

CONSUMO DE FRUTAS

Estimación y análisis de sus determinantes para lograr una ingesta acorde a la recomendación internacional

Alejandro Andrés Díaz Gómez

Programa de Maestría en Economía de la Facultad de Ciencias
Económicas, Universidad de la República.

Montevideo - Uruguay

Diciembre de 2018

CONSUMO DE FRUTAS

Estimación y análisis de sus determinantes para lograr una ingesta acorde a la recomendación internacional

Alejandro Andrés Díaz Gómez

Tesis de Maestría presentada al Programa de Maestría en Economía de la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de la República, como parte de los requisitos para la obtención del título de Magíster en Economía.

Director de tesis:

Profesor Titular Ph.D. Miguel Alberto Carriquiry

Codirector de tesis:

Profesor Titular Ph.D Juan Francisco Rosas

Director académico:

Profesor Titular Msc Alfonso Capurro

Montevideo - Uruguay

Diciembre de 2018

INTEGRANTES DEL TRIBUNAL DE DEFENSA DE TESIS

Profesor Titular Dr. Nombre Apellido

Profesor Titular Dr. Nombre Apellido

Profesor Titular Dr. Nombre Apellido

Montevideo - Uruguay

Diciembre de 2018

A mi hijo Joaquín.

Agradecimientos

El desarrollo del presente trabajo tuvo la colaboración de Juliana Bruzzone, Ana Clara Malaquina, Pablo Pacheco y Diego Romero del Mercado Modelo quienes pusieron a disposición los datos empleados y su tiempo para participar de valiosas discusiones acerca de los resultados del estudio. También agradezco a los investigadores del Instituto de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y de Administración por poner a mi disposición su trabajo y tiempo para poder mejorar aspectos claves de mi tesis. En otro orden, valoro el rol que el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca ha jugado en mi carrera profesional y es gracias a esa institución que definí la temática a abordar en este trabajo. También reconozco el apoyo de mis tutores cuyos aportes fueron fundamentales para encontrar el rumbo final de este trabajo. Finalmente quiero reconocer el apoyo de mi familia, mi hijo y sobre todo mi esposa por ser el soporte a lo largo de este proceso.

Resumen

En Uruguay son escasos los estudios que indagan cuáles son los determinantes del consumo de frutas y hortalizas y que estimen su impacto en la compra de dichos bienes. El presente trabajo aporta evidencia en este aspecto y tiene como centro de atención la demanda de manzanas y peras. Para ello se vale de la técnica de Mínimos cuadrados en tres etapas con el objetivo de estimar varios sistemas de demanda que permitan cuantificar el impacto de sus determinantes. En efecto, se encuentra que la mediana de la elasticidad precio propia de la demanda de manzanas es - 0,2, en tanto que en peras el valor asciende a -2,33. También se halla que el nivel educativo, los precios internacionales y la dedicación horaria semanal al trabajo impactan en el consumo de frutas. Luego de haber estimado esos parámetros, se analiza si es posible alcanzar un consumo acorde a los estándares internacionales. Efectivamente, la ingesta acorde a tales estándares requiere trabajar sobre varios de sus determinantes, puesto que no es viable que se alcance ese umbral solo a través de una reducción de precios. Se espera que el presente estudio sirva de base para futuros desarrollos en éste tema.

Palabras clave

Frutas, Mínimos cuadrados en tres etapas, elasticidades de la demanda

Clasificación JEL: D11, JEL: C32, Q11, Q18

Abstract

Few studies have explored the determinants for local food and vegetable consumption in order to estimate its impact on local demand for such goods. Not only this paper shows evidence on this subject but it also aims at estimating demand functions for apples and pears. Three stages least squares was used to estimate systems of equations for demand of such goods and compute partial effects. As a result, median of own price apples and pears demand elasticity are found to be -0,2 and -2,33 respectively. Further evidence was found about the impact of the level of education, international prices and worked hours on fruits consumption. After having estimated that, it is analyzed whether it is possible to attain the international standard for food intake. Reaching such a level would not be possible through a reduction in prices, which means that it is necessary to explore other determinants to attain the international standard intake. This work is expected to help future studies in carrying out research on this field.

Keywords

Fruits, three stages least squares, demand elasticities

JEL Codes: D11, JEL: C32, Q11, Q18

Tabla de Contenido

Introducción	1
Fundamentos Teóricos	3
Antecedentes	3
Marco Teórico.....	6
Preferencias del consumidor	6
Problema primal y la función de demanda marshaliana	7
Problema dual y la función de demanda Hicksiana	10
Bienes sustitutos y complementarios	13
Estimación de la forma funcional	14
Preguntas e hipótesis	15
Caracterización del mercado de frutas	16
Producción	16
Oferta de frutas	16
Destino de la oferta	18
Consumo	20
Consumo aparente	20
Meta de consumo para alcanzar la recomendación de la OMS	21
Estacionalidad en las transacciones de frutas a nivel mayorista	23
Estrategia de Análisis	24
Fuentes de información y variables a emplear	24
Estrategia de análisis de los datos.....	26
Estimación con regresores exógenos	27
Estimación con regresores endógenos	28
Modelo a estimar.....	31
Resultados Obtenidos	33
Descomposición de series anuales en mensuales	33
Análisis de estacionariedad de la series	36

Estimación por Mínimos cuadrados en tres etapas.....	36
Descripción general de los modelos estimados.....	36
Discusión de los modelos estimados.....	39
Comparación de los resultados con Mínimos Cuadrados Ordinarios y Mínimos cuadrados en dos etapas	45
Análisis de las hipótesis del estudio.....	46
Limitaciones del estudio.....	48
Conclusiones	49
Referencias Bibliográficas	51
Anexos	1
Anexo A: Cálculo del Índice estacional.....	1
Anexo B: Metodología econométrica	1
B.1 Test de raíces unitarias	1
B.2 Test de Hausman	5
B.3 Desagregación temporal de series de tiempo	5
Anexo C: Análisis estadístico de las variables	8
Anexo D: Resultados de los test de raíces unitarias	11
Test de Dickey - Fuller aumentado.....	11
Test de Philipps-Perron.....	12
Anexo E: Resultados por Mínimos Cuadrados Ordinarios.....	14
Anexo F: Resultados por Mínimos Cuadrados en Dos Etapas	17
Anexo G: Resultados por Mínimos Cuadrados en Tres Etapas	20

Introducción

De acuerdo a la Encuesta Nacional de Gastos e Ingresos de los hogares (EGIH) 2005-2006 del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), el consumo neto de frutas y hortalizas en Uruguay es de 246 gramos por persona y por día, lo que está por debajo del umbral de 400¹ gramos sugerido por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2003). Estudios como los realizados por Powell et al (2012), sugieren que una mayor ingesta de estos rubros podría reducir el consumo de comidas rápidas, las que están asociadas a una gran ingesta calórica y mayores niveles de peso corporal, con las correspondientes consecuencias negativas en la salud de la población. Además, Ogundari y Arifalo (2013) proponen que el consumo de frutas y hortalizas también está vinculado con un menor riesgo de contraer enfermedades no transmisibles como ser la diabetes, ciertos tipos de cáncer y enfermedades cardiovasculares. Por su parte, Kamga, Kouamé y Akyeampong (2013) establecen que mueren 2,7 millones de personas anualmente por un consumo insuficiente de frutas y hortalizas.

Según Guenther et al. (2006), no han sido completamente definidos los mecanismos por los cuales las frutas y verduras ayudan a prevenir la presencia de enfermedades. No obstante, los beneficios están generalmente asociados a los efectos sinérgicos de los fitoquímicos.² En esta línea, el meta-análisis desarrollado por Wang et al (2014) establecen que la reducción promedio en el riesgo de enfermedades cardiovasculares es de 5 por ciento por cada porción de fruta al día consumida de forma adicional, en tanto que para los vegetales la reducción alcanza el 4 por ciento.

Razones como éstas han conducido a organizaciones de todo el mundo a llevar adelante acciones para mejorar la forma en que la población se alimenta. A modo de ejemplo, el “*5 a Day for Better Health Program*” fue una asociación público-privada entre el Instituto Nacional del Cáncer, la fundación *Produce for Better Health*, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades, la Sociedad americana del cáncer, entre otras organizaciones de Estados Unidos. Dicha campaña se llevó adelante entre 1991 y 2006 y su objetivo fue llevar el consumo de frutas y vegetales de 5 a 9 porciones al día. (Produce for Better Health Foundation, 2018)

¹ Esta recomendación deja afuera las papas, batatas (camote, boniato), la mandioca (yuca) y otros tubérculos feculentos (MSP, 2009).

² Palencia, Y. (2018) señala que los fitoquímicos son sustancias no nutritivas que intervienen en el metabolismo secundario de los vegetales y que no tienen una función nutricional clásicamente definida o no son considerados esenciales para la salud humana.

A nivel nacional, el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca a través de la Dirección General de la Granja³ (DIGEGRA) y la Comisión Administradora del Mercado Modelo promueven el consumo de frutas y hortalizas bajo la campaña “Mejor de estación”. Una de sus aristas principales es lo que se denomina Canasta inteligente, en donde cada 15 días se sugiere un conjunto de productos que presentan su mejor momento en términos de calidad, al tiempo que se encuentran a precios convenientes (MGAP, 2017).

La relevancia de lo mencionado anteriormente motiva a indagar sobre cuáles son los determinantes del consumo local de frutas, en el entendido de que conocerlos podría resultar de utilidad para diseñar políticas orientadas a fomentar su ingesta. En este sentido, la literatura económica nacional es escasa en éste aspecto. Por ello, este trabajo encuentra una segunda motivación para aportar evidencia empírica en un campo escasamente explorado y que ésta sirva de antecedente para nuevos estudios al respecto.

En efecto, se hace una revisión de la literatura nacional e internacional para sistematizar los factores que inciden en el consumo de frutas y hortalizas. Una vez culminada esa sistematización, se utiliza la técnica de Mínimos cuadrados en tres etapas para estimar los efectos parciales en la demanda mayorista de manzanas y peras de los determinantes encontrados. A modo de ejemplo, se encuentra evidencia de que el precio del propio producto, la presencia de frutas sustitutas, el mes del año y el nivel educativo son variables que inciden en la ingesta de frutas. Tales efectos fueron cotejados con la evidencia relevada a nivel nacional e internacional mostrando que existe coincidencia con los resultados encontrados. Finalmente se indaga sobre cuánto debería cambiar alguno de esos factores con miras a lograr un consumo acorde a la recomendación de la OMS.

El presente trabajo se divide en cinco capítulos que abarcan diferentes pasos del proceso de investigación. El capítulo I expone los fundamentos teóricos que dan sustento al estudio, el cual se divide en tres secciones. La primera refiere a los antecedentes de este trabajo. La segunda menciona el Marco teórico para luego dar paso a las preguntas e hipótesis que guían esta investigación. El capítulo II hace una breve descripción del mercado de frutas y hortalizas para que el lector se familiarice con éste. A continuación se presenta el capítulo III, el cual desarrolla la estrategia de análisis de los datos empleados en el trabajo. Este se divide en tres subsecciones, la primera menciona las fuentes de información y las variables a emplear. La segunda esboza el método de análisis, en tanto que la tercera presenta el modelo a estimar. El apartado IV desarrolla los resultados del estudio mientras que el capítulo V menciona las conclusiones del trabajo.

³ La DIGEGRA es la unidad ejecutora dentro del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca encargada de llevar adelante políticas públicas en este ámbito.

Fundamentos Teóricos

Este apartado se divide en tres secciones. La primera refiere a los Antecedentes del estudio, en tanto que la segunda hace mención al Marco teórico del trabajo. Finalmente se esbozan las hipótesis orientadoras del estudio.

Antecedentes

A continuación se presentan diversos antecedentes orientados a la medición de la elasticidad precio de la demanda de frutas en general y de manzanas como un único bien. También se hace una revisión de la literatura para sistematizar que otros factores son relevantes en el consumo, poniendo foco en cuál sería el efecto esperado de cada uno de ellos.

En primer lugar, se muestran los antecedentes internacionales para luego dar lugar a los nacionales. En este sentido, Nayga (1995) estudia los factores que afectan el gasto de los hogares en frutas y vegetales frescos en Estados Unidos usando la Encuesta de Gastos del Consumidor del año 1992. El autor se vale del procedimiento de dos etapas de Heckman, en cuya primera instancia se emplea un modelo Probit para calcular la inversa del ratio de Mills (que es un proxy de sesgo por selección muestral) el cual se usa como regresor en la segunda etapa. En la segunda fase se estima un sistema de ecuaciones usando la técnica de Seemingly unrelated regression y se llega a que los hogares con mayores niveles educativos, mejores ingresos, de mayor número de personas y con mayor edad gastan más en tales rubros. Asimismo, los gastos semanales de los hogares en frutas frescas son mayores para los de la región medio-oeste, así como también son superiores durante el segundo y tercer trimestre del año respecto al cuarto trimestre *ceteris paribus*. Finalmente, se establece que los hogares cuyas cabezas no son personas de etnia negra ni blanca gastan más en frutas y vegetales frescos en relación a los hogares encabezados por una persona de etnia blanca.

Huang et al. (2009) estiman un sistema de demandas censuradas en el cual se ajusta un modelo Probit para predecir la probabilidad de que un hogar compre fruta orgánica o convencional. En una segunda etapa, esa predicción se incorpora para la estimación del sistema de demandas. El estudio sugiere que la elasticidad precio de la demanda a nivel minorista de la manzana convencional es de -0,83. En cambio, cuando se trata de una manzana orgánica el valor asciende a -1,06 por lo que la demanda de este tipo de frutas tiende a ser más elástica. Asimismo, el autor sugiere varios determinantes del consumo. En particular, la elasticidad ingreso en el gasto en manzanas convencionales es de 1,01, mientras que para manzanas orgánicas es de 0,99.

El trabajo de Powell, Wang y Zhao (2009) estudia la asociación entre el consumo de frutas y vegetales y los precios de tales ítems, otras categorías de comida en el hogar y la disponibilidad de restaurantes. Para ello se toma como referencia a la población adulta de Estados Unidos cuya edad oscila entre 18 y 23 años. Es así que la elasticidad precio de las frutas y vegetales es de $-0,32$. Además, los varones consumen $8,5\%$ menos frutas y vegetales en comparación con las mujeres, al tiempo que estar inscripto en la universidad se asocia con una mayor ingesta de estos rubros.

Escoto et al. (2012) sugieren que la presencia de largas jornadas de trabajo es una barrera para un consumo adecuado de frutas y hortalizas. Por ejemplo, comparado con aquellos que trabajan 40 horas semanales, los hombres con una dedicación al trabajo superior a las 40 horas semanales tienen una mayor probabilidad de reportar que comer saludablemente lleva demasiado tiempo o que están demasiado apresurados para ingerir un desayuno saludable. En cuanto las mujeres que trabajan más de 40 horas semanales, sufren de una mayor probabilidad de reportar que no tienen tiempo para pensar en comer saludablemente.

Otro estudio realizado para Estados Unidos por parte de Niu y Wohlgenant (2012) examina la demanda de frutas y vegetales segmentando por niveles de ingresos. En particular, se observa que la estacionalidad, el género y la etnia del jefe de hogar, la región así como el tamaño y la composición del hogar juegan un rol preponderante en el consumo de frutas frescas. Además, la elasticidad precio de tales frutas para los grupos de altos y bajos ingresos es de $-0,711$ y $-0,827$ respectivamente. En cuanto a la elasticidad ingreso, ésta es de $0,896$ para los hogares más ricos y de $0,81$ para los hogares de menores ingresos.

Posteriormente, Powell et al. (2012) hicieron una revisión de estudios en lenguaje inglés publicados entre enero de 2007 y marzo de 2012 en Estados Unidos acerca de la elasticidad precio de la demanda para las bebidas azucaradas, comida rápida, frutas y vegetales. El trabajo propone que la elasticidad precio promedio para frutas es de $-0,49$.

Arifalo y Ogundari (2013) realizaron un estudio desarrollado para Nigeria que cuantifica distintos determinantes del consumo de frutas y vegetales frescos. Los resultados obtenidos por los autores reflejan una elasticidad ingreso de $1,4$. Esto sugiere que las frutas son un bien de lujo para un hogar promedio de la muestra, lo que contrasta con lo propuesto por Nayga (1995) donde se las considera como un bien necesario. También encuentran evidencia de que la edad, el tamaño del hogar, la educación o la región de residencia son variables que inciden en el consumo de tales rubros.

Un segundo trabajo realizado para Nigeria por Babatunde et al (2014) empleó la metodología de *Almost Ideal Demand System* (AIDS) de Deaton y Muellbauer para determinar que la elasticidad

precio de las manzanas es de -1,78. Además, entre los determinantes del consumo se encontraron el nivel educativo y el gasto total en frutas (ambas con efecto parcial positivo) y sugieren que el precio de otras frutas es un factor que también incide en la demanda de manzanas. Resta mencionar que la elasticidad ingreso estimada fue de 0,15.

Abdullahi, Ja'afar-Furo y Yahya (2017) realizaron otro trabajo para Nigeria y encontraron que la elasticidad precio de la demanda de manzanas es positiva y asciende a 4,26. El motivo es que este producto es considerado como un bien superior, por lo que un incremento de los precios conlleva a una mayor demanda. Asimismo, otros de los determinantes del consumo de esta fruta son el género, la edad, estado civil, nivel de educación, tamaño del hogar, tipo de ocupación e ingresos (éste último tiene un coeficiente de 4,21).

Con respecto a los estudios realizados para el ámbito nacional, existe un único antecedente de cálculo de elasticidades para Uruguay. Éste fue realizado por Seale, Regmi y Bernstein (2003) en el que fueron utilizados datos de cross section para el año 1996. Aquí se llega a que la elasticidad precio para todas las frutas y vegetales asciende a -0,39, en tanto que la elasticidad ingreso es de 0,48.

Resta mencionar el trabajo de Bruzzone, Díaz, Pacheco (2017) el cual establece que las peras y manzanas tienen un comportamiento estacional tanto en precios como cantidades, tal como se verá en la próxima sección.⁴

A continuación se presentan dos tablas, las cuales resumen la información obtenida en los antecedentes. En la tabla I.1 se muestra las estimaciones de las elasticidades precio e ingresos mencionadas en los párrafos anteriores. En cambio, la tabla I.2 resume cuales son los determinantes del consumo de frutas para cada estudio referenciado.

Tabla I.1. Estimaciones de las elasticidades precio de la demanda, elasticidad ingreso

Fuente	Población	País	Periodo	Elasticidad precio					Elasticidad Ingreso fruta fresca	Elasticidad Ingreso manzana
				F	F y H	Mc	Mo	P		
Nayaga (1995)	Población en general	Estados Unidos	1992						0,102	
Seale <i>et al.</i> (2003)	Población en general	Uruguay	1996		-0,39				0,48	
Huang <i>et al.</i> (2009)	Hogares en general	Estados Unidos	2006			-0,83	-	1,06		1,01
Powell <i>et al.</i> (2009)	Jóvenes entre 18 y 23 años	Estados Unidos	2002		-0,32					
Niu y Wohlgenant (2012)	Población en general	Estados Unidos	2002 - 2006	-0,711/					0,896 /	0,81

⁴ Ver apartado dedicado a la caracterización del mercado de frutas en Uruguay

Powell et al (2012)	Población en general	Estados Unidos	1985 - 2007	-0,49		
Arifalo y Ogundari (2013)	Muestra de 18.883 hogares	Nigeria	2003 - 2004		1,4201	
Babatunde <i>et al.</i> (2014)	Población en general	Nigeria		-1,78		0,15
Abdullahi <i>et al.</i> (2017)	Población en general	Nigeria	2016	4,26		4,21

Nota: F, Frutas; F y H, Frutas y hortalizas; Mc, Manzanas convencionales; Mo, manzanas orgánicas; P, peras.

Fuente: elaboración propia

Tabla I.2. Determinantes del consumo de frutas

Fuente	D	E	Ec	Ed	Ef	G	GTF	HT	I	LR	Med	PEd	Pp	Ps	R	T	Th
Nayaga (1995)	x	x		x					x	x					x		x
Seale <i>et al.</i> (2003)									x								
Huang <i>et al.</i> (2009)										x		x			x		
Powell <i>et al.</i> (2009)		x	x	x	x	x			x	x	x				x	x	
Escoto <i>et al.</i> (2012)								x									
Niu y Wohlgenant (2012)	x	x		x		x			x						x		x
Powell <i>et al.</i> (2012)														x			
Arifalo y Ogundari (2013)		x		x		x			x	x		x					x
Babatunde <i>et al.</i> (2014)				x			x							x			
Bruzzone et al (2017)	x																
Abdullahi <i>et al.</i> (2017)		x	x	x		x			x							x	x

Nota: D, *dummies* estacionales; E, Edad; Ec, Estado civil; Ed, Educación; Ef, Estructura familiar; G, Género; GTF, Gasto total en frutas; HT, horas de trabajo; I, ingresos; LR, Lugar de residencia; Med, Educación de la madre del hogar; PEd, Educación del padre del hogar; Pp, Precio propio; Ps, Precio de bienes sustitutos; R, Raza; T, Trabajo; Th, Tamaño del hogar.

Fuente: elaboración propia

Marco Teórico

A continuación se esbozan los aspectos teóricos que sirven de sustento para el desarrollo del presente trabajo.

Preferencias del consumidor

En el análisis clásico de la demanda del consumidor, su comportamiento debe dar cuenta de cómo son las preferencias sobre las cestas de bienes a ser consumidas. Mas-Colell, Whinston y Green

(1995) proponen que éstas son capturadas a través de la relación de preferencias \succeq (al menos tan bueno como) definidas en la cesta de consumo $X \subset \mathbb{R}^L$, las cuales se suponen racionales, es decir que cumplen con las siguientes condiciones:

- i. Completitud: Para todos los $x, y \in X$, se tiene que $x \succeq y$ ó $y \succeq x$ (o ambos).
- ii. Transitividad: Para todos los $x, y, z \in X$, si $x \succeq y$, además de que $y \succeq z$, entonces $x \succeq z$.

En lo que sigue se hacen dos supuestos adicionales acerca de las preferencias: Supuestos deseables y supuestos de convexidad.

- i. Supuestos deseables: se asume que mayores cantidades de los *commodities* son preferidas a cantidades menores. Esto se cumple a través del supuesto de monotonía.

La relación de preferencias \succeq sobre X es monótona si $x \in X$ además de que $y \gg x$ implica que $y \succ x$. En cambio, es fuertemente monótona si $y \geq x$ además de que $y \neq x$ implica que $y \succ x$.

El supuesto de preferencias monótonas se satisface siempre y cuando los *commodities* sean “bienes” y no “males”. Sin embargo, si un bien es considerado un mal como por ejemplo la basura, puede definirse el consumo del individuo en términos de “ausencia de basura”. De esta forma se logra satisfacer el supuesto de preferencias monótonas.

El concepto de no saciado localmente es un supuesto menos fuerte que la monotonía y alcanza para desarrollar la teoría. Es decir, una relación de preferencias \succeq en X es localmente no saciada si para cada $x \in X$ y para cada $\varepsilon > 0$, hay un $y \in X$ tal que $\|y - x\| \leq \varepsilon$ además de que $y \succ x$.⁵

- ii. Supuesto de convexidad: la relación de preferencias \succeq sobre X es convexa si para cada $x \in X$, existe un $y \succeq x$ y $z \succeq x$ tal que $\alpha y + (1-\alpha)z \succeq x$ para cualquier $\alpha \in [0,1]$.

Con preferencias convexas, desde cualquier situación inicial de consumo x y para dos *commodities* cualesquiera, se requieren cantidades cada vez mayores de un bien para compensar pérdidas sucesivas en el consumo del otro bien. Este concepto también puede verse como la inclinación de los agentes económicos por la diversificación.

Problema primal y la función de demanda marshalliana

Una vez mencionado como serían las preferencias del consumidor, se procede a abordar el tópico de demanda de bienes. Para ello se supone que el consumidor tiene una relación de preferencias

⁵ $\|y - x\|$ es la distancia Euclídea entre el par de puntos x e y : $\|y - x\| = \left[\sum_{i=1}^L (x_i - y_i)^2 \right]^{1/2}$

racional, continua y localmente no saciada y se considera que $u(x)$ es una función de utilidad continua que representa estas preferencias. También se asume que la cesta de consumo es $X = \mathbb{R}_+^L$.

El problema que afronta el consumidor cuando elige la cesta de consumo que sea la más preferida, dado un vector de precios $\mathbf{p} \gg 0$ y un nivel de riqueza $w > 0$, requiere enfrentar el siguiente ejercicio de maximización:

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{\mathbf{x} \geq 0} u(\mathbf{x}) \\ & \text{s.a. } \mathbf{p} \cdot \mathbf{x} \leq w \end{aligned}$$

Resolviendo por los métodos matemáticos tradicionales se obtienen los vectores óptimos de consumo $\mathbf{x}(\mathbf{p}, w) \in \mathbb{R}_+^L$ para cada $(\mathbf{p}, w) \gg 0$ y a esto se denomina correspondencia de demanda walrasiana. Cabe decir que dicha correspondencia puede estar conformada por más de una solución, es decir, existe más de una cesta de consumo $\mathbf{x}(\mathbf{p}, w)$ que resuelve el problema anterior. No obstante, cuando $\mathbf{x}(\mathbf{p}, w)$ es única para todos los (\mathbf{p}, w) , a esta se le denomina función de demanda walrasiana, también llamada marshaliana u ordinaria.

Supóngase que la función de utilidad $u(\cdot)$ es continua y representa una relación de preferencias (\succeq) localmente no saciada, definida sobre la cesta de consumo $X = \mathbb{R}_+^L$. Entonces, la función de demanda marshaliana $\mathbf{x}(\mathbf{p}, w)$ tiene las siguientes propiedades:

- i. Homogeneidad de grado cero en (\mathbf{p}, w) : $\mathbf{x}(\alpha \mathbf{p}, \alpha w) = \mathbf{x}(\mathbf{p}, w)$ para cualquier \mathbf{p}, w y un escalar $\alpha > 0$.
- ii. Restricción de Adding-up: $\sum_k p_k x_k(\mathbf{p}, w) = w$ para todos los $x_k \in \mathbf{x}(\mathbf{p}, w)$.
- iii. Convexidad/Unicidad: si \succeq es convexa, por lo que $u(\mathbf{x})$ es cuasicóncava, entonces la cesta $\mathbf{x}(\mathbf{p}, w)$ es un conjunto convexo. Adicionalmente, si \succeq es estrictamente convexa, por lo que $u(\cdot)$ es estrictamente cuasicóncava, $\mathbf{x}(\mathbf{p}, w)$ representa una única cesta de bienes.

Siguiendo a Deaton y Muellbauer (2009), la restricción de homogeneidad puede trabajarse a los efectos de testear su cumplimiento en la ecuación de demanda marshaliana. En efecto, puede llegarse a que:

$$\sum_k p_k \frac{\partial x_i(\mathbf{p}, w)}{\partial p_k} + w \frac{\partial x_i(\mathbf{p}, w)}{\partial w} = 0 \quad i = 1, \dots, n \quad [\text{II.1}]$$

Esto implica que un cambio proporcional en \mathbf{p} y w no afecta las compras de cada bien i .

Si se toma el logaritmo de la demanda marshalliana y se deriva en relación al logaritmo de los ingresos y precios, se llega al concepto de elasticidades, a saber:

$$\varepsilon_i = \frac{\partial \log x_i(\mathbf{p}, w)}{\partial \log w} \quad i = 1, \dots, n \quad [\text{II.2}]$$

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\partial \log x_i(\mathbf{p}, w)}{\partial \log p_j} \quad i, j = 1, \dots, n \quad [\text{II.3}]$$

A la ecuación [II.2] se le denomina elasticidad ingreso, en tanto que a la ecuación [II.3] se le denomina elasticidad precio propia si $i = j$, o elasticidad precio cruzada si $i \neq j$. Estas elasticidades que surgen de la curva de demanda marshalliana también se le suelen denominar elasticidades no compensadas o elasticidades brutas. Con estos conceptos, la ecuación [II.1] se puede reescribir de la siguiente manera:

$$\varepsilon_i + \varepsilon_{ii} + \sum_{k \neq i} \varepsilon_{ik} = 0 \quad [\text{II.4}]$$

Por otra parte, también se puede reescribir la restricción de Adding-up de la siguiente manera:

$$\sum_k p_k \frac{\partial x_k(\mathbf{p}, w)}{\partial w} = 1 \quad [\text{II.5}]$$

$$\sum_k p_k \frac{\partial x_k(\mathbf{p}, w)}{\partial p_i} + x_i(\mathbf{p}, w) = 0 \quad [\text{II.6}]$$

De esta forma, cambios en \mathbf{p} y w causan reajustes en las compras de manera que no se viole la restricción presupuestaria. Usualmente, las ecuaciones [II.5] y la [II.6] se les denominan agregación de Engel y Cournot respectivamente.

Defínase ahora w_i como la fracción en el ingreso total de lo que se destina a cada bien:

$$w_i = \frac{p_i x_i(\mathbf{p}, w)}{w} \quad [\text{II.7}]$$

Si a la ecuación [II.7] se suman las definiciones de elasticidad en relación al ingreso total y elasticidad precio propia y cruzada, se puede reescribir [II.5] y [II.6] de la siguiente manera:

$$\sum_k w_k \varepsilon_k = 1 \quad [\text{II.8}]$$

$$\sum_k w_k \varepsilon_{ki} + w_i = 0 \quad [\text{II.9}]$$

En el caso particular de este estudio (que se realiza para un conjunto limitado de frutas), si bien se calcula los valores de la elasticidad ingreso de manzanas y peras, la restricción [II.8] presenta dificultades para ser testeada debido a que no se estima una ecuación de demanda de bananas de la

cual obtener la elasticidad ingreso de tal fruta. Además, tampoco se estima la elasticidad precio propia de las bananas y las elasticidades cruzadas de banana con relación a manzanas y peras. Por este motivo no se puede testear de forma cabal la restricción [II.9].

Otro aspecto que resulta de gran importancia es analizar cómo la decisión del consumidor varía ante cambios en la riqueza y los precios. Para ello, dado cualquier (\mathbf{p}, w) , se conoce como efecto riqueza para el bien i a la siguiente expresión:

$$\partial x_i(\mathbf{p}, w) / \partial w \quad [\text{II.10}]$$

Para el caso de bienes normales, el signo de la derivada anterior es no negativa ($\partial x_i(\mathbf{p}, w) / \partial w \geq 0$). Esto significa que la demanda es no decreciente en el nivel de riqueza, siendo los bienes comestibles el ejemplo típico de esta situación. En cambio, los bienes inferiores son aquellos cuya derivada es negativa, es decir, $\partial x_i(\mathbf{p}, w) / \partial w < 0$.

También debe considerarse el efecto precio del bien k (p_k) sobre la demanda del bien i (x_i) como la siguiente derivada parcial:

$$\partial x_i(\mathbf{p}, w) / \partial p_k \quad [\text{II.11}]$$

En general, cuando i y k coinciden la derivada anterior es no positiva, $\partial x_k(\mathbf{p}, w) / \partial p_k \leq 0$. Sin embargo, puede darse el caso de ciertos bienes en donde la derivada sí es positiva. A esta clase se les llama bienes de Giffen y se caracterizan por ser de baja calidad y sus consumidores presentan bajos niveles de riqueza.

Problema dual y la función de demanda Hicksiana

Deaton y Muellbauer (2009) proponen que el problema de maximizar la utilidad para un nivel de ingresos dado se puede reformular en otro ejercicio en el cual el consumidor selecciona los bienes de manera de minimizar el gasto total necesario para alcanzar el nivel de utilidad u . Ambos son usualmente descriptos como problemas duales y se presentan de la siguiente manera:

Problema primal:

$$\text{Max}_{\mathbf{x} \geq 0} u(\mathbf{x})$$

$$\text{s.a. } \mathbf{p} \cdot \mathbf{x} \leq w$$

Problema dual:

$$\text{Min}_{x \geq 0} \mathbf{p} \cdot \mathbf{x}$$

$$\text{s.a. } u(\mathbf{x}) \geq u$$

Dado que ambos problemas deben implicar la misma opción de bienes, el gasto en el problema original debe ser el costo mínimo en el problema dual. Como se mencionó antes, la solución del problema primal es el conjunto de demandas marshallianas $\mathbf{x}(\mathbf{p}, w)$. En cambio, en el problema dual obtenemos las mismas demandas pero en función del nivel de utilidad u y los precios \mathbf{p} . A éstas últimas se les denominan funciones de demanda hicksianas o compensadas, se escriben como $h(u, \mathbf{p})$ y muestran como la demanda es afectada por cambios en los precios manteniendo el nivel de utilidad constante (de aquí el nombre de compensadas).

La función de demanda hicksiana cumple una serie de propiedades, las cuales Deaton y Muellbauer (2009) resumen de la siguiente manera:

- i. Adding up: El valor total de las demandas hicksianas es el ingreso destinado a tal fin:

$$\sum_k p_k h_k(u, \mathbf{p}) = w \quad \text{[II.12]}$$

- ii. Homogeneidad: las demandas hicksianas son homogéneas de grado cero en precios, es decir, para un escalar $\alpha > 0$

$$h_i(u, \alpha \mathbf{p}) = h_i(u, \mathbf{p}) \quad \text{[II.13]}$$

- iii. Negatividad: la matriz de dimensión $n \times n$ formada por los elementos $\partial h_i / \partial p_j$ es semidefinida negativa.
- iv. Simetría: las derivadas de la demanda hicksiana en relación a los precios de otros bienes son simétricas, es decir, para todo $i \neq j$:

$$\frac{\partial h_i(u, \mathbf{p})}{\partial p_j} = \frac{\partial h_j(u, \mathbf{p})}{\partial p_i} \quad \text{[II.14]}$$

Si bien el concepto de simetría parte de las demandas hicksianas, se puede modificar la igualdad de la ecuación [II.14] usando la ecuación de Slutsky a los efectos de testear el cumplimiento de esta propiedad (Deaton y Muellbauer, 2009):

$$\frac{\partial h_i(u, \mathbf{p})}{\partial p_j} = \frac{\partial x_i(\mathbf{p}, w)}{\partial w} \cdot x_j(\mathbf{p}, w) + \frac{\partial x_i(\mathbf{p}, w)}{\partial p_j} \quad \text{[II.15]}$$

El término $\partial x_i(\mathbf{p}, w) / \partial p_j$ es la derivada de la demanda no compensada (marshaliana) x_i en relación al precio p_j . Para compensar esto, una cantidad x_j multiplicada por $\partial x_i(\mathbf{p}, w) / \partial w$ debe ser adicionada. Cabe decir que esta propiedad asegura que la elección del consumidor sea consistente. Esto implica que, un incremento (compensado) de un peso por kilogramo en el precio de las manzanas, debería aumentar el consumo de peras en una cantidad igual al mayor consumo de manzanas (en kilogramos) derivado de un incremento (compensado) de un peso por kilogramo en el precio de las peras.

Se puede trabajar sobre la identidad [II.14] y combinarla con la [II.15] a los efectos de testear el cumplimiento de esta propiedad. En consecuencia, se puede escribir la siguiente igualdad:

$$\frac{\partial x_i(\mathbf{p}, w)}{\partial w} \cdot x_j(\mathbf{p}, w) + \frac{\partial x_i(\mathbf{p}, w)}{\partial p_j} = \frac{\partial x_j(\mathbf{p}, w)}{\partial w} \cdot x_i(\mathbf{p}, w) + \frac{\partial x_j(\mathbf{p}, w)}{\partial p_i} \quad \text{[II.16]}$$

Multiplico ambos términos de la ecuación por el siguiente término: $\frac{w}{x_i(\mathbf{p}, w)x_j(\mathbf{p}, w)}$

$$\left[\frac{\partial x_i(\mathbf{p}, w)}{\partial w} \cdot x_j(\mathbf{p}, w) + \frac{\partial x_i(\mathbf{p}, w)}{\partial p_j} \right] \cdot \frac{w}{x_i(\mathbf{p}, w)x_j(\mathbf{p}, w)} = \left[\frac{\partial x_j(\mathbf{p}, w)}{\partial w} \cdot x_i(\mathbf{p}, w) + \frac{\partial x_j(\mathbf{p}, w)}{\partial p_i} \right] \cdot \frac{w}{x_i(\mathbf{p}, w)x_j(\mathbf{p}, w)} \quad \text{[II.17]}$$

Lo cual conduce a:

$$\varepsilon_i + \frac{\partial x_i(\mathbf{p}, w)}{\partial p_j} \cdot \frac{w}{x_i(\mathbf{p}, w)x_j(\mathbf{p}, w)} = \varepsilon_j + \frac{\partial x_j(\mathbf{p}, w)}{\partial p_i} \cdot \frac{w}{x_i(\mathbf{p}, w)x_j(\mathbf{p}, w)} \quad \text{[II.18]}$$

En caso de que las elasticidades ingreso de peras y manzanas sean iguales, la expresión anterior se puede reescribir de la siguiente manera:

$$\frac{\partial x_i(\mathbf{p}, w)}{\partial p_j} \cdot \frac{w}{x_i(\mathbf{p}, w)x_j(\mathbf{p}, w)} = \frac{\partial x_j(\mathbf{p}, w)}{\partial p_i} \cdot \frac{w}{x_i(\mathbf{p}, w)x_j(\mathbf{p}, w)} \quad \text{[II.19]}$$

Multiplico ambos términos de la ecuación por el siguiente término: $p_i \cdot p_j$

$$\left[\frac{\partial x_i(\mathbf{p}, w)}{\partial p_j} \cdot \frac{w}{x_i(\mathbf{p}, w)x_j(\mathbf{p}, w)} \right] \cdot p_i \cdot p_j = \left[\frac{\partial x_j(\mathbf{p}, w)}{\partial p_i} \cdot \frac{w}{x_i(\mathbf{p}, w)x_j(\mathbf{p}, w)} \right] \cdot p_i \cdot p_j \quad \text{[II.20]}$$

Reordenando términos y usando la definición de elasticidad precio cruzada se llega a que:

$$\varepsilon_{ij} \cdot \frac{p_i x_i(\mathbf{p}, w)}{w} = \varepsilon_{ji} \cdot \frac{p_j x_j(\mathbf{p}, w)}{w} \quad \text{[II.21]}$$

Reordenando términos se llega a que:

$$\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ji} \cdot \frac{p_j x_j(\mathbf{p}, w)}{p_i x_i(\mathbf{p}, w)} \quad [\text{II.22}]$$

Restando ε_{ji} a cada miembro de la igualdad se llega a la restricción que será testeada en el modelo:

$$\varepsilon_{ij} - \varepsilon_{ji} = \varepsilon_{ji} \cdot \left(\frac{p_j x_j(\mathbf{p}, w)}{p_i x_i(\mathbf{p}, w)} - 1 \right) \quad [\text{II.23}]$$

Bienes sustitutos y complementarios

Seguendo a Nicholson y Snyder (2008), la ecuación de Slutsky permite establecer que para dos bienes x_i, x_j :

$$\frac{\partial x_i(\mathbf{p}, w)}{\partial p_j} = \frac{\partial h_i(\mathbf{p}, u)}{\partial p_j} - x_j(\mathbf{p}, w) \frac{\partial x_i(\mathbf{p}, w)}{\partial w} \quad [\text{II.24}]$$

Lo anterior puede expresarse en términos de elasticidades y queda de la siguiente forma:

$$\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ij}^H - w_j \varepsilon_i \quad [\text{II.25}]$$

Donde w_j es la participación del gasto del bien j en el nivel de ingresos w y ε_{ij}^H es la elasticidad precio cruzada de la demanda hicksiana. Esta ecuación establece que el cambio en el precio de un bien j sobre la demanda del bien i induce un efecto ingreso ($-x_j(\mathbf{p}, w) \frac{\partial x_i(\mathbf{p}, w)}{\partial w}$) y un efecto sustitución ($\frac{\partial h_i(\mathbf{p}, u)}{\partial p_j}$). Estas ecuaciones se pueden utilizar para definir si dos bienes son sustitutos o complementarios. En este sentido, hay dos formas de definir tales conceptos. La primera refiere a lo que se llaman sustitutos brutos o complementarios brutos, el cual se basa en la demanda marshaliana:

1. Sustitutos brutos ($\varepsilon_{ij} > 0$): Si aumenta el precio del bien j , se incrementa la demanda del bien i .
2. Complementarios brutos ($\varepsilon_{ij} < 0$): Si aumenta el precio del bien j , disminuye la demanda del bien i .

La definición anterior incluye tanto el efecto ingreso como el efecto sustitución que deriva de un cambio en los precios. Sin embargo, otra definición establece el concepto de bienes sustitutos netos o complementarios netos mirando únicamente a los efectos de sustitución:

1. Sustitutos netos ($\varepsilon_{ij}^H > 0$): Si aumenta el precio del bien j , se incrementa la demanda del bien i .
2. Complementarios netos ($\varepsilon_{ij}^H < 0$): Si aumenta el precio del bien j , disminuye la demanda del bien i .

En el marco de este trabajo, se pondrá foco a la primera definición, es decir que se detectará la presencia de bienes sustitutos o complementarios brutos.

Estimación de la forma funcional

La estimación de la curva de demanda puede obtenerse si se supone una forma funcional para la función de utilidad. Sin embargo, Huang y Lin (2000) establecen que una forma alternativa de hacerlo es realizar una aproximación a través del diferencial de primer orden de la ecuación de demanda. Para ello, se comienza por escribir una forma genérica para la función de demanda marshalliana de cada bien i :

$$x_i = x_i(p_1, \dots, p_n, w, v_1, \dots, v_m) \quad [\text{II.26}]$$

En el cual p_n representa el precio de los bienes que consume el agente, w representa el ingreso y v_i representa los determinantes mencionados en la tabla I.2. Luego, si se aplica el diferencial total en la ecuación [II.26], se llega a que:

$$dx_i = \sum_{j=1}^n (\partial x_i / \partial p_j) dp_j + \left(\frac{\partial x_i}{\partial w} \right) dw + \sum_{s=1}^m (\partial x_i / \partial v_s) dv_s \quad [\text{II.27}]$$

Esta expresión puede reescribirse en términos de elasticidades, lo cual nos conduce a la siguiente ecuación:

$$\frac{dx_i}{x_i} = \sum_{j=1}^n \varepsilon_{ij} (dp_j / p_j) + \varepsilon_i \frac{dw}{w} + \sum_{s=1}^m \theta_{is} (dv_s / v_s) \quad [\text{II.28}]$$

Donde ε_{ij} es la elasticidad precio del bien i con relación al cambio en el precio del bien j (donde j también puede ser el propio bien i), ε_i es la elasticidad ingreso y $\theta_{is} = \left(\frac{\partial x_i}{\partial v_s} \right) \left(\frac{v_s}{x_i} \right)$ es la elasticidad del bien i con relación al determinante v_s . A modo de ejemplo, se podría decir que la variación de uno por ciento en dicha variable v_s tiene un impacto de θ_{is} puntos porcentuales en la demanda del bien x_i . Por lo tanto, la ecuación [II.28] es una aproximación de la ecuación de demanda para algún cambio pequeño en un punto cualquiera del espacio de demanda de bienes.

Preguntas e hipótesis

En el presente estudio, la primera interrogante consistirá en saber si aquellos determinantes de la demanda de frutas encontrados en la evidencia nacional e internacional tienen impactos semejantes en la demanda local de manzanas y peras. La segunda cuestión a indagar refiere a si es posible alcanzar el consumo recomendado por la OMS únicamente a través de una reducción de precios, o si por el contrario también es necesario incidir en el resto de sus determinantes. A raíz de estas preguntas es que se sugieren las siguientes hipótesis del trabajo:

Hipótesis I: El impacto de los determinantes locales en la demanda de frutas tiene un signo acorde a la evidencia empírica nacional e internacional y a la teoría económica.

Hipótesis II: Alcanzar un consumo acorde a la recomendación de la OMS requiere de medidas más allá que la reducción del precio de las frutas.

Caracterización del mercado de frutas

En el siguiente apartado se presenta para el caso de Uruguay una breve caracterización de la producción, en donde se discute sobre la oferta y su destino entre los distintos canales de comercialización de manzanas y peras. Posteriormente, se realiza una breve mención de la evolución del consumo de tales frutas en los últimos años, para luego dar paso a un análisis sobre como es el comportamiento de los precios y cantidades transadas en el Mercado Modelo.

Producción

Aquí se menciona de que región proviene la oferta de frutas, a cuánto asciende la producción y la superficie cultivada. Posteriormente, se discute cuáles son los principales canales de comercialización de dicha oferta.

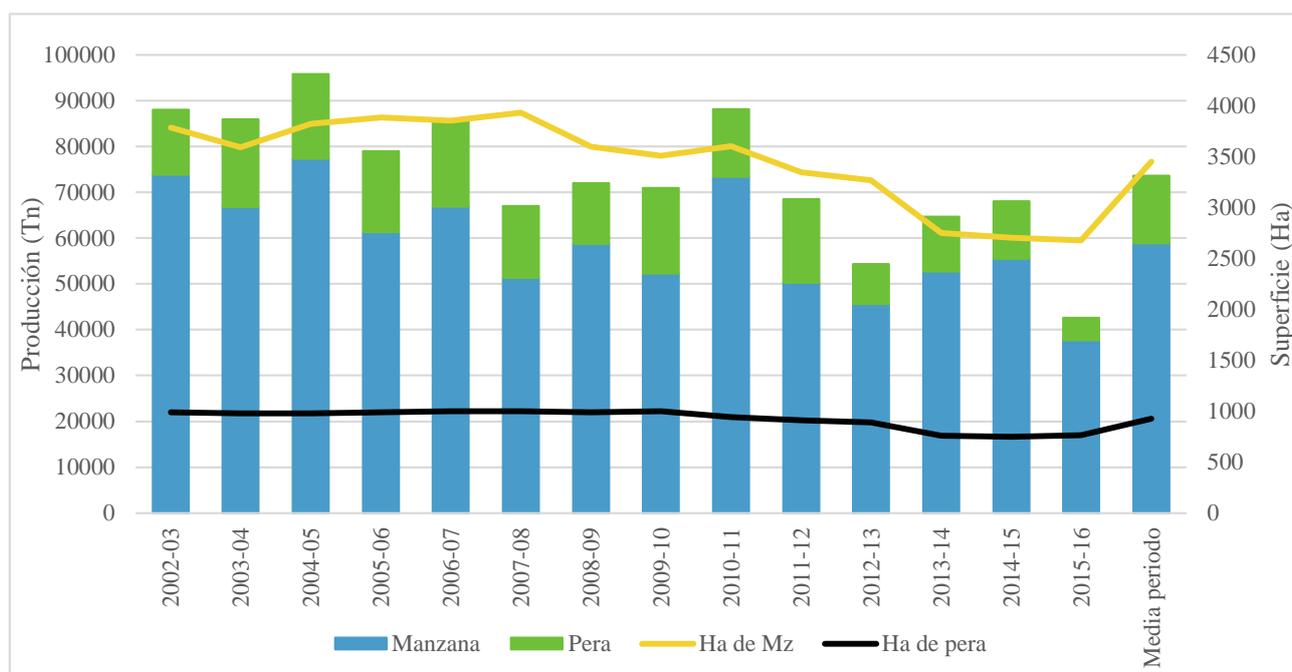
Oferta de frutas

Las manzanas y peras pertenecen al grupo de Frutales de Hoja caduca.⁶ Actualmente la superficie destinada a las manzanas se concentra en los departamentos de Canelones (54%), Montevideo (34%), San José (12%) y Colonia (1%) y fue llevada adelante por 472 productores en la zafra 2015/16. En cuanto a las peras, el número de productores es 306 para dicha zafra, en tanto que la superficie destinada a tal cultivo se reparte entre Canelones (66%), Montevideo (26%), San José (7%) y en menor proporción Colonia (1%).

En la gráfica II.1 se presenta la evolución de la producción y la superficie total destinada a cada cultivo para las zafras comprendidas entre 2002/03 y 2015/16.

⁶ Los árboles de frutales de hoja caduca son aquellos cuyas hojas caen sincronizadamente en un momento del año como método de adaptación climática para hacer frente al frío en invierno. Se incluyen las manzanas, peras, duraznos, nectarinos, ciruelas y membrillos.

Gráfica II.1: Producción total (Tn) y superficie cultivada (Ha)



Fuente: elaboración propia con base en datos de DIEA - MGAP

Como se observa en la gráfica, la producción de manzana promedió 58.822 toneladas, en tanto que la superficie alcanzó una media de 3452 hectáreas, presentando ambas categorías una tendencia a la baja. En relación a las peras, la producción promedio del periodo es de 14.805 toneladas y la superficie tiene una media de 925 ha.

Si bien la manzana es una fruta que presenta oferta todo el año, su cosecha se ubica entre enero y abril, por lo que en ese periodo predominan las partidas recién cosechadas. Esto determina que en gran parte del año lo que se encuentra en plaza son frutas que han sido almacenadas en condiciones controladas de temperatura, humedad y composición de la atmósfera a los efectos de estirar su oferta y así abastecer al mercado todo el año. Luego, entre agosto y setiembre comienza a verse problemas de calidad derivadas del largo periodo de conservación, manifestándose por ejemplo en la pulpa “arenosa” (CAMM, 2017).

En relación a las peras, se trata de una fruta cuya cosecha se centra entre enero y febrero, aunque es posible conservarla y así prolongar la oferta de las variedades con mayor demanda hasta junio. En los meses posteriores, la oferta va disminuyendo hasta hacerse casi residual y es en agosto donde usualmente ingresan partidas de peras importadas que compensan la merma de la fruta nacional tanto en cantidad como en calidad (CAMM, 2017)

Destino de la oferta

En cuanto al destino de las manzanas, para el promedio de las zafras 2011-12 al 2015-16 el 6 por ciento se orienta a la exportación, 15 por ciento a industria y el restante 79 por ciento se consume en fresco.⁷ En cuanto a las peras, en igual periodo el destino medio a la exportación es del 11 por ciento, para la industria el 1 por ciento y el restante 88 por ciento va a consumo en fresco.

El principal centro mayorista en donde se transan dichas frutas es el Mercado Modelo, el cual es administrado por un directorio que se integra por representantes del Gobierno municipal, del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, productores, comerciantes mayoristas, comerciantes minoristas y trabajadores (CAMM, 2017).

En la tabla II.1 se puede observar que el volumen promedio de manzanas que pasó por este canal mayorista fue de 17.433 toneladas, lo que implicó que el 45 % de la oferta disponible para consumo en fresco se canalizó a través de esta plaza. En cuanto a las peras, el volumen promedio que canaliza el Mercado Modelo es de 4510 toneladas, lo que representó en promedio un 43 por ciento del volumen total.

Tabla II.1: Porcentaje de manzanas y peras que se comercializan en el Mercado Modelo

Año	Manzanas			Peras		
	Oferta disponible para consumo en fresco (Tn)	Volumen ingresado al Mercado Modelo (Tn)	Porcentaje	Oferta disponible para consumo en fresco (Tn)	Volumen ingresado al Mercado Modelo (Tn)	Porcentaje
2011/2012	39949	16279	41%	14606	5100	35%
2012/2013	36035	16701	46%	8674	3976	46%
2013/2014	42298	18041	43%	10993	4890	44%
2014/2015	41985	19584	47%	11841	5359	45%
2015/2016	34159	16563	48%	6090	3227	53%
Promedio	38885	17433	45%	10441	4510	43%

Fuente: elaboración propia con base en datos de DIEA y Mercado Modelo

La industrialización es otro de los destinos que tiene la producción local, con la cual se elaboran jugos, dulces, productos enlatados, entre otros. Para ello, en las últimas cinco zafras del estudio se destinó anualmente un promedio de 7397 toneladas de manzanas y 203 toneladas de peras.

⁷ El cálculo de consumo en fresco se detalla más adelante en la sección de consumo.

En relación al mercado externo, el mayor volumen de exportaciones se concentra entre los meses de febrero y junio. Además, los lugares con mayores volúmenes de ventas son Brasil, Francia, Holanda e Italia, que sumados alcanzan el 54 % del total comercializado.

Tabla II.2: Promedio de exportaciones e importaciones de manzana según destino para el periodo 2012 – 2016

País	Exportaciones		País	Importaciones	
	Toneladas	Porcentaje		Toneladas	Porcentaje
Brasil	613	17%	Argentina	580	39%
Francia	524	14%	Chile	289	19%
Holanda	443	12%	Francia	246	17%
Italia	395	11%	Italia	217	15%
Arabia Saudita	308	8%	España	92	6%
Resto	1353	37%	Resto	67	4%
Total	3636	100%	Total	1491	100%

Fuente: elaboración propia con base en datos de Penta transaction

Asimismo, la mayor parte de las importaciones proceden de Argentina y Chile, aunque Francia e Italia también tienen un peso relevante (entre los cuatro destinos suman un total de 1.333 toneladas, es decir, el 90 por ciento de lo comercializado). Hay que destacar que los meses donde generalmente se registran importaciones son desde setiembre a diciembre, es decir cuando la oferta de carácter nacional resulta menguada y en algunos casos con problemas de calidad (CAMM, 2017).

La venta de peras al exterior se produce sobre todo entre enero y abril, en tanto que los países a los que mayor volumen se exporta son Italia y Brasil (58 % y 35 % respectivamente) con un volumen de 1.538 toneladas en promedio para el periodo 2012-2016.

Tabla II.3: Promedio de exportaciones e importaciones de peras según destino para el periodo 2012 – 2016

País	Exportaciones		País	Importaciones	
	Toneladas	Porcentaje		Toneladas	Porcentaje
Italia	958	58.1%	Argentina	1131	76.3%
Brasil	580	35.2%	Italia	194	13.1%
Panamá	42	2.6%	España	88	5.9%
Holanda	42	2.5%	Portugal	29	2.0%
España	22	1.3%	Francia	22	1.5%
Resto	4	0.2%	Resto	18	1.2%
Total	1648	100.0%	Total	1482	100.0%

Fuente: elaboración propia con base en datos de Penta transaction

En cuanto a las importaciones, éstas se vuelven relevantes entre setiembre y diciembre y alcanzan un promedio de 1.482 toneladas. Además, la mayor porción proviene de Argentina e Italia, lo que suma un 89,4 % del total adquirido en el exterior.

Consumo

Aquí se analizará cómo ha evolucionado el consumo de los uruguayos en los últimos años para luego esbozar a cuanto debería incrementarse la oferta local para alcanzar una ingesta acorde a los estándares internacionales.

Consumo aparente

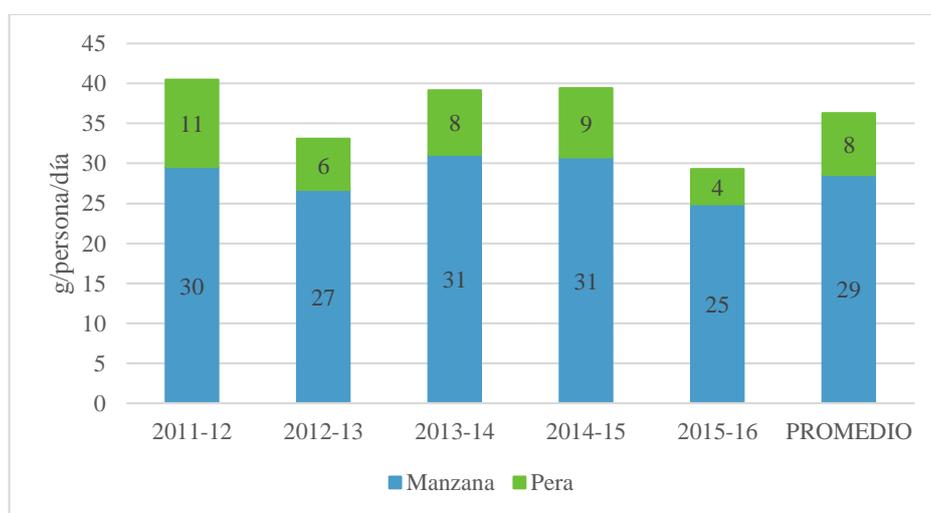
A los efectos de medir el consumo se emplea el concepto de disponibilidad aparente, el cual se calculará por persona y por día y se computa de la siguiente forma:

$$\text{Consumo en fresco} = \text{Producción} + \text{Importaciones} - \text{Exportaciones} - \text{Industria} - \text{Otros}^8 \quad [\text{II.1}]$$

$$\text{Consumo aparente} = [(\text{Consumo en fresco} - \text{Pérdidas}^9)/\text{población}]/365 \quad [\text{II.2}]$$

La gráfica que se presenta a continuación muestra la evolución en el consumo aparente de manzanas y peras para las zafas comprendidas entre 2011/12 y 2015/16:

Gráfica II.2: Consumo aparente de manzanas y peras (g/persona/día)



Fuente: elaboración propia con base en datos de DIEA y URUNET

⁸ La categoría Otros es relevada como aquello que no es apto para el consumo y se destina por ejemplo a los animales.

⁹ Como pérdidas se entiende aquella categoría de producción que tiene aptitudes de ser comercializada, pero que se pierde en las distintas etapas de la cadena de distribución antes de llegar al consumidor.

El gráfico II.2 muestra que el consumo diario de manzana oscila entre 25 y 31 gramos con un promedio de 29 gramos al día, lo que equivale a la ingesta de una manzana grande a la semana. En relación al consumo de peras, el promedio es de 8 gramos, lo que equivale a la ingesta de una pera de calibre grande al mes.

Cabe decir que el consumo se realiza mayoritariamente a través de la adquisición directa de los hogares mediante la compra en supermercados, minimercados, ferias, almacenes y verdulerías. El resto es comprado por el Estado (quien canaliza esta fruta para escuelas, cocinas del ejército, entre otros) y el sector gastronómico que está conformado por restaurantes, bares de barrio, hoteles, panaderías, rotiserías y cruceros.

Meta de consumo para alcanzar la recomendación de la OMS

La canasta que sirve de base para la construcción del Índice de Precios al Consumo que elabora el Instituto Nacional de Estadísticas permite conocer cuáles son los rubros mayormente demandados por los hogares y cómo varía la ingesta según cada región del país.

La tabla II.4 muestra la distribución del consumo de frutas y hortalizas según la región¹⁰, en función de la Encuesta de Gastos e Ingresos de los hogares de 2005-2006. En dicha tabla no se ha considerado las papas y los boniatos, acorde a la sugerencia de la OMS y la Primera encuesta nacional de factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles (MSP, 2009) de no tomar tales rubros para la meta de 400 gramos mencionada anteriormente.

Tabla II.4: Ponderaciones de las Frutas y Hortalizas en el IPC

Categoría	Consumo en base a ENGIH 2005-2006					Distribución recomendada de consumo	%
	País urbano	Montevideo	Localidades Grandes	Localidades Pequeñas	Áreas rurales		
Total Frutas y hortalizas	231.9	253.8	217	192.9	221.5	400	100
Naranja	20.5	23.8	18.4	13.7	15.8	34.9	9
Mandarina	7.2	10.1	5	3.8	5.1	12.2	3
Limón y pomelos	3.7	4.9	2.7	2.1	3.2	6.3	2
Manzanas	27.1	30	25	22.8	21.8	46.3	12
Bananas	23.6	25.3	22	22.5	16.9	40.1	10
Peras	6.1	6.8	5.7	4.1	5.3	10.5	3
Duraznos, frutillas, uvas y otras frutas de estación	26.3	29.4	24.7	17.5	22.7	45.1	11
Acelga y espinaca	6	7.3	5	4.7	6.3	10.4	3
Lechuga y otras verduras de hoja	3	3.6	2.5	2.6	2.5	5.1	1

¹⁰ El país se divide en dos grandes regiones, País urbano y Áreas rurales. Asimismo, el País urbano se separa en Montevideo, Localidades grandes del interior que tienen más de 5.000 habitantes y Localidades pequeñas del interior con menos de 5.000 habitantes.

Cebollas, cebollines, cebolla de verdeo y puerros	20	18.8	20.5	23.5	22.8	34.9	9
Tomate	30.8	32.5	29.6	27.3	29.5	53.1	13
Morrón	6.6	6.6	6.7	5.9	5.7	11.3	3
Zapallo calabaza y kabutia	14.5	13.7	15.3	14.5	28.8	26.7	7
Zanahoria	15.2	13.7	16.4	17.4	18.1	26.6	7
Zapallitos y zucchini	9.1	11.5	7.6	4.3	8.1	15.6	4
Brócolis y coles	3.7	5.4	2.4	1.8	3.9	6.4	2
Ajo, perejil, hierbas y especias	1.2	1.4	1.1	1	1.2	2.1	1
Remolacha	3.3	3.4	3.6	1.8	1.2	5.5	1
Berenjena	1.1	1.7	0.6	0.2	0.3	1.8	0
Choclo	1.6	1.8	1.5	0.9	1.6	2.8	1
Chauchas	1.1	1.7	0.6	0.4	0.7	1.9	0
Otras verduras	0.2	0.4	0.1	0.1	0	0.3	0

Fuente: Elaboración propia con base en datos de INE

En la columna siete de la tabla anterior se presenta cuál sería el consumo recomendado, en el supuesto de que se mantenga la distribución de los productos adquiridos. En este sentido, cada uruguayo debería ingerir un total de 46,3 gramos de manzanas y de 10,5 gramos de peras¹¹ por persona al día.

Es importante destacar que cumplir con ambas metas llevaría a que se incremente la oferta disponible para consumo en fresco hasta un total de 58.799 toneladas de manzana y 13.287 toneladas de pera, lo que supondría un incremento de 59,1 % y del 30,7 % respectivamente si se compara con la mediana de las últimas cinco zafras.

Resta mencionar que en caso de alcanzar la meta de consumo, parte de la producción incremental se canalizaría a través del Mercado Modelo, asumiendo que se mantiene constante la proporción que actualmente se comercializa en dicha plaza. Si se tiene en cuenta los niveles que en promedio comercializa el principal centro mayorista, se deberían transar 28.498 toneladas de manzanas y 6205 toneladas de peras. Esto implicaría un aumento del 56 por ciento en la ventas de manzanas y del 30 por ciento en las ventas de peras al considerar el volumen promedio comercializado en las últimas cinco zafras de este estudio.

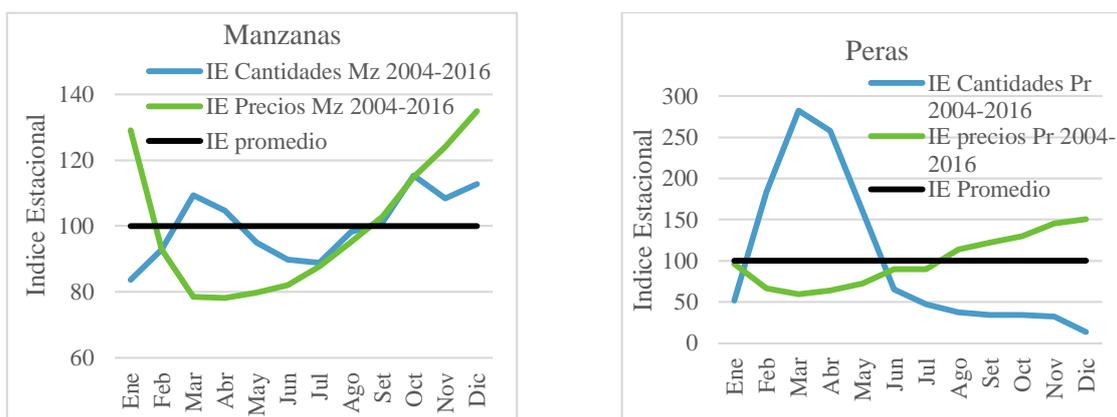
¹¹ El cálculo de la meta de consumo de manzanas y peras recayó sobre las estimaciones de cuál es la distribución del consumo de frutas llevado adelante en la Encuesta de Gastos e Ingresos de los Hogares 2005-06. Se estimó que a nivel del país, las manzanas y peras tienen un peso en el total de frutas y hortalizas consumidas del 11,6 y 2,6 por ciento respectivamente. Posteriormente, el consumo total recomendado surge de multiplicar tales porcentajes por el umbral de 400 gramos por persona y por día.

Estacionalidad en las transacciones de frutas a nivel mayorista

Una serie de condicionantes lleva a que los precios y cantidades transadas en el Mercado Modelo presenten una marcada estacionalidad dentro del año. A los efectos de medir esta variable es que se utiliza el Índice estacional calculado a tales efectos y cuyo detalle se encuentra en el Anexo A.

En relación a las manzanas, el índice de cantidades muestra que sobre marzo y abril el volumen está por encima del promedio anual por estar en el periodo de cosecha. Además, es en estos momentos donde los precios alcanzan las menores cotizaciones pues alcanzan un 79 y 78 por ciento del promedio anual.

Gráfica II.3. Índices estacionales de precios y cantidades de manzanas y peras



Fuente: elaboración propia con base en datos del Mercado Modelo

En relación a las peras, entre febrero y mayo se encuentran los mayores volúmenes comercializados (lo que coincide con el periodo de cosecha), mientras que los precios presentan los menores niveles del año. En cambio, desde agosto los precios se ubican por encima del promedio anual, mientras que el volumen va cayendo conforme transcurre el año si se compara con su pico máximo de febrero.

Estrategia de Análisis

En ése capítulo se presenta cuáles van a ser las fuentes de información, las estrategias de análisis de datos y el modelo a estimar.

Fuentes de información y variables a emplear

Se escogió el periodo comprendido entre enero de 2004 y diciembre de 2016 para indagar sobre los determinantes de la demanda. Tal como se puede observar en la Tabla II.4, las manzanas están dentro de las frutas más consumidas en Uruguay, razón por la cual se opta por analizar su consumo. Además, dentro de la ecuación de manzanas se decide incluir algunos de sus sustitutos cercanos como son las bananas y las peras. Asimismo, si bien esta última fruta no está dentro de las más consumidas, se decide incorporar una ecuación que estime sus determinantes y así explotar las bondades que ofrece la técnica de Mínimos cuadrados en tres etapas.

En relación a las variables exógenas, su elección provino de la revisión de la literatura empírica al respecto (ver tabla I.2). A continuación se muestra el efecto esperado así como la fuente de obtención de los datos.

Tabla III.1: Efecto esperado y fuente de datos para las variables exógenas

Nombre de la variable	Efecto esperado en el consumo	Fuente de datos
Horas de trabajo	(-)	INE
Ingresos	(+)	INE
Nivel Educativo	(+)	INE
Precios de bienes sustitutos	(-)	Mercado Modelo
Precio internacional de manzanas	(-)	Penta Transaction
Precio internacional de peras	(-)	Penta Transaction

Fuente: elaboración propia

Si bien existen otras variables que inciden en el consumo de frutas como por ejemplo la edad de la población, etnia, género, estado civil y lugar de residencia de las personas, estas fueron descartadas porque al momento de desarrollar la estimación, ingresaban a los sistemas de ecuaciones con un signo contrario a lo relevado por la literatura empírica.

En cuanto a la elección de las variables endógenas e instrumentos, ésta recayó en la literatura económica así como el conocimiento del mercado de frutas.

Tabla III.2: Fuente de datos para las variables endógenas e instrumentos

Nombre de la variable	Descripción de la variable	Fuente de datos
y2	Precios de manzanas	Mercado Modelo
y3	Precios de Peras	Mercado Modelo
y1	Kilogramos de manzanas	Mercado Modelo
y10	Kilogramos de peras	Mercado Modelo
y4	Precios de bananas	Mercado Modelo
Plantastot2	Plantas totales de manzana (en miles)	Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA- MGAP)
Superficie2	Superficie total destinada a la producción de manzana	Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA- MGAP)
Supprodms2	Superficie efectiva en producción destinada a las manzanas	Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA- MGAP)
Prsuperficie2	Superficie total en ha destinadas a la producción de pera	Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA- MGAP)
PlantasT2	Plantas totales por ha de manzana	Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA- MGAP)
kgxplanta2	Kg obtenidos por planta de producción de manzanas	Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA- MGAP)
Prplantasp2	Plantas de pera en producción (en miles)	Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA- MGAP)
frio213	Unidades de frío (estimadas por el método de Richardson)	INIA
frio223	Horas de frío (estimadas por el método de Weinberger)	INIA
Deficitlluvia	Suma de mm de lluvias entre noviembre, diciembre, enero y febrero / suma de mm de lluvias promedio para los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero	INIA
Prkgplanta2	Kg obtenidos por planta de producción de peras	Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA- MGAP)
Prplantast2	Totalidad de plantas de pera (en miles)	Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA- MGAP)
Supprodpr2	Superficie efectiva en producción destinada a las peras	Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA- MGAP)

Fuente: elaboración propia

Estrategia de análisis de los datos

A continuación se procede a desarrollar la técnica de estimación de los parámetros de la demanda de manzanas y peras. Un primer método consiste en estimar cada ecuación por separado, las cuales tienen la siguiente forma:

$$y_{i1} = \mathbf{x}_{i1}\boldsymbol{\beta}_1 + \mu_{i1} \quad \text{[III.1]}$$

$$y_{i2} = \mathbf{x}_{i2}\boldsymbol{\beta}_2 + \mu_{i2} \quad \text{[III.2]}$$

Donde y_{i1} y y_{i2} representan las variables dependientes, \mathbf{x}_{i1} y \mathbf{x}_{i2} pueden contener variables endógenas¹² y exógenas. Dado que \mathbf{x}_{i1} y \mathbf{x}_{i2} están por lo general correlacionados con μ_{i1} y μ_{i2} , estimar de forma separada cada ecuación a través de Mínimos cuadrados ordinarios generalmente producirá estimadores inconsistentes (Wooldridge, 2002).

Un método que a menudo ofrece resultados aceptables para estimar la ecuación de [III.1] y [III.2] es Mínimos cuadrados en dos etapas, siempre y cuando se tengan los suficientes instrumentos. No obstante, existe un mayor interés en métodos que estiman sistemas de ecuaciones con variables endógenas. El motivo deriva de que en muchas ocasiones se pueden obtener estimadores más eficientes si se estiman de forma conjunta $\boldsymbol{\beta}_1$ y $\boldsymbol{\beta}_2$, es decir a través de un sistema de ecuaciones.

Dado lo anterior, se presenta el método de Sistema general de ecuaciones lineales. Para ello se seguirán los aportes de Hamilton (1994), Wooldridge (2002) y Henningsen y Hamman (2007).

Considérese un sistema con G ecuaciones, cada una de ellas con la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \mathbf{y}_1 &= \mathbf{X}_1\boldsymbol{\beta}_1 + \mathbf{u}_1 \\ &\vdots \\ &\vdots \\ \mathbf{y}_G &= \mathbf{X}_G\boldsymbol{\beta}_G + \mathbf{u}_G \end{aligned} \quad \text{[III.3]}$$

¹² De acuerdo Chanthawong, Dhakal y Jongwanich (2016), una variable es endógena cuando esta correlacionada con el término de error. La presencia de éstas viola el supuesto de Gauss Markov por lo que la estimación por Mínimos cuadrados ordinarios se vuelve sesgada.

Donde para cada ecuación G , \mathbf{y}_G es un vector que representa la variable dependiente, \mathbf{X}_G es una matriz que contiene variables exógenas, $\boldsymbol{\beta}_G$ es el vector de coeficientes y \mathbf{u}_G es un vector con los términos de error de la ecuación G .

Defínase ahora las siguientes igualdades:

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} \mathbf{y}_1 \\ \mathbf{y}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{y}_G \end{bmatrix} \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \mathbf{X}_2 & \cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \mathbf{X}_G \end{bmatrix} \quad \boldsymbol{\beta} = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_G \end{pmatrix} \quad \mathbf{u} = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_G \end{pmatrix} \quad \text{[III.4]}$$

Usando [III.4], el sistema [III.3] se puede reescribir de manera más simple:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} \quad \text{[III.5]}$$

Se asume que no hay correlación de los términos de error entre observaciones, es decir:

$$E[u_{it}u_{js}] = 0 \quad \forall t \neq s \quad \text{[III.6]}$$

Donde i y j indican el número de ecuación, en tanto que t y s refieren al número de observación. Cabe decir que el número de observaciones es igual para todas las ecuaciones. Sin embargo, se admite que exista correlación contemporánea entre diferentes ecuaciones, es decir:

$$E[u_{it}u_{jt}] = \sigma_{ij} \quad \text{[III.7]}$$

Por lo tanto, la matriz de covarianzas de los residuos es:

$$E[\mathbf{u}\mathbf{u}^T] = \boldsymbol{\Omega} = \boldsymbol{\Sigma} \otimes \mathbf{I}_T \quad \text{[III.8]}$$

Donde $\boldsymbol{\Sigma} = [\sigma_{ij}]$ es la matriz de covarianzas (contemporáneas) de los errores, \otimes es el producto de Kronecker, \mathbf{I}_T es la matriz de identidad de dimensión T y T es el número de observaciones en cada ecuación.

Estimación con regresores exógenos

Si se asume que los regresores son exógenos, el sistema de ecuaciones [III.3] se podría estimar de forma consistente a través de Mínimos cuadrados ordinarios. Tales estimaciones se obtendrían de la siguiente manera:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}^T \hat{\boldsymbol{\Omega}}^{-1} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \hat{\boldsymbol{\Omega}}^{-1} \mathbf{y} \quad \text{[III.9]}$$

Y la matriz de covarianzas de los estimadores es:

$$\widehat{\text{COV}}[\hat{\beta}] = (\mathbf{X}^T \hat{\Omega}^{-1} \mathbf{X})^{-1} \quad \text{[III.10]}$$

El estimador se basa en el supuesto de que los términos de error no están contemporáneamente correlacionados ($\sigma_{ij} = 0 \forall i \neq j$) y tienen la misma varianza en cada ecuación ($\sigma_i^2 = \sigma_j^2 \forall i, j$). En este caso, $\hat{\Omega}$ en la ecuación [III.9] es igual a la matriz identidad $\mathbf{I}_{G,T}$ y se cancela.

Si todo el sistema se trata como una única ecuación, $\hat{\Omega}$ en la ecuación [III.10] es igual a $\sigma^2 \mathbf{I}_{G,T}$, donde σ^2 es un estimador de la varianza de los errores ($\sigma^2 = E[u_{it}^2]$). Si los términos de error de las ecuaciones individuales tienen diferentes varianzas, $\hat{\Omega}$ en la ecuación [III.10] es igual a $\hat{\Sigma} \otimes \mathbf{I}_G$, donde $\hat{\sigma}_{ij} = 0 \forall i \neq j$ y $\hat{\sigma}_{ii} = \sigma_i^2$ es la varianza estimada del término de error en la ecuación i .

Si los coeficientes estimados no están sujetos a alguna restricción en su valor para las diferentes ecuaciones, la técnica de MCO empleada como sistema de ecuaciones conduce a los mismos coeficientes que si se estiman las ecuaciones por separado usando MCO.

Estimación con regresores endógenos

En caso de que existan regresores que estén correlacionados con el término de error, es decir que $E[u_i^T \mathbf{X}_i] \neq 0$, la aplicación de Mínimos Cuadrados ordinarios conducirá a estimaciones sesgadas. En este caso, los procedimientos llevados adelante para sortear este problema son Mínimos Cuadrados en dos etapas (MC2E) y Mínimos Cuadrados en tres etapas (MC3E), ambos con variables instrumentales. Cabe decir que las variables instrumentales no deben estar correlacionadas con el término de error de la ecuación correspondiente:

$$E[u_i^T \mathbf{Z}_i] = 0 \quad \text{con } i = 1, 2, \dots, G \quad \text{[III.11]}$$

Además, se debe cumplir que los instrumentos \mathbf{Z}_i deben estar relacionados con las variables endógenas. Adicionalmente, se requiere que existan al menos tantos instrumentos como variables endógenas (Hamilton, 1994).

A los efectos de interpretar el rol que juegan esos instrumentos, obsérvese la gráfica III.1 donde hay una curva de demanda y una curva de oferta determinada por las letras D y S respectivamente. Se puede visualizar un primer periodo que estuvo asociado a un pequeño shock negativo a la demanda (curva D_1) y un shock positivo fuerte a la oferta (curva S_1).

Gráfico III.1: Curvas de oferta y demanda

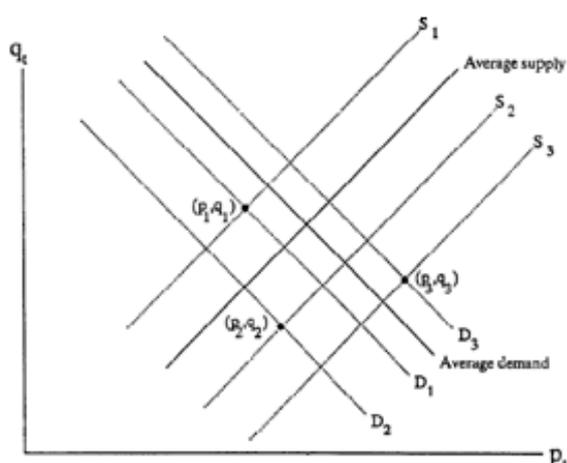
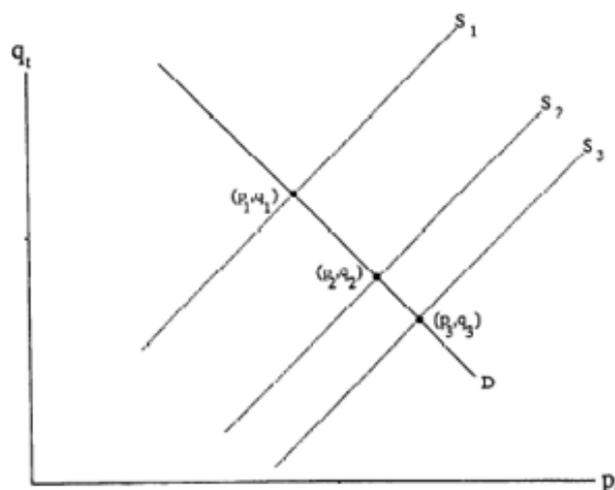


Gráfico III.2: Curvas de oferta y demanda



Fuente: Hamilton (1994)

Así, la observación para el periodo 1 es el par (p_1, q_1) . En un segundo momento, se observa un shock aún más negativo a la demanda y un shock negativo a la oferta. En tanto que en el periodo 3 se detecta un pequeño shock positivo sobre la demanda y un gran shock negativo a la oferta. Entonces la estimación por MCO trata de ajustar una recta a través de todos los puntos $\{p_t, q_t\}_{t=1}^T$ (Hamilton, 1994, pp. 234-235). Si en cambio, los shocks se produjeran para la curva de oferta y no para la demanda, entonces el diagrama de puntos permitiría trazar la curva de demanda, tal como lo muestra la figura III.2.

Por lo tanto, una estimación consistente de la elasticidad de la demanda se puede obtener si se encuentra un instrumento que mueva la curva de oferta pero no la de demanda. Además, si bien puede darse que los mismos instrumentos sean válidos para cada ecuación, algunas aplicaciones requieren que se tengan diferentes instrumentos para las diferentes ecuaciones.

Por otra parte, el desarrollo de MC2E o MC3E requiere de una primera etapa donde se estiman nuevos regresores:

$$\hat{X}_i = Z_i(Z_i^T Z_i)^{-1} Z_i^T X_i \quad \text{[III.12]}$$

Luego, estos regresores se sustituyen en la ecuación [III.9] para obtener una estimación insesgada del vector de parámetros β :

$$\hat{\beta} = (\hat{X}^T \hat{\Omega}^{-1} \hat{X})^{-1} \hat{X}^T \hat{\Omega}^{-1} y \quad \text{[III.13]}$$

Donde

$$\widehat{\mathbf{X}} = \begin{bmatrix} \widehat{\mathbf{X}}_1 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \widehat{\mathbf{X}}_2 & \cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \widehat{\mathbf{X}}_G \end{bmatrix} \quad \text{[III.14]}$$

Y la matriz de covarianzas de los coeficientes estimados es la siguiente:

$$\widehat{\text{COV}}[\widehat{\boldsymbol{\beta}}] = \left(\widehat{\mathbf{X}}^T \widehat{\boldsymbol{\Omega}}^{-1} \widehat{\mathbf{X}} \right)^{-1} \quad \text{[III.15]}$$

El estimador por Mínimos cuadrados en dos etapas tiene como supuesto que los términos de error no están contemporáneamente correlacionados ($\sigma_{ij} = 0 \forall i \neq j$) y tienen la misma varianza en cada ecuación ($\sigma_i^2 = \sigma_j^2 \forall i, j$). En este caso, se sustituye $\widehat{\boldsymbol{\Omega}} = \mathbf{I}_{G.T}$ en la ecuación [III.13]. Asimismo, el sistema entero puede ser tratado como una única ecuación sustituyendo $\widehat{\boldsymbol{\Omega}} = \hat{\sigma}^2 \mathbf{I}_{G.T}$ en [III.15], o sino, se puede asumir que los términos de error de las ecuaciones individuales tienen diferentes varianzas y para ello se sustituye $\widehat{\boldsymbol{\Omega}} = \widehat{\boldsymbol{\Sigma}} \otimes \mathbf{I}_T$ en la ecuación [III.15], donde $\hat{\sigma}_{ij} = 0 \forall i \neq j$ y $\hat{\sigma}_{ii} = \hat{\sigma}_i^2$.

Sin embargo, los términos de error de cada ecuación pueden estar contemporáneamente (y no contemporáneamente) correlacionados entre sí. Esto sucede porque, la presencia de factores no considerados que influyen los errores en una ecuación, pueden influenciar los errores en otras ecuaciones. Dado lo anterior y el hecho de que existen regresores que están correlacionados con el término de error, la técnica que permite obtener estimadores consistentes y asintóticamente más eficientes es Mínimos cuadrados en tres etapas. La estimación del vector de parámetros y su matriz de covarianzas surge de las ecuaciones [III.13] y [III.15] respectivamente con $\widehat{\boldsymbol{\Omega}} = \widehat{\boldsymbol{\Sigma}} \otimes \mathbf{I}_T$ donde $\widehat{\boldsymbol{\Sigma}}$ es la matriz estimada de covarianzas de los términos de error.

Tal estimador es consistente si todos los términos de error y todas las variables instrumentales no están correlacionadas ($E[u_i^T \mathbf{Z}_j] = 0 \forall i, j$). El método consta de diferentes enfoques, sin embargo, el elegido en este trabajo recae en el uso del Método Generalizado de los Momentos (MGM), el cual estima los parámetros de interés de la siguiente manera:

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}}_{\text{MC3E-MGM}} = \left(\mathbf{X}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \widehat{\boldsymbol{\Omega}} \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{X} \right)^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \widehat{\boldsymbol{\Omega}} \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{y} \quad \text{[III.16]}$$

Donde la matriz \mathbf{Z} tiene la siguiente forma:

$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} \mathbf{Z}_1 & 0 & \dots & 0 \\ \mathbf{0} & \mathbf{Z}_2 & \dots & \mathbf{0} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \mathbf{Z}_G \end{bmatrix} \quad [\text{III.17}]$$

En tanto que la matriz de covarianzas de los coeficientes es la siguiente:

$$\widehat{\text{COV}}[\hat{\boldsymbol{\beta}}_{\text{MC3E-MGM}}] = (\mathbf{X}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \hat{\boldsymbol{\Omega}} \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{X})^{-1} \quad [\text{III.18}]$$

Por otra parte, la matriz de covarianzas de los residuos se obtiene a partir de los verdaderos errores (u_i) de las ecuaciones estimadas, los que en general son desconocidos. Como consecuencia, dicha matriz se calcula a través de los residuos estimados (\hat{u}_i), los que se obtienen a partir de una primera estimación basada en Mínimos cuadrados en dos etapas. Luego, en una segunda etapa, la matriz de covarianzas de los residuos estimada puede ser empleada para la estimación por MC3E. En muchas ocasiones, la matriz es calculada a través de:

$$\hat{\sigma}_{ii} = \frac{\hat{u}_i^T \hat{u}_i}{T} \quad [\text{III.19}]$$

Donde T es el número de observaciones en cada ecuación. Sin embargo, en muestras finitas este estimador es sesgado dado que no es corregido por los grados de libertad. A los efectos de solucionar este problema es que la matriz se calcula de la siguiente manera:

$$\hat{\sigma}_{ij} = \frac{\hat{u}_i^T \hat{u}_j}{\sqrt{(T - K_i) \cdot (T - K_j)}} \quad [\text{III.20}]$$

Aquí, K_i y K_j son los números de regresores en la ecuación i y j respectivamente. Además es posible iterar las estimaciones por MC3E. Es así, que en cada iteración la matriz de covarianzas de los residuos es calculada a partir de los residuos de la iteración previa.

Modelo a estimar

Tomando en cuenta los antecedentes, el marco teórico y las variables a emplear, el sistema de ecuaciones a estimar tiene la siguiente forma:

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{q}_t^{md} = \alpha_m + \mathbf{X}_{mt} \boldsymbol{\beta}_{m1} + \mathbf{P}_{mt} \boldsymbol{\beta}_{m2} + \mathbf{D}_{mt} \boldsymbol{\beta}_{m3} + \mathbf{X}_{it} \mathbf{D}_{mt} \boldsymbol{\beta}_{m4} + \boldsymbol{\mu}_t^{md} \\ \mathbf{q}_t^{pd} = \alpha_p + \mathbf{X}_{pt} \boldsymbol{\beta}_{p1} + \mathbf{P}_{pt} \boldsymbol{\beta}_{p2} + \mathbf{D}_{pt} \boldsymbol{\beta}_{p3} + \mathbf{X}_{it} \mathbf{D}_{pt} \boldsymbol{\beta}_{p4} + \boldsymbol{\mu}_t^{pd} \end{array} \right. \quad [\text{III.21}]$$

En este sistema, \mathbf{q}_t^{md} es el vector de demanda de manzanas y \mathbf{q}_t^{pd} es el vector de demanda de peras. Asimismo, α_i representa el vector de constantes con $i =$ manzana, pera. Por otra parte, \mathbf{X}_{it} es una matriz que contiene variables de control con $i =$ manzana, pera en donde se incorporan todas aquellas variables exógenas que están detalladas en la tabla III.1. También se incluye la matriz \mathbf{P}_{it} de precios con $i =$ manzana, pera; así como la matriz \mathbf{D}_{it} de *dummies* mensuales o trimestrales según sea el modelo a estimar. En otro orden, β_{mz} representa el vector de parámetros de la ecuación de manzanas, con $z = 1, 2, 3, 4$; mientras que β_{pz} es el vector de parámetros de la ecuación de peras, con $z = 1, 2, 3, 4$. También puede existir interacciones entre las *dummies* y el resto de las variables exógenas, razón por lo cual es pertinente incluir el producto $\mathbf{X}_{it} \mathbf{D}_{it}$. El último término de cada ecuación es el vector de errores μ_t^{id} con $i =$ manzana, pera.

Resultados Obtenidos

Este apartado se divide en varios capítulos. En primer lugar, se muestra el resultado de la descomposición de aquellas series anuales en otras de carácter mensual, dado que la técnica de estimación elegida requiere que las series tengan la misma frecuencia. Luego se presentan los resultados del Test de Dickey-Fuller y Philipps-Perron a los efectos de analizar si todas las variables a emplear son estacionarias. A continuación, se muestran los resultados de las estimaciones por MC3E del sistema [III.21], junto con los test de hipótesis esbozados en el marco teórico y aquel detallado en el Anexo B.2. También se realiza una comparación entre los resultados de MC3E con MCO y MC2E para luego testear el desempeño de las hipótesis orientadoras del trabajo. Esta sección termina con un apartado referente a las limitaciones encontradas en el desarrollo de este estudio. Cabe decir que el desarrollo del trabajo se realizó con el programa estadístico R.

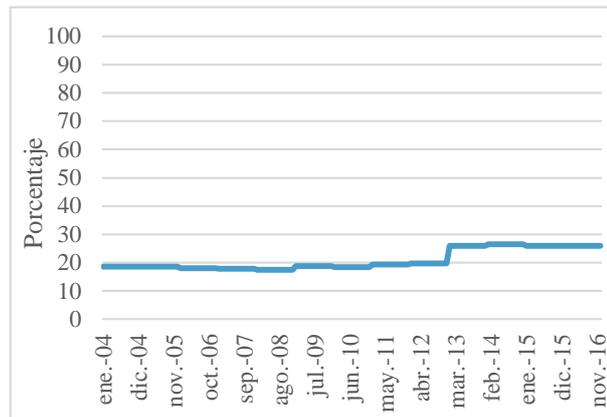
Descomposición de series anuales en mensuales

La técnica de estimación por MC3E exige que todas las series tengan la misma frecuencia. El inconveniente es que varios de los indicadores publicados por el INE son anuales, por lo tanto hay que simular su comportamiento para cada mes del año. En este aspecto, existen diferentes métodos para desagregar una serie anual a otra de mayor frecuencia (mensual, trimestral, cuatrimestral, entre otras.). En el caso de este estudio se emplearon los métodos de Denton y Denton-Cholette.¹³

La variable sometida a dicho procedimiento es Educación superior, cuya gráfica se muestra a continuación. Luego, en las gráficas IV.2 y IV.3 se presenta el resultado de las técnicas mencionadas.

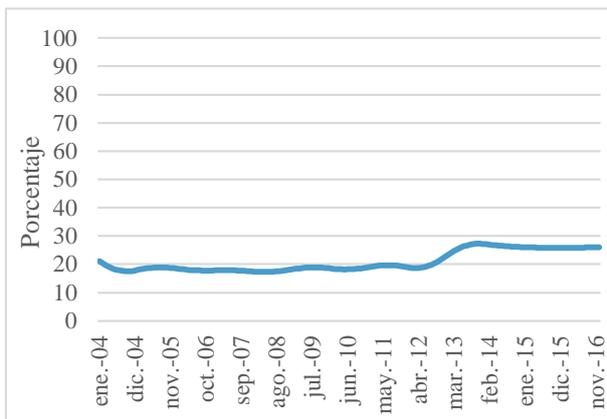
¹³ El detalle de este método se desarrolla en el Anexo B.3

Gráfica IV.1: Variable Educación

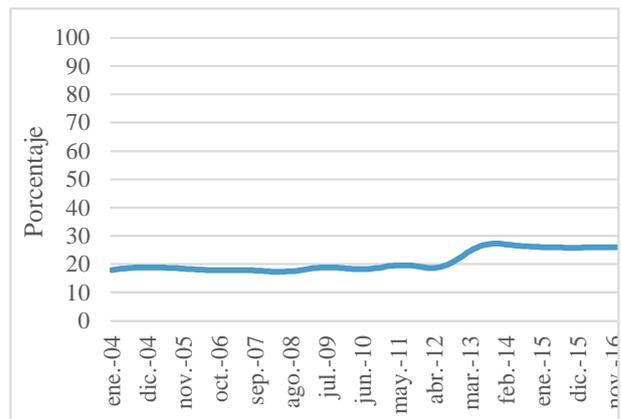


Fuente: elaboración propia con base en datos de INE

Gráfica IV.2: Método de Denton



Gráfica IV.3: Método de Denton - Cholette



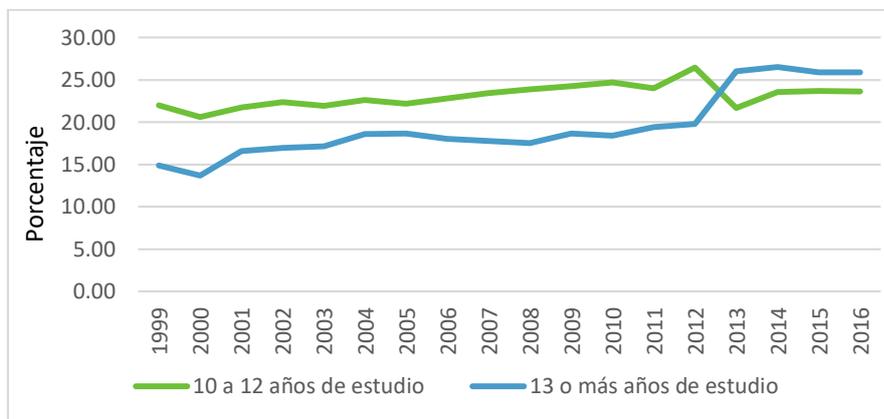
Fuente: elaboración propia con base en datos de INE

La primera gráfica presenta la variable original, en tanto que la segunda y tercera muestra el resultado de la aplicación de los métodos de Denton y Denton-Cholette respectivamente.

Los gráficos muestran que en 2013 se configuró una suba importante en la variable. Existen diversos factores que pueden explicar este fenómeno, por ejemplo un cambio en la manera de relevar la información. Sin embargo, el trabajo realizado por IECON (2018) establece que existen ciertos periodos donde no hubo diferencias sustantivas en el formulario de la Encuesta continua de hogares que repercutan en la forma en que la variable años de educación fue construida. En particular, se plantea que entre 2011 y el presente no hubo cambios sustanciales, por lo que se descarta que el salto en la variable se deba a una modificación en la forma de medición de los años de educación.

Una vez descartado lo anterior, se procede a buscar otras explicaciones del fenómeno. En efecto, tal suba sería explicada por una baja en el porcentaje de personas que dejan de tener 12 años de educación y pasan a tener 13 o más años, tal como muestra el siguiente gráfico.

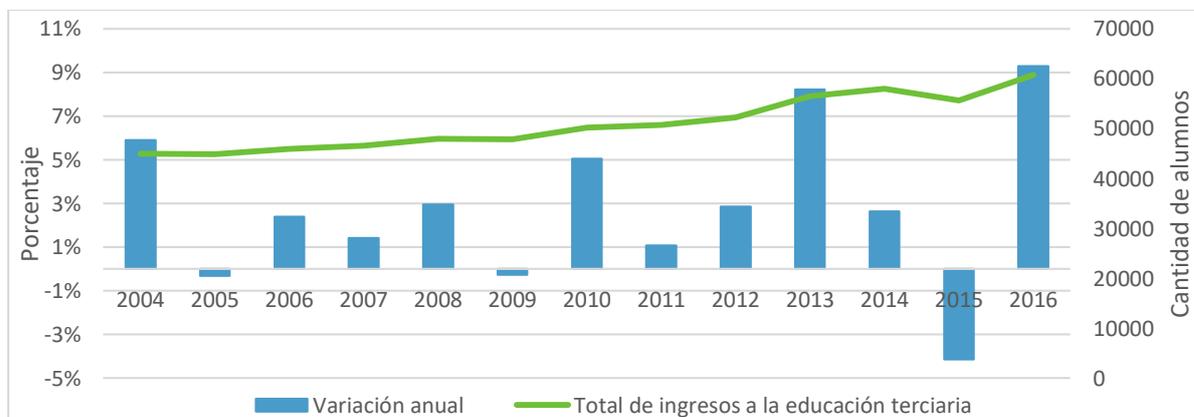
Gráfica IV.4: Porcentaje de personas con nivel de educación medio y superior



Fuente: elaboración propia con base en datos de INE

Como se desprende de la gráfica, en 2013 se registró una baja en el porcentaje de personas que cuentan con diez y hasta doce años de educación y que alcanzó el 18 por ciento. Otro aspecto a analizar, es la evolución de la matrícula en los cursos terciarios de los diferentes subsistemas de educación (Formación docente, Universidad y Consejo de Educación Técnico profesional). La gráfica IV.5 refleja que en 2013 hubo una suba en los ingresos (alcanzó un 8 por ciento de incremento en relación a 2012) a tales instituciones, lo que probablemente condujo a un aumento en los años de educación de las personas.

Gráfica IV.5: Evolución de la matrícula según subsistema educativo



Fuente: elaboración propia con base en datos de INE

En resumen, el efecto de la suba en los años de educación para el 2013 podría explicarse por un movimiento inusual de personas que pasan de tener hasta 12 a por lo menos 13 años de educación. Prueba de ello se encontraría en el aumento de la matrícula estudiantil en los cursos de nivel terciario, lo que provocó que un gran porcentaje de la población superara el umbral de educación media.

Análisis de estacionariedad de la series

La estimación de los parámetros a través de Mínimos cuadrados en tres etapas exige que las variables empleadas sean estacionarias. Como consecuencia de ello, se realizan los test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) y de Philipps-Perron a las variables tanto en nivel como en primeras diferencias. El objetivo de realizar ambas pruebas es complementar las conclusiones de ambos test.

En la tabla D.1 del anexo D se puede ver el resultado del test de ADF para las distintas variables que componen el análisis. En ella, se muestra que parámetros se incluyen para alcanzar la estacionariedad de las series (ninguno, constante, constante y tendencia). En la tabla D.2 de dicho anexo se puede ver el resultado del test de Phillipps-Perron para aquellas variables que fueron sometidas al test anterior. Ella también detalla que parámetros se incluyen a los efectos de lograr la estacionariedad de las series (ninguno, constante, constante y tendencia). Asimismo, se asumió que el nivel de significación es del 5 por ciento a no ser que expresamente se aclare lo contrario.

En la mayoría de los casos, ambas pruebas coinciden en no rechazar la presencia de estacionariedad en las variables estudiadas, tanto sea que se considere un valor crítico del 5 o 10 por ciento. Sin embargo, algunas variables que sí son estacionarias según el test de ADF, no lo son si se realiza el test de Philipps-Perron. A pesar de ello, se emplearán en la estimación de los modelos aquellas variables que superen al menos una de las pruebas.

Estimación por Mínimos cuadrados en tres etapas

A continuación se presentan las estimaciones de los sistemas de demanda de frutas usando la técnica de Mínimos Cuadrados en tres etapas. En total se estimaron siete pares de modelos que logran medir aquellos factores de largo plazo que afectan la demanda de largo plazo de manzanas y peras.

Descripción general de los modelos estimados

En total se estimaron siete sistemas de ecuaciones (ver Anexo G), de los cuales un primer grupo formado por cuatro fue estimado usando *dummies* mensuales a los efectos de capturar la estacionalidad de la demanda de frutas a lo largo del año (Sistema 1, Sistema 4, Sistema 5, Sistema

6). Los restantes tres se estimaron con *dummies* trimestrales que capturen la mencionada estacionalidad (Sistema 2, Sistema 3, Sistema 7).

Por otra parte, la situación configurada con el aumento en el porcentaje de personas con más de 12 años de educación en 2013 condujo a realizar ajustes en la medición de la variable y detectar si esto conllevaría a cambios en las estimaciones. En la primera variante, se emplea la variable educación transformada en logaritmos. En una segunda variante, se realiza la primera diferencia (variable $eds3012$ la cual se calcula como Educación superior_t - Educación superior_{t-1}) a los efectos de medir su variación mensual. Con este ajuste, la variable se mantiene en niveles similares en todo el periodo salvo en 2013, donde el cambio es mayor. La tercer variante incorpora la variable $eds3012$ y se adiciona una interacción con la *dummy* para el año 2013 ($eds3012 * dummy2013$) que logra capturar la particularidad de ese año para $eds3012$.

En consecuencia, los sistemas 1 y 7 se estimaron con la variable educación expresada como el logaritmo del porcentaje de personas con 13 o más años de instrucción, a la cual se desagregó usando los métodos detallados en el Anexo B.3. Un segundo grupo de sistemas (Sistema 2, Sistema 4, Sistema 5) se estimó con la variable educación $eds3012$. En el tercer grupo de sistemas (Sistema 3, Sistema 6) además de incorporar $eds3012$, se incluyó la interacción para el año 2013.

Debe mencionarse que en todos los sistemas se comenzó incluyendo cada variable en ambas ecuaciones. Luego, se mantenía o se descartaba su presencia en cada una de ellas en función de dos criterios. Estos fueron que el signo y el valor absoluto del coeficiente resultante sean acordes a lo esperado en función de los antecedentes relevados y la teoría económica. Es por ello que hay variables que están en ambas ecuaciones, como por ejemplo ingresos, el precio de las manzanas, peras y bananas, mientras que hay otras que están en solo una de ellas (horas de trabajo y educación).

La estimación de cada sistema de ecuaciones fue sometida a un conjunto de tests con el objetivo de cotejar el cumplimiento de aquellos supuestos realizados sobre las propiedades microeconómicas de la función de demanda. Es por ello que a través de la ecuación [II.4] del marco teórico se logró verificar el supuesto de homogeneidad de grado cero dado que el p-valor del test correspondiente es mayor al 5 por ciento tanto en manzanas como peras, implicando que los individuos no sufren de ilusión monetaria. Otro de los supuestos analizados es que las elasticidades-precio cruzadas para las demandas hicksianas de manzanas y peras son simétricas y para ello se empleó la ecuación [II.23] del marco teórico. Es así que a través de las elasticidades-precio cruzadas de las demandas marshalianas se verificó la simetría en todos los modelos, dado que el p-valor del test llevado adelante es superior al 5 por ciento.

Con posterioridad se realizó un test de Wald para comprobar si las variables que resultaron incorporadas en ambas ecuaciones tenían el mismo coeficiente. En todos los casos se detectó que la variable ingresos tenía un p-valor que supera largamente el 5 por ciento, por lo cual se aceptó la hipótesis de que la variable tiene igual coeficiente en la demanda de manzanas y de peras. A consecuencia de ello, se procedió a imponer tal restricción en todos los sistemas. También se analizó si las elasticidades precio cruzadas de manzanas y peras eran iguales en ambas ecuaciones. El resultado de los tests llevó al rechazo de tal igualdad puesto que el p-valor resultó ser menor al 5 por ciento en todos los casos.¹⁴ Asimismo, en los sistemas que incluyen los precios de la banana en ambas ecuaciones también se rechazó la igualdad en las elasticidades precio cruzadas con dicha fruta.

Una vez estimados los sistemas se procedió a indagar si los residuos seguían una distribución Normal. Para eso se llevó adelante el test de Kolmogorov – Smirnov, el cual permitió aceptar la hipótesis de que los errores de todas las ecuaciones de cada sistema siguen esa distribución. Además, también se descartó la presencia de autocorrelación serial pues el test de Box-Pierce alcanzó un p-valor superior al 5 por ciento en todos los casos. La última prueba a la que se sometieron los residuos fue la de presencia de raíces unitarias. En este caso, tanto el test de Dickey-Fuller Aumentado como el de Philipps-Perron permitieron aceptar la hipótesis de estacionariedad de los errores.

Otro test llevado adelante fue el de Hausman, el cual tuvo p-valores cercanos a 1 en los siete sistemas estimados. Como consecuencia, se puede afirmar que el estimador por Mínimos cuadrados en tres etapas es consistente y asintóticamente más eficiente que el estimador de dos etapas. Por último, debe mencionarse que el test de restricciones de sobreidentificación presenta en todos los casos un p-valor mayor al 5 por ciento, por lo que no se rechaza la hipótesis nula de que los instrumentos son válidos, es decir exógenos.

Otro requisito exigido fue que los coeficientes de aquellas variables incluidas en todos los sistemas tuvieran el mismo signo y un valor similar entre ellos. No obstante, hay un caso donde se encuentran signos opuestos y refiere a la *dummy* para el mes de noviembre en manzana. En este caso no resulta claro si en tal mes se vende mayor volumen en relación a marzo, dado que suceden años donde noviembre tiene mayor volumen de venta con otros donde la situación es la contraria (seis y siete años respectivamente). Asimismo, el índice estacional que está en el apartado de Caracterización del mercado de Frutas, reporta valores promedio muy similares (109,4 para marzo y 108,4 para noviembre). Por lo tanto, el comportamiento en dichos meses no resulta evidente y por eso los modelos no fueron concluyentes en cuanto al signo final de tales variables.

¹⁴ Cabe aclarar que la igualdad testada es independiente a la simetría que surge de las demandas hicksianas, puesto que lo que se verifica en este punto es si las estimaciones que surgen de la demanda marshaliana tienen el mismo valor.

Discusión de los modelos estimados

Si bien los siete sistemas cumplieron con los requerimientos mínimos exigidos para obtener las estimaciones de los parámetros de interés, algunos modelos destacan frente a otros cuando se miran con mayor detalle. Es por ello que a continuación se realiza la discusión de aquellos modelos que mejor comportamiento tienen en función de los criterios que se consideraron relevantes.

Tabla IV.3: Determinantes de la demanda de manzanas y peras empleando MC3E

Ítem	MC3E			
	Script Modelo viejo 1		Script modelo viejo 6,2	
	Manzana	Pera	Manzana	Pera
	Coeficientes			
Constante	13,93 (0,95)***	13,618 (5,558) *	14,33 (1,054) ***	23,674 (4,79) ***
y2 (Precio de manzanas)	- 0,2 (0,0842)*	0,895 (0,328) **	-0,298 (0,138) *	0,761 (0,32) *
y3 (Precio de peras)	0,123 (0,114)	- 2,14 (0,438)***	0,0206 (0,1085)	- 2,223 (0,424) ***
Trim2 (Trimestre 2)			-0,0326 (0,0409)	0,112 (0,152)
Trim3 (Trimestre 3)			-0,00785 (0,0576)	- 0,578 (0,181) **
Trim4 (Trimestre 4)			0,203 (0,0726) ***	- 0,597 (0,199) **
Ingresos31 (Ingresos)	0,0476 (0,0949)	0,0476 (0,0949)	0,0136 (0,1215)	0,0136 (0,122)
Y4(Precio banana)		0,723 (0,418) •	0,196 (0,115) •	1,28 (0,436) **
Eds3012 (Educacion superior en diferencias)				2,766 (0,888) **
Eds35dl (Educación superior en logaritmos)		1,258 (0,338) ***		
Trabajoprom (Horas de trabajo)		-0,0839 (0,0928)		- 0,17 (0,11)
Printpera (Precio internacional de pera)				- 1,031 (0,576) •
Dummy educacion 2013 (eds35dl2)				- 2,007 (0,921) *
Printmz (Precio internacional de manzanas)				
Enero	- 0,256 (0,066)***	- 1,10 (0,285) ***		
Febrero	- 0,159 (0,0534)	- 0,253 (0,203)		
Abril	- 0,0492 (0,0532)	0,037 (0,193)		
Mayo	- 0,160 (0,0570)**	- 0,137 (0,208)		
Junio	- 0,234 (0,069) ***	- 0,664 (0,249) **		
Julio	- 0,257 (0,0762) ***	- 1,0369 (0,268) ***		
Agosto	- 0,148 (0,0827) •	- 1,0567 (0,299) ***		

Setiembre	-0,114 (0,0859)	- 1,131 (0,316)***		
Octubre	0,03 (0,0877)	- 1,0475 (0,331)**		
Noviembre	- 0,034 (0,0958)	- 1,0436 (0,367) **		
Diciembre	0,009544 (0,095)	- 1,727 (0,387) ***		
Dummy 2004	0,012 (0,051)			
Dummy 2007		0,311 (0,161) •		
Dummy 2010				
Dummy 2014				
Dummy 2015				0,40 (0,195) *
Variables instrumentales				
Instrumentos	Plantastot2	PlantasT2	Plantastot2	Plantastot2
	Superficie2	kgxplanta2	Superficie2	Superficie2
	deficitlluvia	Prsuperficie2	Prsuperficie2	Prsuperficie2
	Prkgplanta2	frio213	deficitlluvia	deficitlluvia
	Supprodpr2	Prplantasp2	Prplantasp2	Prkgplanta2
			frio223	
Estadísticos				
R cuadrado	0,435104	0,845524	0,276148	0,79197
R cuadrado ajustado	0,37458	0,825228	0,241912	0,774513
Tests				
Test de restricciones lineales para Ingresos (p-valor)		1		1
Test de restricciones lineales-Elasticidades precio cruzadas de pera y manzana (pvalor)		0,03128*		0,03777*
Test de restricciones lineales - Precio de banana (pvalor)				0,01044*
Homogeneidad de grado 0 (pvalor)	0,7508	0,3089	0,4925	0,7487
Simetría de la elasticidad precio cruzada (pvalor)		0,7993		0,6503
Test de normalidad (Kolmogorov-Smirnov)	0,037336 (0,8586)	0,064493 (0,1162)	0,070104 (0,05859)	0,065892 (0,09463)
Test de Autocorrelación de los residuos (Box-Pierce)	142,53 (0,7548)	184,31 (0,054)	136,02 (0,8615)	153,73 (0,5138)
Test de ADF de los residuos	-62,562	-57,247	-66,807	-72,514
Test de Phillips-Perron de los residuos	-88,594	-72,923	-83,085	-7,95
Test de Hausman		9,2578 (1)		3,8008 (1)
Test de restricciones de sobreidentificación		0,08029511		0,9433301

Nota: Desvío estándar entre paréntesis

•, *, **, *** representa niveles de significación del 10%, 5%, 1% y 0,1 % respectivamente

Fuente: elaboración propia

Dónde: - y2: Logaritmo del precio por kg de manzana a precios de diciembre de 2016

- y3: Logaritmo del precio por kg de pera a precios de diciembre de 2016

- y4: Logaritmo del precio por kg de banana a precios de diciembre de 2016

- enero, febrero, abril, mayo, junio, julio, agosto, setiembre, octubre, noviembre, diciembre son *dummies* para el mes de referencia

- trimi: *dummy* por trimestre con i= trimestre 2, trimestre 3, trimestre 4

- Ingresos31: Logaritmo del Ingreso mensual de los hogares a precios de diciembre de 2016

- eds35dl: logaritmo del porcentaje de la población con 13 o más años de estudio

- eds3012: primera diferencia del nivel de porcentaje de personas con 13 o más años de estudio

- Trabajoprom: nivel de horas semanales promedio de trabajo a nivel nacional

- printpera: logaritmo del precio *Free on Board* (FOB) de importación de peras en Brasil en pesos de diciembre de 2016

- printmz: logaritmo del precio FOB de importación de manzanas en Brasil en pesos de diciembre de 2016

- eds35dl2: *dummy* para educación en el año 2013

- d2004: *dummy* anual tomando el valor 1 en 2004

- d2007: *dummy* anual tomando el valor 1 en 2007

- d2010: *dummy* anual tomando el valor 1 en 2010

- d2014: *dummy* anual tomando el valor 1 en 2014

- d2015: *dummy* anual tomando el valor 1 en 2015

Es así que del conjunto que fue estimado usando *dummies* mensuales, el que tiene mejor ajuste es el Sistema 1 si se toma en cuenta la significación de las elasticidades precio propias y cruzadas, el valor que tuvo cada variable así como el R cuadrado ajustado (asciende a 0,375 en manzanas y 0,825 en la ecuación de peras).

En la ecuación de manzanas, la elasticidad precio propia resulta ser inelástica y su valor asciende a -0,2, en tanto que la elasticidad precio cruzada es de 0,12. En la ecuación de peras, la elasticidad precio propia es de -2,14 y la elasticidad precio cruzada es de 0,90. De los cuatro coeficientes, el único que no es significativo al 5 por ciento es la elasticidad cruzada de manzanas en relación al precio de las peras.

Una elasticidad de -0,2 para las manzanas refiere a que si se mantiene el resto de los factores constantes, una suba en el precio de dicha fruta del 1 por ciento se asocia con una disminución del volumen mensual consumido del 0,2 por ciento. La elasticidad cruzada de 0,12 refiere a que una suba del 1 por ciento en el precio de las peras conduce, si se mantiene el resto de las variables constantes, a un aumento del 0,12 por ciento en la demanda de manzanas. Esto refleja un patrón de sustitución entre ambos bienes, lo que resulta acorde a lo esperado.

En cuanto a la ecuación de demanda de peras, la elasticidad precio propia de -2,14 implica que una suba en su precio del 1 por ciento se asocia (manteniendo el resto de las variables constantes) a una baja en la cantidad demandada de peras de 2,14 por ciento. En cambio, un aumento del 1 por ciento en el precio de las manzanas conduce *ceteris paribus* a un incremento en la demanda de peras del 0,90 por ciento y viceversa.

La diferencia en las elasticidades cruzadas en ambas ecuaciones puede deberse a que las manzanas son una fruta cuya ingesta está más afianzada en relación a las peras (el consumo aparente está en 29 y 8 gramos respectivamente). Es por ello que a igual baja de precios en cada rubro sustituto, la demanda de manzanas se reduce en menor medida con respecto al consumo de peras.

Otra de las frutas sustitutas es la banana, cuyo coeficiente en la ecuación de peras es significativo al 10 por ciento y su valor es de 0,72. Es decir que un incremento del 1 por ciento en su precio se corresponde con un aumento en el consumo de peras del 0,72 por ciento.

La elasticidad ingreso en ambas ecuaciones asciende a 0,048, y si bien no es significativa, implica que una suba del 1 por ciento se traduce *ceteris paribus* en un incremento de la demanda de frutas del 0,048 por ciento. Esto se debería a la relación positiva entre ingresos y consumo, en donde consumidores con mayor poder adquisitivo empujarían a una mayor demanda.

En la ecuación de peras también se incluyó la variable educación puesto que la literatura internacional sugiere que los individuos con altos niveles de formación tienden a una mayor ingesta de frutas y hortalizas. En así que el coeficiente de 1,26 indica que el incremento de un punto porcentual en la proporción de personas con 13 o más años de educación conduce a un aumento en la demanda de peras del 1,26 por ciento.

La literatura económica también sugiere que el tiempo dedicado al trabajo incide en el consumo de frutas y hortalizas. En consecuencia, otra de las variables incluidas en la demanda de peras es la referente a horas dedicadas trabajar. El coeficiente estimado de -0,084 es no significativo e implica que el aumento de 1 hora trabajada en la semana se asocia con una reducción de la demanda de peras del 8,4 por ciento. La razón detrás de este coeficiente es sugerida por Escoto et al. (2012) , quienes encuentran evidencia de que largas jornadas de trabajo inducen a que las personas no tengan tiempo para pensar en comidas saludables, o que se encuentren demasiado ocupadas para comer de forma sana, por ejemplo en el desayuno. Además, un individuo come en promedio una pera de calibre grande al mes, lo que sugiere que no es una fruta fuertemente arraigada al consumidor, por lo que en caso de realizar largas jornadas de trabajo puede ser dejada de lado y optar por otros productos preparados y más fáciles de ingerir como por ejemplo alfajores, galletitas o *snacks*.

En cuanto a las *dummies* mensuales que reflejan el carácter estacional de la demanda de peras, las mayores transacciones ocurren en marzo y abril y luego empiezan a disminuir sistemáticamente conforme transcurre el año. Tal baja es reflejo de que una vez cosechada la fruta en los primeros meses del año, las pobres aptitudes de conservación impiden que se pueda mantener una oferta estable y con calidad aceptable en el resto del año. Es así que el consumidor encuentra un desestímulo a la compra de esta fruta sobre el último trimestre, ya que no es tan apetecible en comparación con otras que están empezando a cosecharse (por ejemplo los duraznos) o la propia manzana que aún puede presentar mejor calidad pese a lo lejano que se encuentra del periodo de cosecha.

Si bien la estacionalidad está presente en las manzanas, no es tan marcada dado que su mejor potencial de conservación permite mantener mayores niveles de fruta durante el año y con una calidad aceptable al consumidor. Inclusive, puede verse que en diciembre aumenta la demanda como resultado de que la llegada de la temporada estival impulsa a una mayor ingesta (CAMM, 2009).

Una vez discutidos los resultados del primer conjunto de demandas, se procede a analizar aquellas ecuaciones que incluyen *dummies* trimestrales para reflejar la estacionalidad del consumo. De ellas, el sistema que tiene mejor ajuste es el Sistema 3 si se pone foco en el valor de las elasticidades y el valor del R cuadrado ajustado (0,24 en manzanas y de 0,77 en peras).

La elasticidad precio propia en la ecuación de manzanas asciende a $-0,298$, en tanto que la elasticidad precio propia en peras es de $-2,22$. En relación a las elasticidades precio cruzadas en la ecuación de manzanas, éstas ascienden a $0,0206$ y $0,196$ con relación a las peras y las bananas respectivamente. En cambio, las elasticidades precio cruzadas en la ecuación de peras ascienden a $0,761$ y $1,28$ en relación a las manzanas y bananas respectivamente. Además, la elasticidad ingreso es de $0,0136$ lo que implica que una suba del 1 por ciento se traduce *ceteris paribus* en un incremento en el consumo de peras y manzanas del $0,0136$ por ciento.

Las *dummies* trimestrales incluidas permiten cuantificar la estacionalidad que tiene el consumo de fruta durante el año. En el caso de las manzanas, se observa que la demanda es menor en el segundo y tercer trimestre del año en relación al primero. En cambio, en el último trimestre se observa un incremento en las ventas, lo que sugiere que en los meses de temperaturas elevadas los consumidores se encuentran más predispuestos a comprar frutas. En relación a las peras, la demanda es superior en el segundo trimestre en comparación al primero. No obstante, en el tercer y cuarto trimestre del año el volumen vendido baja sensiblemente en relación a los primeros meses de año. Como ya se mencionó, esto puede deberse a que la fruta disponible en estos meses no presenta su mejor calidad por estar lejos del periodo de cosecha, lo que incide en su menor preferencia en virtud de otras como las manzanas (que tienen mejor potencial para llegar con una calidad adecuada a finales de año) o los duraznos y pelones cuya cosecha se produce desde el mes de octubre y noviembre respectivamente (INIA, 2018).

Otra de las variables incluidas en la ecuación de peras es educación superior, que es medida a través de Eds3012 y muestra un impacto positivo en su consumo. Es así que una suba de una unidad en la variación mensual de la variable provoca un aumento de $276,6$ por ciento en el consumo de la fruta. Además, se incorporó una interacción de la variable educación con la *dummy* para 2013 debido al incremento ocurrido en ese momento de aquellas personas con al menos 13 años de estudio. El coeficiente total para dicho año fue de $0,759$ ($2,766 - 2,007$), por lo que la suba de una unidad en tal variable para el año 2013 provocó una demanda incremental de peras del $75,9$ por ciento.

En relación a la variable Trabajo promedio, la elasticidad asciende a $-0,17$ y si bien no resulta ser significativa, su coeficiente refleja que un incremento de 1 unidad en las horas semanales trabajadas se asocia con una disminución en el consumo de peras del 17 por ciento. También se quiso medir el impacto que tiene los precios internacionales en la demanda local de frutas. En este sentido, si los precios internacionales (en este caso el precio al que Brasil importa peras) se elevan 1 por ciento, la baja en el consumo local de esta fruta sería del $1,031$ por ciento. Esto se explicaría en que si los precios internacionales suben, los productores dejan de vender dicho bien en el mercado interno

para destinarlo al exterior (la oferta está condicionada fuertemente por la superficie cultivada, la cual es relativamente estable de un año al otro). En este escenario se generaría una baja en la oferta local y por lo tanto el relativo desabastecimiento provocaría una suba de precios. Tal suba es la que desencadenaría una baja en la demanda de frutas.

En otro aspecto, cabe decir el Sistema 5 incorpora una variable que no fue incluida en los dos sistemas analizados. Esta refiere al precio internacional de las manzanas, la cual entra con un coeficiente de $-0,01$ aunque no es significativo. A su vez, este es el único modelo en el cual el coeficiente de la elasticidad precio propia de las manzanas es significativo al 10 por ciento. La razón de esta reducción en la significación podría encontrarse en que la correlación entre ambas variables, que si bien es baja¹⁵ (0,39), puede tener como consecuencia que aumenta la varianza del estimador y por ello baja la significación de la elasticidad precio propia de la manzana en este modelo. No obstante, dada la baja correlación mencionada (lo cual es razonable dado que lo que sucede a nivel internacional es poco relevante para la formación de precios en un mercado local que es básicamente cerrado al comercio internacional), se estima que no se estaría incurriendo en sesgo por variables omitidas en los sistemas que no incluyen tal variable.

Comparación de los resultados con Mínimos Cuadrados Ordinarios y Mínimos cuadrados en dos etapas

La técnica de Mínimos cuadrados Ordinarios asume que los términos de error no están contemporáneamente correlacionados entre ecuaciones e ignora el problema de que los regresores de una o más ecuaciones estén correlacionados con el término de error. El primer asunto puede llevar a que las estimaciones no sean eficientes, en tanto que el segundo conduce a estimaciones sesgadas. Mínimos cuadrados en dos etapas levanta el último problema pero sigue asumiendo que los términos de error no están contemporáneamente correlacionados. En cambio, Mínimos cuadrados en tres etapas ataca ambos problemas, razón por la cual se decidió su aplicación.

A pesar de los inconvenientes mencionados, se procede a comparar los resultados de la técnica de MC3E con los resultados obtenidos de la utilización de MCO y MC2E (las tablas de resultados se encuentran en los anexos E y F). Puede verse que en todos los casos el parámetro de la elasticidad precio propia de peras utilizando la técnica de MCO es menor a lo encontrado por MC3E. Otra de las diferencias se encuentra con la elasticidad ingreso dado que MCO estima un valor sensiblemente

¹⁵ Es de esperar que la correlación sea baja dado que la importación de esta fruta alcanzó un promedio de 7,5 por ciento de la producción local en las últimas 5 zafras y se realizó en momentos excepcionales cuando la oferta local fue baja.

mayor, en tanto que según el modelo final puede aparecer con signo negativo y esto se contrapone con la evidencia nacional e internacional citada al comienzo y la propia estimación por tres etapas.

También se encuentran diferencias con los resultados obtenidos usando Mínimos cuadrados en dos etapas. A modo de ejemplo, la elasticidad precio propia de las manzanas resulta en algunos modelos positiva y en otros con valor absoluto superior al encontrado con MC3E. Además, la observación sobre la elasticidad ingreso hecha anteriormente también aplica en este caso puesto que los valores son sensiblemente mayores en valor absoluto a MC3E, además de que en algunas oportunidades se obtiene el signo contrario al esperado.

Por lo tanto, las dos técnicas antes mencionadas muestran los reparos esperables en términos de la estimación final de los parámetros de interés, lo que refuerza la idea de optar por las estimaciones de Mínimos cuadrados en tres etapas.

Análisis de las hipótesis del estudio

En las secciones anteriores se presentaron las estimaciones de las elasticidades precio propia de la demanda de manzanas y peras. Éstas permiten aseverar que las elasticidades son negativas en todos los casos, lo que en general está en consonancia con los valores citados en los antecedentes de la tabla I.1 y lo sugerido por la teoría económica (ecuación II.11 del Marco Teórico). De manera similar, el coeficiente de ingresos resultó positivo, oscila entre 0,012 y 0,077 según el sistema considerado y está acorde a los antecedentes de la tabla mencionada y la teoría económica (ecuación II.10 del Marco Teórico).

Por otra parte, los modelos arrojan evidencia de que el aumento en el número (tanto en porcentaje como en su variación con respecto al periodo anterior) de personas con nivel educativo superior (al menos 13 años de estudio) conduce a una mayor demanda de frutas. Esto condice con lo sugerido por Nayga (1995), Powell et al (2009) y Babatunde et al (2014), quienes aseveran que mayores niveles de instrucción formal se asocian con una mayor ingesta de frutas y hortalizas. La razón deriva de que individuos más educados se enfrentarían con mayor frecuencia a información referente a los beneficios del consumo saludable, por lo que se verían alentados a consumir frutas y hortalizas (Nayga, 1995).

La otra variable que estima el estudio es el impacto en la demanda de la dedicación semanal a las tareas laborales. Si bien esta variable no es significativa para todos los modelos encontrados, sugiere que un incremento en la jornada promedio de trabajo se asocia con un menor consumo de peras. Esto coincide con lo sugerido por Escoto et al. (2012), quienes proponen que largas jornadas

de labor conducen a las personas a no tener tiempo para la planificación de las comidas que incluyan estos rubros o directamente no consumir frutas y hortalizas.

Hay que mencionar que los modelos estimados también dan cuenta del carácter estacional de la demanda, la cual es más fuerte cuando se está próximo al periodo de cosecha y en general disminuye conforme transcurre el año. Tal patrón se condice con el análisis llevado adelante por Bruzzone, Díaz y Pacheco (2017), lo cual es otro reflejo de las coincidencias entre lo propuesto por la literatura empírica y lo encontrado en éste estudio.

En suma, la primera hipótesis del trabajo es corroborada en la medida que las estimaciones obtenidas por la técnica de MC3E coinciden con la revisión de antecedentes y la teoría económica.

En relación a la segunda hipótesis, lo primero a tener en cuenta para ver si es posible alcanzar la meta de consumo es determinar a cuanto deberían reducirse los precios de cada fruta. Aquí, lo complejo de decidir qué sistema provee la mejor estimación derivó en que se considerara tres opciones para calcular la reducción de precios. Éstas reparan en considerar las elasticidades de los modelos descriptos en el apartado de resultados, en tanto que la tercera consiste en tomar la mediana de los coeficientes estimados en los siete sistemas de ecuaciones. En el caso de las manzanas, la elasticidad precio propia es la que surge del Sistema 1, cuyo valor es - 0,2. En cambio, en el caso de la elasticidad precio propia de las peras, la mediana surge del Sistema 2 y el valor asciende a - 2,326.

En el apartado de caracterización del mercado de frutas se esboza que alcanzar la meta de la OMS implicaría un aumento de 59,1 y 30,7 por ciento en la ingesta de manzanas y peras respectivamente si se compara con la mediana de consumo de las últimas cinco zafras. Las reducciones de precios acorde al umbral mencionado se detallan en la siguiente tabla.

Tabla IV.4: Reducciones porcentuales de precios acordes al meta de consumo

Modelo	Manzana	Peras
Sistema 1	295,5	14,3
Sistema 3	198,3	13,8
Mediana	295,5	13,2

Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, incrementar el consumo de peras podría lograrse vía una reducción de precios que oscila entre el 13 y el 14 por ciento según el coeficiente considerado. En cambio, lograr una ingesta de manzanas acorde a la meta implicaría reducciones de precios que dejan de ser razonables pues conduce a que la fruta cotice con valores negativos. Este resultado permite sugerir que deben operar otros mecanismos que incrementen la demanda. Mirando el resto de los determinantes, un

aumento en el ingreso de los uruguayos podría conducir a una mayor demanda, aunque esta opción puede no tener la inmediatez esperada. Es por ello que se pueden implementar otras medidas como por ejemplo lanzar más campañas de consumo como la desarrollada por el MGAP y el Mercado Modelo, las cuales buscan concientizar sobre una mayor ingesta de estas frutas.

En síntesis, lo esbozado anteriormente está en consonancia con la segunda hipótesis en el sentido de que incrementar la demanda de frutas al umbral recomendado no puede alcanzarse únicamente vía reducción de precios, sino que se requiere trabajar en otros aspectos. Además, aunque fuera viable aumentar la ingesta con menores precios, puede no ser factible si los productores no logran cubrir sus costos de producción. Esto refuerza la idea de que el problema de un consumo insuficiente de frutas no se resuelve solo por hacer los productos más accesibles a los consumidores.

Limitaciones del estudio

Existen algunas limitaciones que pueden generar sesgos en las estimaciones de la elasticidad precio propia de la demanda de manzanas y peras. La primera tiene que ver con la forma en que los datos son recolectados en el Mercado Modelo ya que los precios relevados de manzanas y peras reflejan las calidades medias y superiores de la fruta vendida en tal lugar. Esto atenta con el objetivo de tener un coeficiente que refleje la elasticidad de una calidad promedio comercializada en la principal plaza mayorista.

La otra fuente de sesgos tiene que ver con la presencia de variables omitidas y que hubiese sido interesante incorporarlas como bienes sustitutos. No obstante, existen dos problemas al respecto. El primero tiene que ver con las dificultades para construir instrumentos para el periodo de estudio en caso de que quiera incorporarse los cítricos. El segundo refiere a la estacionalidad de frutas como el durazno que genera que haya momentos del año donde la carencia de oferta provoca que no haya datos de precios ni cantidades. En consecuencia, la introducción de tal fruta requeriría pensar el problema de una forma diferente para abordar el hecho de que no se comercializa durante todo el año. Además, en caso de obtener datos para estas frutas también sería deseable incorporarlas dentro de cada sistema estimando su función de demanda.

Una última limitación se encuentra en el hecho de que para captar algunos de los efectos que surgen de la literatura, se tuvo que apelar a variables que son agregados nacionales (nivel de educación, horas trabajadas o nivel de ingresos) y que además tienen poca variabilidad anual.

Conclusiones

El presente trabajo aporta evidencia en un campo en el que la literatura empírica nacional es escasa. Efectivamente, se logró sistematizar cuales son los determinantes que afectan el consumo local de frutas y obtener valores para éstos. A modo de ejemplo, la elasticidad precio propia de las manzanas oscila entre -0,167 y -0,331 y es significativa en la mayoría de los modelos al 5 por ciento y en todos los casos al 10 por ciento. En cuanto a las peras, las elasticidades oscilan entre -2,14 y -2,639 según el modelo considerado y en todos los casos se obtienen coeficientes significativos al 0,1 por ciento.

En otro aspecto, se encuentra evidencia de que los ingresos tienen un impacto positivo en la demanda de frutas. Según el sistema observado, la elasticidad ingreso oscila entre 0,012 y 0,077, lo que resulta ser menor a lo encontrado por la evidencia internacional, aunque en ningún caso el coeficiente es significativo. También se encuentra que la demanda es estacional y en general es más fuerte cuanto más próximo se está al periodo de cosecha, es decir, cuando la fruta presenta la mejor calidad. Por otra parte, los sistemas de ecuaciones sugieren que la educación puede tener un impacto positivo en la demanda de frutas, aunque el coeficiente no resultó ser significativo en todos los modelos.

Este estudio también sugiere que mayores horas destinadas a trabajar puede inducir a un menor consumo de peras, aunque los coeficientes hallados no resultaron significativos para todos los modelos. La razón detrás de esto podría estar en que el aumento en las horas promedio trabajadas es un detrimento al consumo, pues el tiempo que queda disponible resultaría insuficiente para tareas claves como la planificación semanal en la compra de frutas y la preparación de menús que sean ricos en estos productos. Por ello, una forma de contrarrestar este problema sería alentar la oferta de productos listos para consumir como por ejemplo ensalada de frutas envasadas. No obstante, también debería ponderarse el problema que generaría la gestión de los residuos de estos productos (por ejemplo los envases).

Por lo tanto, la evidencia encontrada en este estudio permitió aseverar que los determinantes locales del consumo de frutas tienen un impacto acorde a lo sugerido por la evidencia empírica relevada y la teoría económica y con ello aceptar la pertinencia de la primera hipótesis de éste trabajo.

En otro aspecto, la estimación de las elasticidades permitió analizar a cuanto debería disminuir los precios si se pretende alcanzar el consumo recomendado por la OMS por esta vía. Los resultados

hallados sugieren que esta opción es insuficiente dado que implicaría, por ejemplo, reducciones en el precio de la manzana más allá de lo razonable, situándolo en valores negativos.

Lo anterior implica que debe explorarse otras formas de incrementar el consumo. Una medida indirecta sería alentar a que la población incremente su instrucción formal. Sin embargo, más allá del efecto positivo en el consumo, éste es un determinante cuyo impacto puede no tener la inmediatez esperada por parte de las instituciones interesadas en fomentar el consumo de estos rubros.

Tampoco debería descartarse explorar otras vías como por ejemplo campañas de concientización sobre el consumo saludable. Por lo tanto, a la luz de la evidencia presentada anteriormente, se acepta la pertinencia de la segunda hipótesis del trabajo acerca de que mayor consumo requiere explorar otras vías aparte de la reducción de precios.

En otro aspecto, cabe mencionar que futuros estudios deberían estimar sistemas de ecuaciones que contemplen la demanda de otras frutas como por ejemplo las bananas, mandarinas o duraznos. Asimismo, tales variables deberían ser incluidas como bienes sustitutos en la demanda de manzanas y peras e incorporar otros bienes sustitutos menos saludables como por ejemplo alfajores, galletitas, entre otros. Cabe decir que las limitantes para la inclusión de estas categorías fueron la falta de datos para el periodo de referencia o de instrumentos válidos para la aplicación de la técnica econométrica. No obstante, se debería trabajar para la construcción de una serie que permita considerarlos en la estimación y así evitar, por ejemplo, sesgos por variables omitidas.

Resta mencionar que este trabajo tiene como primera aspiración contribuir a la creación de conocimiento en un área poco explorada por la literatura empírica nacional. Dado lo anterior, es dable que los resultados aquí obtenidos sirvan de sustento para futuros estudios en estos temas. Además, análisis como los realizados aquí ilustran la importancia de tener datos de calidad y así obtener buenas estimaciones de los parámetros de interés. Es por ello que se realza la importancia de mejorar el relevamiento de precios y cantidades realizado en el Mercado Modelo, que como fue mencionado, presentan el problema de que reflejan solo aquellas frutas de calidades medias y superiores.

Referencias Bibliográficas

- Abdullahi, A., Ja'afar-Furo, M. R., & Yahya, H. (2017). Analysis of Socio-Economic Determinants of Apple Fruits (*Chrysophyllum Albidum*) Demand among Consumers in Mubi Metropolis, Adamawa State, Nigeria. *International Journal Of Social Sciences & Educational Studies*, 3, 61-71. doi:doi:10.23918/ijsses.v3i3p61
- Arne Henningsen, Jeff D. Hamman. (2007). Systemfit: A package for estimating systems of simultaneous equations in R. *Journal of statistical software*, Volumen 23,issue 4.
- Babatunde, R. O., Adenuga, A. H., Oloyede, O. E., & Osasona, T. B. (2014). Empirical analysis of demand for apple and watermelon in Kwara state,. *Tropical Agricultural Research And Extension*, 14(3/4), 104-109.
- Bruzzoze,J.; Diaz,A.; Pacheco,P. (2017). Estacionalidad de los precios de productos hortifrutícolas y la Canasta inteligente. *Anuario OPYPA2017*.
- Cáceres, F., Visca, P. (2010). Un primer paso hacia un modelo de tipo de cambio real para Uruguay. Montevideo, Uruguay: UR.FCEA.
- CAMM. (Julio de 2009). *Comisión Administradora del Mercado Modelo*. Recuperado el 20 de octubre de 2018, de http://www.mercadomodelo.net/c/document_library/get_file?uuid=c7850978-c57c-4a8a-925f-3c06a4cbfdc8&groupId=10157:
http://www.mercadomodelo.net/c/document_library/get_file?uuid=c7850978-c57c-4a8a-925f-3c06a4cbfdc8&groupId=10157
- CAMM. (28 de Noviembre de 2017). *Comisión Administradora del Mercado Modelo*. Obtenido de Comisión Administradora del Mercado Modelo: <http://www.mercadomodelo.net/quienes-somos>
- CAMM. (17 de Diciembre de 2017). *Frutas y hortalizas en el Uruguay. Manual para la calidad, conservación y comercialización*. Obtenido de Comisión Administradora del Mercado Modelo: http://www.mercadomodelo.net/c/document_library/get_file?uuid=014afc3f-c822-4587-9be6-6729e1111be2&groupId=42766
- Chanthawong,A.; Dhakal, S.; Jongwanich, J. (2016). Supply and demand of biofuels in the fuel market of Thailand: Two stage least square and three least square approaches. *In Energy*(114), 431-443. doi:10.1016/j.energy.2016.08.006
- Deaton, A.; Muellbauer, J. (2009). *Economics and consumer behavior* (24 ed.). New York: Cambridge University Press.
- Enders, W. (1993). *Applied econometric time series*. Nueva York.

- Escoto, K., Laska, M. , Larson, N., Neumark-Sztainer, D., Hannan, P. (2012). Work hours and perceived time barriers to healthful eating among young adults. *J. Health Behav*, 786-796. doi:10.5993/AJHB.36.6.6.
- Fernandez, S. (2007). Recuperado el 25 de Noviembre de 2017 , de <http://nulan.mdp.edu.ar/1384/1/01223.pdf>
- Green, J., Mas-Colell A., Whinston, M. (1995). *Microeconomic Theory*. Nueva York: Oxford University Press.
- Guenther, P. M., Dodd, K. W., Reedy, J., & Krebs-Smith, S. M. (2006). Most americans eat much less than recommended amounts of fruits and vegetables. *Journal of the American Dietetic Association*, 106(9), 1371-1379. doi:doi:10.1016/j.jada.2006.06.002
- Hamilton, J. (1994). *Time Series Analysis*. New Jersey: Princeton University Press.
- Henningsen, A., Hamman, J. (2007). Systemfit: A package for estimating systems of simultaneous equations in R. *Journal of statistical software*, 23(4), 1-40.
- Huang, K. S., & Lin, B. (2000). *Estimation of food demand and nutrient elasticities from household survey data*. Obtenido de Washington, DC : U.S. Dept. of Agriculture, Economic Research Service.
- IECON. (2018). *Documento metodológico: Compatibilización de ECH 1981 - 2017*. Montevideo.
- INE. (4 de Febrero de 2011). *Instituto Nacional de Estadísticas*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2017, de http://www.ine.gub.uy/c/document_library/get_file?uuid=0464ef6d-2eee-4cf6-9ffe-bd2804852f3a&groupId=10181
- INIA. (15 de Octubre de 2018). *Catálogo de Información Agropecuaria - Bibliotecas INIA*. Obtenido de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2875/1/111219240807141235.pdf>
- James H Stock, Mark W. Watson. (s.f.). *Introduction to econometrics Second edition*. Pearson.
- Kamga, R., Kouamé, C., & Akyeampong, E. (2013). Vegetable consumption patterns in Yaoundé, Cameroon. *African Journal Of Food, Agriculture, Nutrition And Development*, 13(2), 7399-7414. Obtenido de <http://www.ajfand.net/Volume13/No2/Kamga11190.pdf>
- Lin, B. , Smith, T. , Yen, S., & Huang, C. (2009). U.S. demand for organic and conventional fresh fruits: The roles of income and price. *Sustainability*, 1(3), 464-478. doi:doi:10.3390/su1030464
- MGAP. (13 de Setiembre de 2017). *Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca*. Obtenido de <http://www.mgap.gub.uy/noticia/unidad-ejecutora/direccion-general-de-la-granja/13-09-2017/se-renovo-la-canasta-inteligente>
- MSP. (Marzo de 2009). *Programa de Entornos Virtuales de Aprendizaje*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2017,

https://eva.udelar.edu.uy/pluginfile.php/515926/mod_resource/content/1/Encuesta%20Nacional%20de%20Factores%20de%20riesgo_MSP.pdf

- Nayga, R. (1995). Determinants of U.S. household expenditures on fruit and vegetables: A note and update. *Journal of Agriculture applied economics*, 27(2), 588-594. doi:doi:10.1017/S1074070800028613
- Nicholson, W.; Snyder, C. (2008). *Teoría microeconómica - Principios básicos y extensiones* (10 ed.). Canadá: Thomson.
- Niu, Luyuan & Wohlgenant, Michael. (8 de Mayo de 2012). *Researchgate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/254384556_A_Censored_Demand_System_Analysis_of_Fruits_and_Vegetables_by_Different_Income_Groups_Using_Micro_Data
- Ogundari, K., Arifalo, S. (2013). Determinants of household demand for fresh fruit and vegetable in Nigeria : A double hurdle approach. *Quarterly Journal of International Agriculture*, 52(3), 199-216. doi:ISSN 0049-8599
- OMS. (1 de Febrero de 2003). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud:
http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42665/WHO_TRS_916.pdf?ua=1
- Palencia, Y. (17 de octubre de 2018). Obtenido de http://www.unizar.es/med_naturista/bioactivos%20en%20alimentos.pdf
- Powell, L., Zhao, Z., Wang, Y,.. (2009). Food prices and fruit and vegetable consumption among young American adults. *Health & Place*, 1064-1070.
- Powell, L.M., Chriqui, J.F.,Khan, T. ,Wada,R. ,Chaloupka,F. J. (2012). Assessing the potential effectiveness of food and beverage taxes and subsidies for improving public health: a systematic review of prices, demand and body weight outcomes. 110-128.
- Produce for Better Health Foundation*. (24 de Noviembre de 2018). Obtenido de http://pbhfoundation.org/about/res/5aday_res/
- Sax, C., & Steiner, P. (2013). Temporal Disaggregation of Time Series. *R Journal*, 5(2), 81-88.
- Seale, J. L., Regmi, A., Bernstein, J. (2003). Recuperado el 2003, de United States Department of Agriculture.
- Stock, J., Watson,M. (20XX). *Introduction to econometrics Second edition*. Pearson.
- Wang, X., Ouyang, Y., Liu, J., Zhu, M., Zhao, G., Bao, W., & Hu, F. B. (2014). Fruit and vegetable consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ : British Medical Journal*, 349(1). doi:Doi:10.1136/Bmj.G4490
- Wooldridge, J. M. (2002). *Econometric analysis of cross section and panel data*. Londres: The MIT Press.

Zeileis, A. (2004). Econometric computing with HC and HAC Covariance Matrix estimators. *Journal of Statistical Software*, 1-2.

Anexos

Anexo A: Cálculo del Índice estacional

Bruzzone et al (2017) sugieren medir la estacionalidad presente en los precios y cantidades transadas por el Mercado Modelo a través de la media del Índice de Estacionalidad mensual (\bar{IE}_i). Para calcular este índice se comienza por construir el Índice de Estacionalidad mensual para el mes i en cada año t (IE_{it}):

$$IE_{it} = \frac{x_{it}}{\bar{x}_i} \times 100 \quad [\text{A.1.1}]$$

Donde IE_{it} es el índice estacional calculado para el mes i del año t , x_{it} es el índice de precios o cantidades para el mes i del año t calculado con base diciembre de 2010 igual a 100 y \bar{x}_i es el promedio simple para el año t de los x_{it} .

A continuación se calcula la media del índice estacional para cada mes del año (\bar{IE}_i). Para ello se realiza el promedio simple de los (IE_{it}) de los meses i para todos los años que hay datos, cuya fórmula es la siguiente:

$$\bar{IE}_i = \sum_{t=1}^{t=T} \frac{IE_{it}}{T} \quad [\text{A.1.2}]$$

En este caso, n representa el número de años para los cuales se calcula el índice.

Anexo B: Metodología econométrica

En éste apartado se expondrán algunos de los conceptos teóricos que sirven de base para la estimación de la elasticidad de la demanda de manzanas y peras.

B.1 Test de raíces unitarias

De acuerdo a lo propuesto por Enders (1993), considérese el siguiente modelo autorregresivo de primer orden:

$$y_t = a_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad [\text{B.1.1}]$$

Donde ε_t es un ruido blanco y a_1 es una constante. Si se resta y_{t-1} en ambos lados de la ecuación [B.1.1] se llega a la siguiente expresión:

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t \quad [\text{B.1.2}]$$

Donde $\gamma = a_1 - 1$. La metodología establecida por Dickey y Fuller para la detección de raíces unitarias parte de plantear tres diferentes regresiones, las cuales derivan de [B.1.2]. Éstas ecuaciones son las siguientes:

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t \quad [\text{B.1.3}]$$

$$\Delta y_t = a_0 + \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t \quad [\text{B.1.4}]$$

$$\Delta y_t = a_0 + a_2 t + \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t \quad [\text{B.1.5}]$$

La ecuación [B.1.3] estima un modelo del tipo *random walk*, el modelo [B.1.4] incorpora un intercepto, en tanto que la ecuación [B.1.5.] incluye un intercepto y tendencia. El objetivo de haber planteado éstas relaciones será testear el parámetro γ , para lo cual se establecen las siguientes hipótesis:

H₀) $\gamma = 0$ $\{y_t\}$ posee raíz unitaria

H₁) $\gamma < 0$ $\{y_t\}$ no posee raíz unitaria

El estadístico de la prueba es el siguiente:

$$t = \frac{\hat{\gamma}}{\hat{\sigma}_\gamma}$$

Además, la región crítica es la siguiente:

$$\text{RC} = \{t < \text{valor crítico al 95 \%}\}$$

Cabe mencionar que el valor crítico del estadístico t varía en función de la presencia de constante y/o tendencia en las ecuaciones. Por otra parte, en el presente test se permite comprobar la significación de los términos determinísticos:

Modelo [B.1.3]: $\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t$

Hipótesis: $\gamma = 0$

Modelo [B.1.4]: $\Delta y_t = a_0 + \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t$

Hipótesis: $\gamma = 0$ $a_0 = 0$ dado $\gamma = 0$ $a_0 = \gamma = 0$

Modelo [B.1.5]: $\Delta y_t = a_0 + a_2 t + \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t$

Hipótesis: $\gamma = 0$ $a_0 = 0$ dado $\gamma = 0$ $a_2 = 0$ dado $\gamma = 0$
 $a_2 = \gamma = 0$ $a_0 = a_2 = \gamma = 0$

El test anterior sufre de una debilidad debido a que no soluciona el problema de la autocorrelación serial de los residuos. En este sentido, Dickey y Fuller plantearon una prueba que lleva el nombre de Dickey - Fuller aumentado, la cual permitió superar esta dificultad. Ésta consiste en la inclusión de retardos de la variable dependiente en las tres ecuaciones planteadas con anterioridad (Cáceres y Visca, 2010):

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + \sum_{i=2}^p (\beta_i \Delta y_{t-i+1}) + \varepsilon_t \tag{B.1.6}$$

$$\Delta y_t = a_0 + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=2}^p (\beta_i \Delta y_{t-i+1}) + \varepsilon_t \tag{B.1.7}$$

$$\Delta y_t = a_0 + a_2 t + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=2}^p (\beta_i \Delta y_{t-i+1}) + \varepsilon_t \tag{B.1.8}$$

En donde ε_t resulta ser un ruido blanco. Aquí se plantean las siguientes hipótesis:

H₀) $\gamma = 0$ { y_t } posee raíz unitaria

H₁) $\gamma < 0$ { y_t } no posee raíz unitaria

El estadístico de la prueba es siguiente:

$$t = \frac{\hat{\gamma}}{\hat{\sigma}_\gamma}$$

De nuevo, la región crítica es la misma que la planteada anteriormente:

$$RC = \{ t < \text{valor crítico al 95 \%} \}$$

Nuevamente, los valores críticos contra los cuales se comparan los valores del estadístico de la prueba varían según se trabaje con una serie con constante o con constante y tendencia.

Cabe decir que la teoría de distribución que da soporte al test de Dickey-Fuller asume que los errores son estadísticamente independientes y tienen una varianza constante. En cambio, Phillips y

Perron desarrollaron una generalización del procedimiento de Dickey-Fuller que permite supuestos más flexibles en relación a la distribución de los errores.

Para explicar el procedimiento, considérese las siguientes ecuaciones:

$$y_t = a_0^* + a_1^* y_{t-1} + \mu_t \quad [\text{B.1.9}]$$

$$y_t = \tilde{a}_0 + \tilde{a}_1 y_{t-1} + \tilde{a}_2 (t - T/2) + \mu_t \quad [\text{B.1.10}]$$

Dónde T es el número de observaciones y μ_t es el término de error tal que $E(\mu_t) = 0$. Este test permite que el término de error sea débilmente dependiente y heterogéneamente distribuido.

Phillips y Perron caracterizan la distribución y derivan los tests estadísticos que pueden ser usados para testear hipótesis sobre los coeficientes a_0^* y a_1^* bajo la hipótesis nula de que los datos son generados por:

$$y_t = y_{t-1} + \mu_t \quad [\text{B.1.11}]$$

Cabe decir que los test son modificaciones a los estadísticos t elaborados por Dickey-Fuller pues asumen una naturaleza menos restrictiva de los errores. Por lo tanto, los test más usados son los siguientes:

$Z(ta_1^*)$: usado para testear la hipótesis $a_1^* = 1$

$Z(t\tilde{a}_1)$: usado para testear la hipótesis $\tilde{a}_1 = 1$

$Z(t\tilde{a}_2)$: usado para testear la hipótesis $\tilde{a}_2 = 0$

$Z(\phi_3)$: usado para testear la hipótesis $\tilde{a}_1 = 1$ y $\tilde{a}_2 = 0$

Los valores críticos de este test son idénticos a los empleados para la prueba de Dickey-Fuller.

Por otra parte, Enders (1993) manifiesta que los test de Phillips-Perron tienen mayor poder para rechazar una hipótesis nula falsa de presencia de raíz unitaria. Sin embargo, bajo la presencia de términos negativos de *moving average*, el test de Phillips-Perron tiende a rechazar la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria ya sea que el proceso generador de datos contenga o no una raíz unitaria negativa. Por lo tanto, es preferible usar el test de ADF cuando el modelo contiene términos negativos de *moving average*. En cambio es preferible usar el test de Phillips-Perron si el modelo contiene términos de *moving average* positivos.

Dicho autor sugiere que en la práctica es difícil saber qué test es más apropiado dado que es dificultoso conocer cuál es el verdadero proceso generador de los datos. Por ello es que una opción recomendable es llevar adelante ambos tipos de tests. En este sentido, si ambos concuerdan en sus conclusiones, se puede tener confianza en los resultados obtenidos.

B.2 Test de Hausman

Hausman desarrolló un test cuyas hipótesis son las siguientes:

$$H_0) E(u_i^T Z_j) = 0 \quad \forall i \neq j$$

$$H_1) E(u_i^T Z_j) \neq 0 \quad \text{Para algún } i \neq j$$

El estadístico del test es el siguiente:

$$m = (\hat{\beta}_{MC2E} - \hat{\beta}_{MC3E})^T (\widehat{COV}[\hat{\beta}_{MC2E}] - \widehat{COV}[\hat{\beta}_{MC3E}]) (\hat{\beta}_{MC2E} - \hat{\beta}_{MC3E}) \quad [B.2.1]$$

Donde $\hat{\beta}_{MC2E}$ y $\widehat{COV}[\hat{\beta}_{MC2E}]$ representan los coeficientes y la matriz de covarianzas estimadas a través de la técnica de Mínimos cuadrados en dos etapas. Asimismo, $\hat{\beta}_{MC3E}$ y $\widehat{COV}[\hat{\beta}_{MC3E}]$ representan los coeficientes y la matriz de covarianzas usando la técnica de Mínimos cuadrados en tres etapas.

Bajo la hipótesis nula, $m \sim \chi_t^2$ siendo t el número de coeficientes estimados. Sea α el nivel de significación deseado, por ejemplo 5 %. Si el p-valor $> \alpha$ entonces no se rechaza la hipótesis nula, es decir, si bien los estimadores por MC2E y MC3E son ambos consistentes, el último es asintóticamente más eficiente. En caso de rechazar la hipótesis nula, la hipótesis alternativa establece que el estimador por MC2E es consistente, mientras que el estimador de tres etapas es inconsistente.

B.3 Desagregación temporal de series de tiempo

Existen diferentes métodos para desagregar una serie con baja frecuencia (anual) a otra de mayor frecuencia (mensual, trimestral, cuatrimestral, etc). Estos aseguran que la suma, o el promedio, o el primer valor, o el último valor de la serie estimada sean consistente con la de menor frecuencia.

En este trabajo se exploran los métodos de Denton y Denton-Cholette, los cuales según Sax y Steiner (2013) pueden resumirse en dos pasos. En primer lugar, una serie preliminar \mathbf{p} debe ser determinada (con frecuencia cuatrimestral, por ejemplo). En segundo lugar, las diferencias entre los

valores anuales de la serie preliminar y los valores anuales de la serie observada tienen que ser distribuidas entre la serie preliminar cuatrimestral. La suma de la serie preliminar cuatrimestral y los residuos anuales conduce a la estimación final de la serie cuatrimestral \hat{y} :

$$\hat{y} = \mathbf{p} + \mathbf{D}u_l \quad [\text{B.3.1.}]$$

Donde \mathbf{D} es una matriz de distribución de dimensión $n \times n_l$, además de que n y n_l son el número de observaciones cuatrimestrales y anuales respectivamente. Por otra parte, u_l es un vector de dimensión n_l y contiene las diferencias entre los valores anualizados de \mathbf{p} y los valores reales de la serie anual (y_l):

$$u_l = y_l - \mathbf{C}\mathbf{p} \quad [\text{B.3.2.}]$$

Si se multiplica la matriz de conversión \mathbf{C} de dimensión $n_l \times n$ con una serie cuatrimestral, se llega a la serie anual. Con dos años y ocho cuartos y considerando la opción de que los valores anuales representan la suma de los valores cuatrimestrales, la matriz \mathbf{C} es la siguiente:

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad [\text{B.3.3.}]$$

Este es el marco de referencia para los dos métodos empleados. Sin embargo, debe marcarse que estos difieren en como determinan la serie preliminar \mathbf{p} y la matriz de distribución \mathbf{D} .

Serie preliminar

Los métodos de Denton y Denton-Cholette emplean el siguiente indicador como serie preliminar:

$$\mathbf{p} = \mathbf{x} \quad [\text{B.3.4.}]$$

Donde \mathbf{x} es un vector de dimensión $n \times 1$. En el caso especial de este estudio, se usó una constante como indicador (es un vector que contiene 1 en cada fila), permitiendo la desagregación temporal sin el uso de otro tipo de indicadores de mayor frecuencia.

Matriz de distribución

Con la excepción del método de Denton-Cholette, la matriz de distribución es una función de la matriz de varianzas y covarianzas, Σ :

$$\mathbf{D} = \Sigma \mathbf{C}' (\mathbf{C} \Sigma \mathbf{C}')^{-1} \quad [\text{B.3.5.}]$$

El método de Denton minimiza el cuadrado absoluto o las desviaciones relativas en relación a la serie usada como indicador. Aquí, el parámetro h define el grado de diferenciación. En caso de usar el método aditivo en Denton y para $h = 0$, se minimiza la suma del cuadrado absoluto de las desviaciones entre el indicador y la serie final. Para $h = 1$, las desviaciones de las primeras diferencias son minimizadas. En cambio, si $h = 2$ se minimizan las desviaciones de las diferencias de las primeras diferencias.

En el caso del método aditivo de Denton con $h = 1$, la matriz de varianzas y covarianzas tiene la siguiente forma:

$$\Sigma_D = (\Delta' \Delta)^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 2 & \dots & 2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 2 & \dots & n \end{bmatrix} \quad [\text{B.3.6}]$$

En donde Δ es una matriz de diferencias de dimensión $n \times n$, con 1 en su diagonal principal, -1 en su primer subdiagonal y 0 en el resto. Para $h = 2$, $\Delta' \Delta$ es multiplicada por Δ' desde la izquierda y Δ desde la derecha. Para $h = 0$, es la matriz identidad de dimensión n .

Cabe mencionar que el método de Denton – Cholette es una modificación del enfoque original y remueve los movimientos oscilatorios espurios al inicio de la serie resultante.

A continuación, se resume en la siguiente tabla las diferentes formas en que se calculan p y \mathbf{D} :

Tabla B.3.1.

Métodos	\mathbf{p}	\mathbf{D}	Σ
Denton	\mathbf{x}	$\Sigma \mathbf{C}' (\mathbf{C} \Sigma \mathbf{C}')^{-1}$	Σ_D
Denton-Cholette	\mathbf{x}	\mathbf{D}_{DC}	

Fuente: Sax y Steiner (2013, p. 82)

Anexo C: Análisis estadístico de las variables

En esta sección se hace una breve descripción de las variables empleadas en el modelo. Como puede verse en la tabla C.1., en promedio se venden 1.483 toneladas mensuales de manzanas y 368,3 toneladas mensuales de peras en el Mercado modelo, con unos precios que a valores constantes de diciembre 2016 alcanzan un promedio de 35,12 pesos en manzanas y 45,21 pesos en peras.

Otras de las variables incluidas en el modelo es el precio local de las bananas, fruta cuyo origen es importado y su procedencia es mayoritariamente de Brasil, aunque en los últimos años han cobrado relevancia las importaciones de Ecuador y Bolivia. La tabla muestra que los precios oscilan entre 17,1 y 41,9 y alcanza en promedio 29,2 pesos constantes de diciembre de 2016.

En cuanto al precio internacional de las manzanas, este alcanza una media de 33,9 pesos constantes de diciembre de 2016, en tanto que las peras alcanzan un valor promedio de 31,3. En cuanto al nivel de ingresos de los uruguayos, este alcanza un promedio de 48.270 pesos constantes de diciembre de 2016 y la gráfica C.1.f muestra que ha tenido una tendencia al crecimiento entre 2004 y 2016.

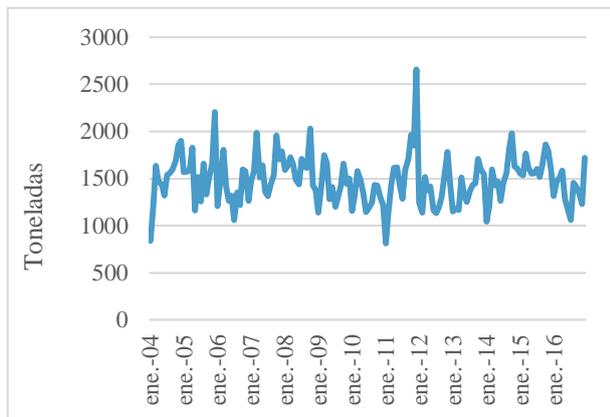
Tabla C.1: Estadísticos descriptivos para la variables empleadas en el modelo

Variable	Mínimo	Primer cuartil	Mediana	Media	Tercer cuartil	Máximo
Kg de manzanas	813.200	1.314.000	1.476.000	1.483.000	1.613.000	2.655.000
Precios de manzanas	16,29	26,17	31,38	35,12	43,62	71,2
Kg de peras	11.100	93.460	213.300	368.300	617.500	1.444.000
Precio de peras	17,17	30,96	44,71	45,21	57,98	81,71
Precio de bananas	17,14	26,8	29,45	29,18	31,87	41,89
Ingresos	33.280	40.780	49.890	48.270	53.750	69.980
Educación superior	17,31	18,,09	18,86	20,86	25,86	27,29
Horas de trabajo	37,24	38,39	38,77	38,93	39,45	41,52
Precio internacional de peras	23,30	27,27	30,03	31,28	33,21	54,79
Precio internacional de manzanas	6.801	23,4	28,26	33,87	39,52	93,74

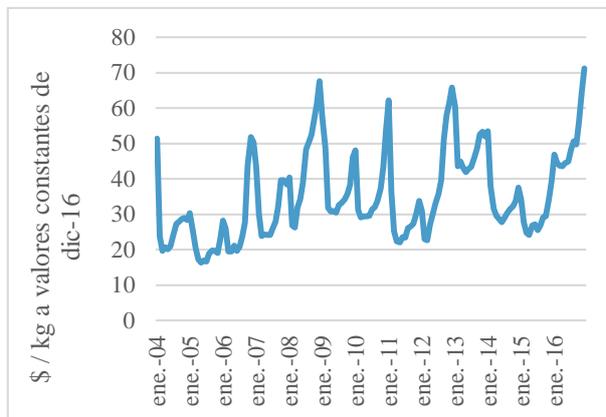
Fuente: elaboración propia con base en datos de INE, Penta transaction, Mercado Modelo

Gráfica C.1: Variables que integran el modelo

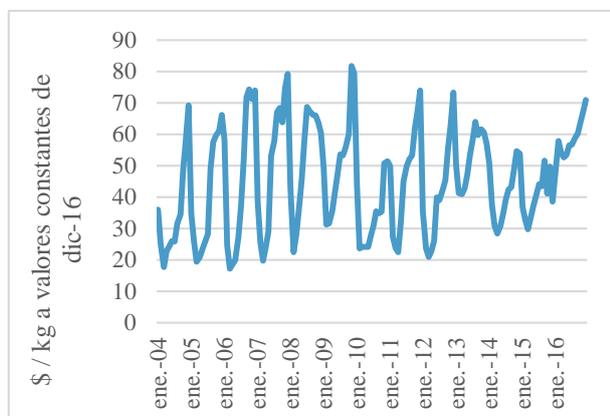
a. Toneladas de manzanas



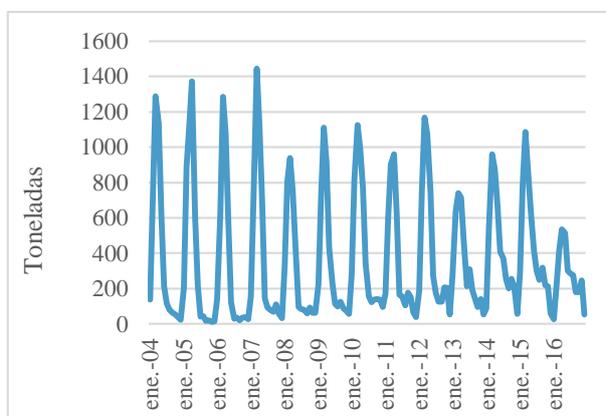
b. Precios de manzanas



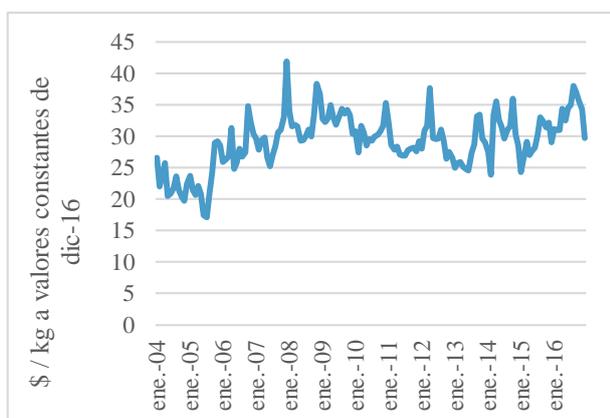
c. Precios de peras



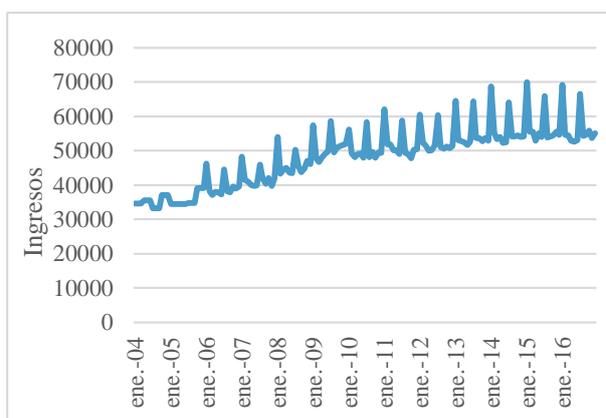
d. Toneladas de peras



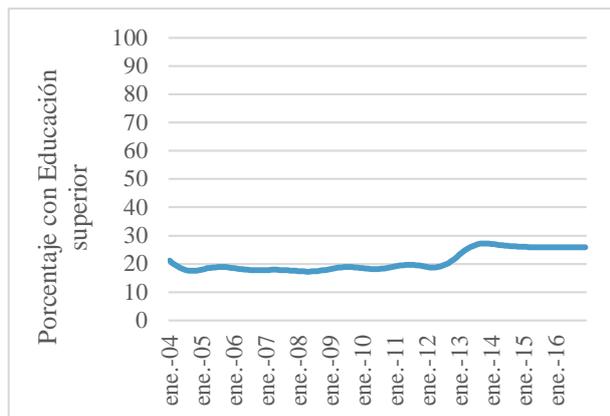
e. Precios de bananas



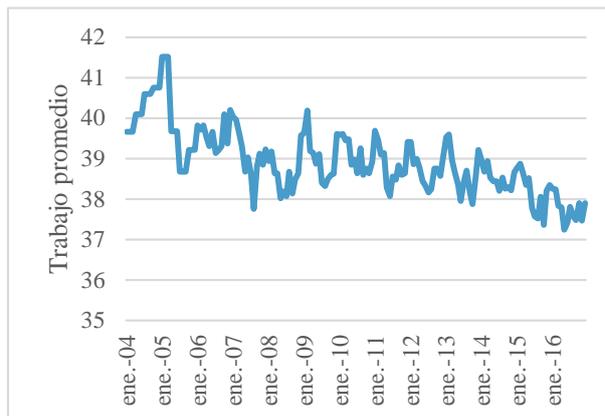
f. Ingresos



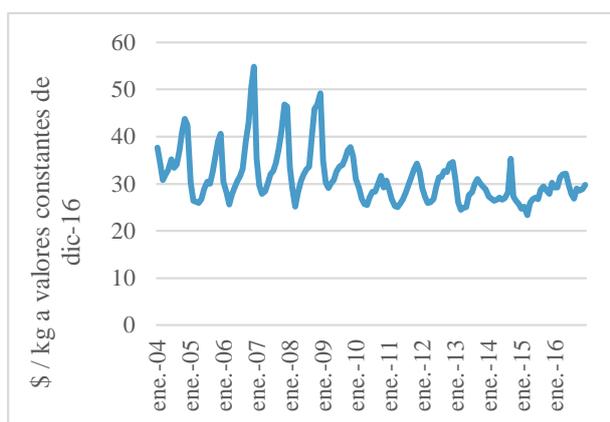
g. Educación superior



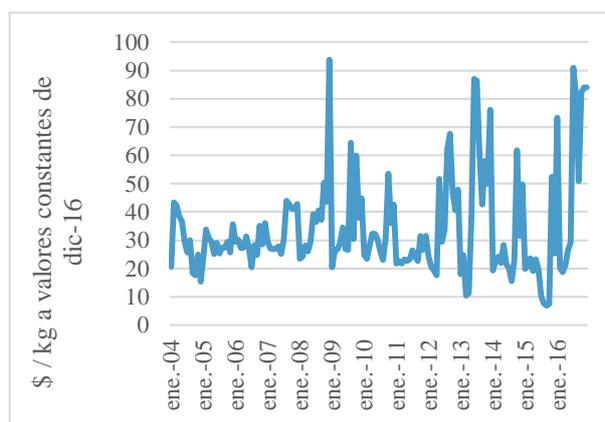
h. Trabajo promedio



i. Precio internacional de peras



j. Precio internacional de manzanas



Fuente: elaboración propia con base en datos de INE, Penta transaction, Mercado Modelo

Otra de las variables empleadas en el modelo refiere al nivel educativo. En la gráfica C.1.g se puede ver que ha tenido una tendencia creciente a lo largo del tiempo, pasando de un porcentaje levemente superior a 17, a un valor que en la actualidad alcanza el 26 por ciento de la población con al menos 13 años de estudio.

Resta mencionar que en Uruguay las personas trabajan en promedio 38,9 horas semanales, aunque tal como se observa en la gráfica C.1.h, ésta variable ha tenido una tendencia a la baja lo largo del periodo de estudio.

Anexo D: Resultados de los test de raíces unitarias

A continuación se presentan los resultados de los test de raíces unitarias de Dickey - Fuller aumentado y el de Philipps - Perron.

Test de Dickey - Fuller aumentado

Tabla D.1: Resumen del test de ADF

Variable	Nivel	1ª diferencia	Nada	Constante	Constante y tendencia
y2 (Precio de manzana)	Estacionario (-4.683)				x
y1 (kg de manzanas)	Estacionario (-7.151)			x	
y10 (Kg de peras)	Estacionario (-7,494)			x	
y3 (Precios de pera)	Estacionario (-7.008)			x	
y4 (Precios de banana)	Estacionario (-3,764)			x	
PlantasT2 (Manzana)		Estacionario (-3.189)		x	
Superficie2 (Manzana)		Estacionario (-2,580)	x		
kgxplanta2		Estacionario (-2,260)	x		
Plantastot2		Estacionario (-2,197)	x		
Supprodzm2		Estacionario (-2,076)	x		
frio213		Estacionario (-3,236)	x		
frio223		Estacionario (-3,314)	x		
Prkgplanta2		Estacionario (-2,380)	x		
Prsuperficie2 (Peras)		Estacionario (-2,242)	x		
Prplantast2		Estacionario (-2,061)	x		
Prplantasp2		Estacionario	x		

		(-2,469)			
deficitlluvia	Estacionario (-2,960)			x	
Supprodpr2		Estacionario (-2,883)	x		
Eds35dl	Estacionario (-3,962)				x
eds3012		Estacionario (-2,507)	x		
Ingresos31	Estacionario (-5,840)				x
Trabajoprom	Estacionario (-4,524)				x
Printpera	Estacionario (-5,898)			x	
Printmz	Estacionario (-4,835)			x	

Fuente: elaboración propia con base en datos de DIEA, INE, INIA, Mercado modelo y Penta transaction

Test de Philipps-Perron

Tabla D.2. Test de Philipps-Perron

Variable	Nivel	1ª diferencia	Nada	Constante	Constante y tendencia
y1 (Kg de manzanas)	Estacionario (-8,429)			x	
y2 (Precio de manzanas)	Estacionario (-4,308)				x
y3 (Precio de peras)	Estacionario (-4,713)			x	
y10 (Kg de peras)	Estacionario (-5,243)			x	
y4 (Precios de banana)	Estacionario (-3,564)			x	
PlantasT2 (Manzana)		Estacionario (-3,358)		x	
Superficie2 (Manzana)		Estacionario al 10 % (-2,877)		x	
kgxplanta2		Estacionario al 10 %		X	

		(-2,700)		
Plantastot2		No Estacionario	x	
		(-2,311)		
Supprodzm2		No Estacionario	x	
		(-2,311)		
frio213		Estacionario	x	
		(-3,423)		
frio223		Estacionario	x	
		(-3,488)		
Prkgplanta2		Estacionario al 10 %	x	
		(-2,718)		
Prsuperficie2		No Estacionario	x	
(Peras)		(-2,508)		
Prplantast2		No Estacionario	x	
		(-2,117)		
Prplantasp2		Estacionario al 10 %	x	
		(-2,580)		
Deficitlluvia	Estacionario		x	
	(-3,106)			
Supprodpr2		Estacionario	x	
		(-3,140)		
	No			
Eds35dl	Estacionario			x
	(-2,915)			
eds3012		Estacionario al 10 %	x	
		(-2,757)		
Ingresos31	Estacionario			x
	(-9,131)			
Trabajoprom	Estacionario		x	
	(-4,528)			
Printpera	Estacionario		x	
	(-4,528)			
Printmz	Estacionario		x	
	(-6,645)			

Fuente: elaboración propia con base en datos de DIEA, INE, INIA, Mercado modelo y Penta transaction

Anexo E: Resultados por Mínimos Cuadrados Ordinarios

Ítem	MCO													
	Sistema 1		Sistema 2		Sistema 3		Sistema 4		Sistema 5		Sistema 6		Sistema 7	
	Manzana	Pera	Manzana	Pera	Manzana	Pera	Manzana	Pera	Manzana	Pera	Manzana	Pera	Manzana	Pera
	Coeficientes													
Constante	9,393 (1,767)***	3,677 (3,97)	15,645 (1,799) ***	25,385 (3,742)***	17,063 (1,795) ***	25,614 (3,735)***	8,953 (1,599) ***	13,223 (3,458)***	8,854 (1,648)***	13,344 (3,478)***	9,557 (1,590)***	14,238 (3,515)* **	15,928 (1,855) ***	20,384 (4,328)***
y2 (Precio de manzanas)	-0,331 (0,117)**	0,665 (0,125)***	-0,202 (0,143)	0,43 (0,150)**	-0,171 (0,14)	0,539 (0,150)***	-0,331 (0,123)**	0,677 (0,134)***	-0,38 (0,131)**	0,678 (0,135)***	-0,343 (0,121)**	0,671 (0,135)* **	-0,187 (0,145)	0,543 (0,153)***
y3 (Precio de peras)	0,106 (0,128)	-1,456 (0,132)***	0,036 (0,138)	-1,767 (0,162)***	0,043 (0,135)	-1,755 (0,159)***	0,010 (0,141)	-1,527 (0,138)***	0,078 (0,131)	-1,528 (0,138)***	0,0753 (0,13)	-1,492 (0,136) ***	0,030 (0,141)	-1,718 (0,163)***
Trim2 (Trimestre 2)			-0,024 (0,095)	0,042 (0,104)	-0,029 (0,093)	0,063 (0,103)							-0,023 (0,096)	0,117 (0,105)
Trim3 (Trimestre 3)			-0,011 (0,109)	-0,071 (0,117)***	-0,017 (0,106)	-0,701 (0,115)***							-0,009 (0,1102)	-0,651 (0,118)***
Trim4 (Trimestre 4)			0,169 (0,120)	-0,707 (0,124)***	0,147 (0,118)	-0,743 (0,121)***							0,168 (0,122)	-0,717 (0,125)***
Ingresos31 (Ingresos)	0,516 (0,173)**	0,516 (0,173)**	-0,144 (0,191)	-0,144 (0,191)	-0,309 (0,192)	-0,309 (0,192)	0,592 (0,162)***	0,592 (0,162)***	0,584 (0,164)***	0,584 (0,164)***	0,516 (0,161)**	0,516 (0,161) **	-0,174 (0,20)	-0,174 (0,20)
y4 (Precio de bananas)		0,592 (0,257)	0,193 (0,253)	1,401 (0,292)***	0,264 (0,249)	1,55 (0,289)***		0,404 (0,266)		0,407 (0,267)		0,461 (0,264)•	0,196 (0,260)	1,305 (0,291)***

Eds3012 (Educacion superior en diferencias)			0,797 (0,26) **	2,627 (0,663) ***	0,494 (0,224)	0,496 (0,225) *	1,097 (0,55) *		
Eds35dl (Educacion superior en logaritmos)		1,095 (0,233) ***						0,525 (0,313) •	
Trabajoprom (Horas de trabajo)	0,0209 (0,059)		- 0,146 (0,065) *	- 0,130 (0,065) *	- 0,139 (0,052) **	- 0,14 (0,053) **	- 0,151 (0,054) **	- 0,057 (0,069)	
Printpera (Precio internacional de peras)			- 1,554 (0,345) ***	- 1,568 (0,338) ***				- 1,54 (0,366) ***	
Dummy educacion 2013 (Eds35dl2)				- 1,866 (0,68) **			- 0,713 (0,568)		
Printmz (Precio internacional de manzana)						0,028 (0,070)			
Enero	- 0,264 (0,144) •	- 1,453 (0,153) ***		- 0,227 (0,148)	- 1,394 (0,162) ***	- 0,238 (0,148)	- 1,393 (0,162) ***	- 0,243 (0,148)	- 1,392 (0,162) ***
Febrero	- 0,128 (0,132)	- 0,339 (0,134) *		- 0,117 (0,136)	- 0,304 (0,139) *	- 0,119 (0,136)	- 0,303 (0,139) *	- 0,122 (0,136)	- 0,3 (0,14) *
Abril	- 0,046 (0,131)	0,016 (0,131)		- 0,038 (0,135)	- 0,010 (0,136)	- 0,043 (0,135)	- 0,011 (0,136)	- 0,044 (0,136)	- 0,019 (0,136)
Mayo	- 0,152 (0,133)	- 0,215 (0,138)		- 0,132 (0,138)	- 0,303 (0,141) ***	- 0,151 (0,139)	- 0,304 (0,141) *	- 0,145 (0,138)	- 0,315 (0,142) *
Junio	- 0,219 (0,140)	- 0,883 (0,1445) ***		- 0,178 (0,146)	- 0,957 (0,148) ***	- 2,11 (0,146)	- 0,958 (0,148) ***	- 0,206 (0,145)	- 0,976 (0,149) * **
Julio	- 0,302 (0,146) *	- 1,359 (0,149) ***		- 0,264 (0,151) •	- 1,456 (0,152) ***	- 0,299 (0,15) *	- 1,455 (0,152) ***	- 0,285 (0,149) •	- 1,47 (0,153) ***

Agosto	- 0,117 (0,151)	- 1,382 (0,152) ***				- 0,055 (0,158)	- 1,439 (0,156) ***	- 0,099 (0,157)	- 1,44 (0,156) ***	- 0,095 (0,155)	- 1,47 (0,156) ***			
Setiembre	- 0,072 (0,154)	- 1,486 (0,154) ***				- 0,004 (0,161)	- 1,527 (0,159) ***	- 0,045 (0,159)	- 1,528 (0,16) ***	- 0,047 (0,158)	- 1,56 (0,16) ***			
Octubre	0,075 (0,157)	- 1,44 (0,156) ***				0,146 (0,164)	- 1,45 (0,162) ***	0,098 (0,163)	- 1,45 (0,163) ***	0,102 (0,161)	- 1,482 (0,162) **			
Noviembre	0,021 (0,164)	- 1,5 (0,164) ***				0,103 (0,172)	- 1,504 (0,171) ***	0,051 (0,17)	- 1,504 (0,172) ***	0,053 (1,685)	- 1,54 (0,171) **			
Diciembre	0,074 (0,165)	- 2,23 (0,169) ***				0,158 (0,173)	- 2,154 (0,178) ***	0,105 (0,172)	- 2,153 (0,178) ***	0,107 (0,170)	- 2,183 (0,178) **			
Dummy 2004	0,119 (0,115)													
Dummy 2007		0,275 (0,107)					0,193 (0,108) •		0,192 (0,108) •				0,0428 (0,127)	
Dummy 2010							- 0,128 (0,112)							
Dummy 2014				0,0008 (0,126)										
Dummy 2015							0,444 (0,140) **							0,133 (0,142)
Estadísticos														
R cuadrado	0,313	0,866	0,288	0,790	0,250	0,801	0,261	0,858	0,237	0,858	0,281	0,856	0,288	0,788
R cuadrado ajustado	0,239	0,849	0,254	0,077	0,214	0,785	0,182	0,839	0,155	0,839	0,209	0,837	0,249	0,771

Nota: Desvío estándar entre paréntesis

•, *, **, *** representa niveles de significación del 10%, 5%, 1% y 0,1 % respectivamente

Fuente: elaboración propia

Anexo F: Resultados por Mínimos Cuadrados en Dos Etapas

MC2E														
Ítem	Sistema 1		Sistema 2		Sistema 3		Sistema 4		Sistema 5		Sistema 6		Sistema 7	
	Manzana	Pera	Manzana	Pera	Manzana	Pera	Manzana	Pera	Manzana	Pera	Manzana	Pera	Manzana	Pera
Coeficientes														
Constante	8,887 (2,041) ***	7,322 (4,582) ***	16,055 (2,375) ***	28,679 (4,514) ***	18,598 (2,447) ***	29,369 (4,427) ***	9,122 (1,789) ***	16,042 (5,486) **	8,293 (1,921) ***	15,222 (4,694) **	9,722 (1,787) ***	16,784 (4,496) ***	14,836 (2,544) ***	22,683 (5,019) ***
y2 (Precio de manzanas)	-0,447 (0,208)*	0,791 (0,241)**	-0,167 (0,359)	0,896 (0,264) ***	0,066 (0,358)	0,923 (0,245) ***	-0,312 (0,231)	0,853 (0,346)*	-0,556 (0,236) *	0,802 (0,354) *	-0,421 (0,213)*	0,893 (0,244) ***	-0,278 (0,363)	0,851 (0,230) ***
y3 (Precio de peras)	0,182 (0,296)	-2,064 (0,315) ***	0,079 (0,304)	-2,275 (0,355) ***	0,12 (0,297)	-2,05 (0,325) ***	-0,246 (0,386)	-2,129 (0,534) ***	0,105 (0,26)	-2,017 (0,384) ***	0,081 (0,271)	-1,968 (0,34) ***	0,094 (0,274)	-2,503 (0,40) ***
Trim2 (Trimestre 2)			-0,022 (0,113)	0,010 (0,113)	0,003 (0,111)	0,106 (0,11)							-0,035 (0,115)	0,134 (0,112)
Trim3 (Trimestre 3)			-0,027 (0,161)	-0,559 (0,140) ***	-0,035 (0,158)	-0,599 (0,132) ***							-0,037 (0,153)	-0,484 (0,141) ***
Trim4 (Trimestre 4)			0,134 (0,197)	-0,554 (0,156) ***	0,057 (0,194)	-0,657 (0,148)							0,152 (0,189)	-0,493 (0,166) **
Ingresos31 (Ingresos)	0,574 (0,197) **	0,574 (0,197) **	-0,201 (0,267)	-0,201 (0,267)	-0,509 (0,277) •	-0,509 (0,277) •	0,66 (0,192) ***	0,66 (0,192) ***	0,671 (0,198) ***	0,671 (0,198) ***	0,524 (0,188) **	0,524 (0,188) **	-0,059 (0,292)	-0,059 (0,292)
y4 (Precio de bananas)		0,593 (0,304) •	0,173 (0,322)	1,065 (0,338) **	0,118 (0,314)	1,35 (0,321) ***		0,394 (0,400)		0,405 (0,389)		0,405 (0,3)	0,179 (0,336)	1,033 (0,329) **
Eds3012 (Educación superior en diferencias)				0,710 (0,301) *		2,80 (0,687) ***		0,628 (0,375) •		0,611 (0,334) •		1,207 (0,574)*		
Eds35dl (Educación superior en logaritmos)		1,073 (0,252) ***												0,069 (0,369) •

Trabajoprom (Horas de trabajo)	- 0,040 (0,069)	- 0,208 (0,082) *		- 0,186 (0,082) *	- 0,177 (0,069) *	- 0,189 (0,065)**	- 0,164 (0,087) •		
Printpera (Precio internacional de pera)		- 1,243 (0,504) *					- 0,715 (0,611)		
Dummy educacion 2013 (Eds35dl2)			- 2,143 (0,725) **			- 0,795 (0,588)			
Printmz (Precio internacional de manzanas)					0,068 (0,081)				
Enero	- 0,257 (0,172)	- 1,192 (0,206) ***		- 0,115 (0,187)	- 1,166 (0,334) ***	- 0,183 (0,167)	- 1,204 (0,266) ***	- 0,209 (0,167)	- 1,246 (0,21) ***
Febrero	- 0,119 (0,139)	- 0,268 (0,146) •		- 0,088 (0,144)	- 0,246 (0,175)	- 0,097 (0,141)	- 0,253 (0,162)	- 0,11 (0,141)	- 0,27 (0,148) •
Abril	- 0,052 (0,138)	0,049 (0,138)		- 0,017 (0,144)	0,027 (0,144)	- 0,045 (0,14)	0,02 (0,142)	- 0,044 (0,14)	0,012 (0,141)
Mayo	- 0,165 (0,148)	- 0,128 (0,149)		- 0,079 (0,16)	- 0,212 (0,165)	- 0,163 (0,151)	- 0,227 (0,154)	- 0,145 (0,148)	- 0,246 (0,151) ***
Junio	- 0,245 (0,180)	- 0,67 (0,178) ***		- 0,072 (0,209)	- 0,743 (0,239) **	- 0,222 (0,176)	- 0,78 (0,196) ***	- 0,205 (0,175)	- 0,812 (0,184) ***
Julio	- 0,339 (0,197) •	- 1,113 (0,193) ***		- 0,144 (0,225)	- 1,21 (0,273) ***	- 0,316 (0,188) •	- 1,256 (0,217) ***	- 0,282 (0,187)	- 1,278 (0,202) ***
Agosto	- 0,145 (0,215)	- 1,056 (0,215) ***		0,106 (0,26)	- 1,117 (0,32) ***	- 0,099 (0,205)	- 1,173 (0,246) ***	- 0,085 (0,205)	- 1,228 (0,222) ***
Setiembre	- 0,098 (0,223)	- 1,127 (0,226) ***		0,172 (0,272)	- 1,176 (0,349) ***	- 0,029 (0,209)	- 1,236 (0,263) ***	- 0,032 (0,212)	- 1,3 (0,234) ***
Octubre	0,0547 (0,228)	- 1,051 (0,237) ***		0,334 (0,277)	- 1,076 (0,377) **	0,117 (0,216)	- 1,139 (0,281) ***	0,125 (0,216)	- 1,211 (0,244) ***
Noviembre	- 0,00011 (0,249)	- 1,051 (0,263) ***		0,319 (0,306)	- 1,074 (0,434) *	0,080 (0,233)	- 1,146 (0,319) ***	0,080 (0,234)	- 1,23 (0,271) ***

Diciembre	0,061 (0,247)	- 1,750 (0,278) ***					0,376 (0,302)	- 1,704 (0,473) ***	0,142 (0,233)	- 1,78 (0,346) ***	0,141 (0,233)	- 1,865 (0,284) ***		
Dummy 2004	0,129 (0,128)													
Dummy 2007		0,348 (0,116) **						0,284 (0,131) *		0,269 (0,122) *			0,046 (0,137)	
Dummy 2010							- 0,203 (0,161)							
Dummy 2014						0,022 (0,129)								
Dummy 2015							0,507 (0,149)							0,095 (0,161)

Variables instrumentales

Variables instrumentales	Plantastot2	PlantasT2	Plantastot2	Plantastot2	Plantastot2	Plantastot2	Plantastot2	PlantasT2	Plantastot2	PlantasT2	Plantastot2	Superficie2	Plantastot2	Plantastot2
	Superficie2	kgxplanta2	Superficie2	deficitlluvia	Superficie2	Superficie2								
	deficitlluvia	Prsuperficie2	Prsuperficie2	deficitlluvia	Prsuperficie2	Prsuperficie2	deficitlluvia	Prplantast2	deficitlluvia	Prplantasp2	deficitlluvia	Prkgplanta2	Prsuperficie2	Prsuperficie2
	Prkgplanta2	frio213	deficitlluvia	Prkgplanta2	deficitlluvia	deficitlluvia	Prkgplanta2	Prsuperficie2	Prkgplanta2	Prsuperficie2	Prkgplanta2	Prsuperficie2	deficitlluvia	deficitlluvia
	Supprodpr2	Prplantasp2	Prplantasp2	Prplantast2	Prplantasp2	Prkgplanta2	Supprodpr2		Prplantasp2		Prplantasp2	Prplantast2	Prplantasp2	Prplantast2
						frio223								

Estadísticos

R cuadrado	0,258	0,856	0,270	0,780	-0,005	0,797	0,103	0,848	0,120	0,852	0,259	0,849	0,289	0,769
R cuadrado ajustado	0,178	0,836	0,235	0,763	-0,053	0,780	0,007	0,828	0,025	0,832	0,186	0,829	0,251	0,752

Nota: Desvío estándar entre paréntesis

;, *, **, *** representa niveles de significación del 10%, 5%, 1% y 0,1 % respectivamente

Fuente: elaboración propia

Anexo G: Resultados por Mínimos Cuadrados en Tres Etapas

Ítem	MC3E													
	Sistema 1		Sistema 2		Sistema 3		Sistema 4		Sistema 5		Sistema 6		Sistema 7	
	Manzana	Pera	Manzana	Pera	Manzana	Pera	Manzana	Pera	Manzana	Pera	Manzana	Pera	Manzana	Pera
	Coeficientes													
Constante	13,93 (0,95)***	13,618 (5,558) *	14,24 (1,070) ***	25,511 (4,911) ***	14,33 (1,054) ***	23,674 (4,79) ***	13,923 (0,776) ***	27,360 (6,502) ***	14,27 (0,892) ***	26,537 (5,181) ***	14,287 (0,813) ***	26,294 (4,508) ***	13,955 (1,074) ***	20,851 (5,737)***
y2 (Precio de manzanas)	- 0,20 (0,084)*	0,895 (0,328) **	- 0,324 (0,140) *	0,8 (0,355) *	-0,298 (0,138) *	0,761 (0,32) *	- 0,170 (0,085) *	1,111 (0,050) *	- 0,172 (0,095) •	1,128 (0,500) *	- 0,167 (0,084) *	1,083 (0,34)**	- 0,331 (0,135) *	0,790 (0,310) *
y3 (Precio de peras)	0,123 (0,114)	- 2,14 (0,438)***	0,033 (0,11)	- 2,326 (0,469) ***	0,021 (0,109)	- 2,223 (0,424) ***	0,014 (0,143)	- 2,639 (0,773) ***	0,117 (0,098)	- 2,370 (0,541) ***	0,095 (0,102)	- 2,260 (0,470) ***	0,049 (0,097)	- 2,501 (0,496) ***
Trim2 (Trimestre 2)			- 0,037 (0,041)	0,105 (0,156)	-0,033 (0,041)	0,112 (0,152)							- 0,037 (0,041)	0,137 (0,155)
Trim3 (Trimestre 3)			- 0,015 (0,058)	- 0,552 (0,192) **	-0,008 (0,058)	- 0,578 (0,181) **							- 0,020 (0,054)	- 0,484 (0,191) *
Trim4 (Trimestre 4)			0,199 (0,074) **	- 0,538 (0,210)*	0,203 (0,073) ***	- 0,597 (0,199) **							0,194 (0,069) **	- 0,489 (0,217) *
Ingresos31 (Ingresos)	0,048 (0,095)	0,048 (0,095)	0,022 (0,124)	0,022 (0,124)	0,014 (0,122)	0,014 (0,122)	0,077 (0,0867)	0,077 (0,087)	0,012 (0,094)	0,012 (0,09)	0,013 (0,088)	0,013 (0,088)	0,054 (0,126)	0,054 (0,126)
y4 (Precio de bananas)		0,723 (0,418) •	0,21 (0,116) •	1,098 (0,461) *	0,196 (0,115) •	1,28 (0,436) **		0,514 (0,591)		0,425 (0,564)		0,477 (0,429)	0,180 (0,118)	1,048 (0,440) *
Eds3012 (Educación superior en diferencias)				0,813 (0,410) *		2,766 (0,888) **		0,867 (0,551)		0,734 (0,483)		1,788 (0,704) *		
Eds35dl (Educación superior en logaritmos)		1,258 (0,338) ***												0,727 (0,487)

Trabajoprom (Horas de trabajo)	-0,084 (0,093)	-0,196 (0,113) •	-0,17 (0,11)	-0,302 (0,111) **	-0,282 (0,091) **	-0,287 (0,080) ***	-0,153 (0,118)	
Printpera (Precio internacional de pera)		-1,031 (0,605) •	-1,031 (0,576) •				-0,646 (0,696)	
Dummy educacion 2013 (eds35dl2)			-2,007 (0,921) *			-1,25 (0,823)		
Printmz (Precio internacional de manzana)					-0,011 (0,031)			
Enero	-0,256 (0,066) ***	-1,10 (0,285) ***	-0,219 (0,069) **	-0,090 (0,488) •	-0,260 (0,064) ***	-1,038 (0,381) **	-0,252 (0,063) ***	-1,072 (0,291) ***
Febrero	-0,159 (0,0534)	-0,253 (0,203)	-0,1385 (0,053) **	-0,183 (0,259)	-0,150 (0,053) **	-0,229 (0,236)	-0,149 (0,053) **	-0,231 (0,213)
Abril	-0,049 (0,053)	0,037 (0,193)	-0,0403 (0,053)	0,031 (0,215)	-0,049 (0,053)	0,018 (0,206)	-0,047 (0,053)	0,006 (0,203)
Mayo	-0,160 (0,057) **	-0,137 (0,208)	-0,138 (0,059) *	-0,176 (0,245)	-0,157 (0,057) **	-0,225 (0,223)	-0,155 (0,056) **	-0,247 (0,218)
Junio	-0,234 (0,069) ***	-0,664 (0,249) **	-0,190 (0,077) *	-0,604 (0,353) •	-0,231 (0,066) ***	-0,711 (0,283) *	-0,224 (0,066) ***	-0,755 (0,264) **
Julio	-0,257 (0,076) ***	-1,037 (0,268) ***	-0,208 (0,083) *	-0,97 (0,396) *	-0,249 (0,071) ***	-1,090 (0,310) ***	-0,241 (0,071) ***	-1,143 (0,284) ***
Agosto	-0,148 (0,083) •	-1,057 (0,299) ***	-0,083 (0,097)	-0,913 (0,471) •	-0,146 (0,077) •	-1,073 (0,354) **	-0,136 (0,078) •	-1,140 (0,318) ***
Setiembre	-0,114 (0,086)	-1,131 (0,316) ***	-0,045 (0,101)	-0,954 (0,514) •	-0,115 (0,079)	-1,132 (0,379) **	-0,103 (0,081)	-1,204 (0,334) ***
Octubre	0,03 (0,088)	-1,048 (0,331) **	0,102 (0,104)	-0,825 (0,555)	0,0302 (0,082)	-1,019 (0,405) *	0,040 (0,082)	-1,093 (0,347) **
Noviembre	-0,034 (0,0958)	-1,044 (0,367) **	0,0478 (0,1148)	-0,781 (0,6392)	-0,036 (0,0886)	-1,007 (0,459) *	-0,023 (0,0893)	-1,090 (0,384) **
Diciembre	0,010 (0,095)	-1,727 (0,387) ***	0,091 (0,113)	-1,364 (0,695) •	0,007 (0,089)	-1,607 (0,498) **	0,018 (0,090)	-1,686 (0,4) ***

Dummy 2004	0,012 (0,051)													
Dummy 2007		0,311 (0,161) •						0,274 (0,194)		0,243 (0,176)			0,072 (0,048)	
Dummy 2010														- 0,113 (0,0594) •
Dummy 2014				0,011 (0,168)										
Dummy 2015						0,40 (0,195) *								0,031 (0,211)

Variables instrumentales

Instrumentos	Plantastot2	PlantasT2	Plantastot2	Plantastot2	Plantastot2	Plantastot2	Plantastot2	PlantasT2	Plantastot2	PlantasT2	Plantastot2	Superficie2	Plantastot2	Plantastot2
	Superficie2	kgxplanta2	Superficie2	deficitlluvia	Superficie2									
	deficitlluvia	Prsuperficie2	Prsuperficie2	deficitlluvia	Prsuperficie2	Prsuperficie2	deficitlluvia	Prplantast2	deficitlluvia	Prplantasp2	deficitlluvia	Prkgplanta2	Prsuperficie2	Prsuperficie2
	Prkgplanta2	frio213	deficitlluvia	Prkgplanta2	deficitlluvia	deficitlluvia	Prkgplanta2	Prsuperficie2	Prkgplanta2	Prsuperficie2	Prkgplanta2	Prsuperficie2	deficitlluvia	deficitlluvia
	Supprodpr2	Prplantasp2	Prplantasp2	Prplantast2	Prplantasp2	Prkgplanta2	Supprodpr2		Prplantasp2		Prplantasp2	Prplantast2	Prplantasp2	Prplantast2

frio223

Estadísticos

R cuadrado	0,435	0,846	0,268	0,780	0,276	0,792	0,451	0,812	0,434	0,826	0,433	0,830	0,276	0,769
R cuadrado ajustado	0,375	0,825	0,233	0,763	0,242	0,775	0,392	0,788	0,373	0,803	0,377	0,807	0,236	0,751

Tests

Test de restricciones lineales para Ingresos (p-valor)	1		1		1		0,999		1		1		1	
Test de restricciones lineales- Elasticidades precio cruzadas de pera y manzana (pvalor)	0,031*		0,049 *		0,038*		0,037 *		0,050 *		0,007 **		0,029*	
Test de restricciones lineales - Precio de banana(pvalor)			0,0458 *		0,010*								0,043*	

Homogeneidad de grado 0 (pvalor)	0,751	0,309	0,551	0,467	0,493	0,749	0,345	0,149	0,566	0,118	0,442	0,136	0,617	0,309
Simetría de la elasticidad precio cruzada (pvalor)	0,799		0,685		0,650		0,632		0,767		0,655		0,679	
Test de normalidad (Kolmogorov-Smirnov)	0,037 (0,859)	0,064 (0,116)	0,069 (0,066)	0,067 (0,081)	0,070 (0,059)	0,066 (0,095)	0,061 (0,169)	0,041 (0,767)	0,039 (0,826)	0,036 (0,881)	0,043 (0,700)	0,043 (0,681)	0,065 (0,114)	0,071 (0,055)
Test de Autocorrelación de los residuos (Box-Pierce)	142,53 (0,755)	184,31 (0,054)	137,78 (0,836)	150,38 (0,590)	136,02 (0,862)	153,73 (0,514)	121,4 (0,979)	161,3 (0,348)	146,23 (0,681)	169,95 (0,195)	153,95 (0,509)	183,1 (0,061)	139,36 (0,811)	162,65 (0,321)
Test de ADF de los residuos	-6,256	-5,725	-6,630	-6,869	-6,681	-7,251	-6,367	-5,786	-6,236	-5,657	-6,155	-5,692	-6,805	-6,636
Test de Phillips Perron de los residuos	-8,859	-7,292	-8,244	-7,607	-8,309	-7,950	-8,924	-7,412	-8,904	-7,342	-8,806	-7,368	-8,316	-7,495
Test de Hausman	9,258 (1)		0,732 (1)		3,801 (1)		11,348 (1)		14,19 (0,999)		9,078 (1)		0,003 (1)	
Test de restricciones de sobreidentificación	0,080		0,908		0,943		0,420		0,329		0,490		0,810	

Nota: Desvío estándar entre paréntesis

*, **, *** representa niveles de significación del 10%, 5%, 1% y 0,1 % respectivamente

Fuente: elaboración propia