+ 0.481*-0.314576 + 0.518*-0.111524 + 0.6223*-0.858434+1.060816 \\
 &= 0.638
 \end{aligned}$$

## 14. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. CEPAL. 2004. Principales tendencias de la producción y el mercado internacional de la papa. Para el XXI Congreso de la Asociación Latinoamericana de la papa. Marzo de 2004. 43p.
2. Dirección General de Aguas. 2010. Pronóstico de disponibilidad de agua temporada de riego 2010-2011. 23p.
3. Dirección General de Aguas. 2009. Pronóstico de disponibilidad de agua temporada de riego 2009-2010. 27p.
4. Eguillor, P. 2010. El mercado de la papa 2009 – 2010. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. 20p.
5. Eguillor, P. 2010. Situación del tomate para consumo fresco. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. 13 p.
6. Flaño, A. 2012. Situación del Tomate para consumo fresco. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. 6p.
7. Furche, C. 2012. Identificación y análisis de las fortalezas y restricciones del crecimiento agroalimentario Chileno al año 2017. Informe final. 118 p.
8. INE. 2010. Información Hortícola. Publicación Especial 2008-2009. 128 p.
9. Myatt, G. y Johnson, W. P. Making Sense of Data II: A Practical Guide to Data Visualization, Advanced Data Mining Methods, and Applications. John Wiley & Sons. New Jersey, EEUU. 2009.
10. ProChile. 2010. Mercado Internacional para el Tomate Fresco. Subdepartamento Gestión de Información. 23 p.
11. SCL Econometrics. 2011. Diseño de modelos de negocios para el mejoramiento de la comercialización de productos hortícolas en pequeños y medianos productores agrícolas. Informe Final. 160 p.
12. Soto, S. 2012. Catastro laboral agrícola julio 2012. Documento final. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. 28 p.
13. Schwarz, G. E. (1978). Estimating the dimension of a model. *Annals of Statistics* 6 (2): 461-464.
14. Tsay, R. S. Analysis of Financial Time Series. Tercera edición. John Wiley & Sons. New Jersey, EEUU. 2010.
15. [www.meteoChile.cl](http://www.meteoChile.cl)

16. [www.inia.cl/link.cgi/remehue/noticias/10660](http://www.inia.cl/link.cgi/remehue/noticias/10660)
17. [www.ODEPA.gob.cl](http://www.ODEPA.gob.cl)
18. [www.ine.cl](http://www.ine.cl)
19. [www.dga.cl](http://www.dga.cl)
20. [www.fao.org](http://www.fao.org)