



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ECONOMÍA

**ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE
FRUTILLAS EN MÉXICO: UNA
APLICACIÓN DEL MODELO DE
DEMANDA CASI IDEAL (AIDS)**

ALEJANDRA VALDES ZAMORA

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2020

La presente tesis titulada: **ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE FRUTILLAS EN MÉXICO: UNA APLICACIÓN DEL MODELO DE DEMANDA CASI IDEAL (AIDS)**, realizada por el (la) alumno (a): **ALEJANDRA VALDES ZAMORA** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS
SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ECONOMÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO (A)



DR. ROBERTO GARCIA MATA

ASESOR (A)



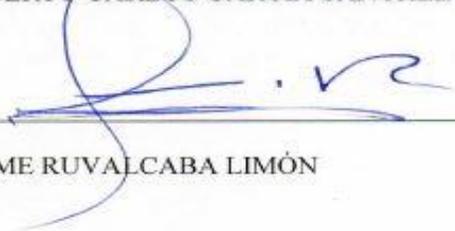
DR. MIGUEL ANGUEL MARTINEZ DAMIAN

ASESOR (A)



DR. ROBERTO CARLOS GARCIA SANCHEZ

ASESOR (A)



MC. JAIME RUVALCABA LIMÓN

Montecillo, Texcoco, Estado de México, agosto de 2020

ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE FRUTILLAS EN MÉXICO: UNA APLICACIÓN DEL MODELO DE DEMANDA CASI IDEAL (AIDS)

Alejandra Valdes Zamora, MC.
Colegio de Postgraduados, 2020

RESUMEN

En México el consumo per cápita de frutillas (cereza, fresa, frambuesa y zarzamora), aumentó a una tasa promedio anual de 14.56% durante el periodo 2010-2017, hecho que llevó a que su consumo más que se triplicará en los últimos ocho años. Por lo anterior, el presente estudio pretende, identificar los factores que afectan la demanda de frutillas de los hogares mexicanos y cuantificar sus relaciones con otros grupos de productos, así como el comportamiento de los hogares ante variaciones de su ingreso. Esto mediante la estimación de las elasticidades precio propias, gasto y cruzadas.

Para tal fin se emplearon tres diferentes especificaciones econométricas, 1) Se estimó un modelo uni-ecuacional denominado Working-Leser, estimado por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), 2) una Aproximación Lineal del modelo de Demanda Casi Ideal (LA/AIDS), para su estimación se utilizó el índice de precios de Stone y, 3) se estima el modelo AIDS en su versión no lineal, tal como fue propuesto por Deaton y Muellbauer (1980). Para la estimación se hizo uso de microdatos de la Encuesta Nacional de Ingreso Gasto de los Hogares (ENIGH) de 2018, recopilados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

Los hallazgos para las frutillas fueron: 1) la presencia de una elasticidad gasto promedio en el intervalo [1.01, 1.08], lo que las clasifica como bienes de lujo; 2) una elasticidad precio propia Marshalliana promedio en el intervalo [1.00, 1.28], lo que las posiciona como bienes elásticos y, 3) respecto a las elasticidades cruzadas, una relación complementaria con los melones y frutas semi ácidas, y sustitutiva con las bebidas azucaradas.

Palabras clave: frutillas, hogares, sistema de demanda, microdatos, elasticidades

ANALYSIS OF THE DEMAND FOR BERRIES IN MEXICO: AN APPLICATION OF THE ALMOST IDEAL DEMAND MODEL (AIDS)

Alejandra Valdes Zamora, MC.
Colegio de Postgraduados, 2020

ABSTRACT

In Mexico the berries per capita consumption (cherry, strawberry, raspberry and blackberry) has shown in the last years an interesting dynamic, along the period 2010-2017, its consumption has increased each year in average 14.56%. By the shown, this study aims to identify the factors that affect the demand for berries from Mexican households; with the purpose of quantify their relationships with another food groups; moreover, of quantify household behavior due to changes in income; the above its done estimating the own, crossed and expenditure elasticities.

To reach the goal, three different econometric specifications were used: 1) it was fit a uni equational model called Working-Leser by Ordinary Least Squares (OLS); 2) it was fit a Linear Approximation to Almost Ideal Demand System (LA-AIDS) using the Stone index and; 3) it was proposed to estimate an AIDS model in their nonlinear form, as it was proposed by Deaton and Muellbauer (1980). For such applications, microdata was used from the National Households Income and Expenditure Survey 2018 (ENIGH, by their Spanish acronym), compiled by the INEGI.

The findings for berries were: 1) the presence of an average income elasticity in the interval [1.01, 1.08], which classifies them as luxury goods; 2) an average Marshalian own price elasticity in the interval [1.00, 1.28], which positions them as elastic goods and; 3) regarding cross-elasticities, a complementary relationship with melons and semi-acidic fruits and substitutes for sugary drinks.

Keywords: berries, households, demand system, microdata, elasticities

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por financiar mis estudios de Maestría y al Colegio de Postgraduados por proveerme de estos.

CONTENIDO

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE CUADROS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Objetivos	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos.....	4
1.3 Hipótesis.....	5
1.3.1 Hipótesis general.....	5
1.3.2 Hipótesis Especificas	5
CAPÍTULO 2. IMPORTANCIA DE LAS FRUTILLAS	6
2.1 Mercado internacional	6
2.1.1 La producción mundial de frutillas	6
2.1.2 El intercambio Comercial mundial de frutillas	7
2.2 Mercado nacional.....	12
2.2.1 Superficie y Producción Nacional de frutillas	12

2.2.2 Distribución de la producción	13
2.2.3 Precios nacionales	15
2.2.4 Intercambio comercial	17
CAPÍTULO 3. ANTECEDENTES	19
CAPÍTULO 4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	22
4.1 Teoría del consumidor	22
4.2 La función de utilidad indirecta	24
4.3 La función de gasto	25
4.4 Relación entre los problemas que enfrenta el consumidor	27
4.5 Elasticidades de la demanda	29
4.5.1 Elasticidad precio propia de la demanda	30
4.5.2 La elasticidad ingreso de la demanda	32
4.5.3 La elasticidad cruzada	34
CAPÍTULO 5. MATERIALES Y MÉTODOS	36
5.1 Paquetería estadística	36
5.2 Fuentes de información	37
5.3 Tratamiento de la información	38
5.3.1 Proceso de imputación	40
5.4 Especificaciones econométricas	44
5.4.1 Modelo Workin-Leser (WL)	45

5.4.2	Modelo AIDS y su versión lineal.....	46
5.4.3	Modelo AIDS no lineal.....	48
CAPÍTULO 6. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS		51
6.1	Modelo WL	51
6.2	Modelo LA-AIDS	56
6.3	Modelo AIDS.....	59
CAPÍTULO 7. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS		63
7.1	Implicaciones de las estimaciones	63
7.2	Reflexiones de política.....	70
CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		75
8.1	Conclusiones.....	75
8.2	Recomendaciones.....	77
CAPÍTULO 9. LITERATURA CITADA.....		78
ANEXOS.....		81
	Anexo 1. Estadísticas nacionales sobre las frutillas en México, 2010- 2017.	81
	Anexo 2. Sensibilidad de los parámetros estimados en el modelo AIDS a distintos valores del parámetro α_0	82
	Anexo 3. Base de datos.....	84
	Anexo 4. Cálculo de elasticidades	84
	Anexo 5. Do-files de STATA	87

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Producción mundial de frutillas, 2010-2017 (Millones de toneladas)	7
Cuadro 2: Exportación de cereza, 2010-2017 (Miles de toneladas).....	8
Cuadro 3: Importación de cereza 2010-2017 (Miles de toneladas).....	9
Cuadro 4: Exportación de fresa 2010-2017 (Miles de toneladas)	9
Cuadro 5: Importación de fresa 2010-2017 (Miles de toneladas)	10
Cuadro 6: Producción nacional de frutillas, 2010-2018 (Miles de toneladas)	13
Cuadro 7: Principales Estados productores de frambuesa, 2018.....	14
Cuadro 8: Principales Estados productores de fresa, 2018	14
Cuadro 9: Principales Estados productores de zarzamora, 2018.....	15
Cuadro 10: Precios nominales y reales (base dic 2018=100) al productor de frutillas de 2010 al 2018 en pesos por kilogramos.....	16
Cuadro 11: Participación de las exportaciones de frutillas en las exportaciones agropecuarias, 2010-2017 (Miles de dólares)	18
Cuadro 12: Principales países importadores de frutillas mexicanas, 2010-2018 (Millones de toneladas)	18
Cuadro 13: Grupos alimenticios y sus componentes con base en la ENIGH 2018*.....	38
Cuadro 14: Datos perdidos en la base de datos original, ENIGH 2018.	40
Cuadro 15: Datos perdidos de la base de datos imputada, ENIGH 2018.....	43
Cuadro 16: Estadísticas descriptivas de la base imputada, ENIGH 2018.	43
Cuadro 17: Estimadores del Modelo Working Leser	52
Cuadro 18: Elasticidades WL.....	53

Cuadro 19: Efectos de las variables del hogar en modelo WL.	55
Cuadro 20: Estimadores Modelo LA/AIDS*	56
Cuadro 21: Elasticidades Marshalinas Modelo LA/AIDS	57
Cuadro 22: Elasticidades Hicksianas LA/AIDS.....	58
Cuadro 23: Estimadores Modelo AIDS*.....	60
Cuadro 24: Elasticidades Marshalianas modelo AIDS	61
Cuadro 25: Elasticidades Hicksianas modelo AIDS	62
Cuadro 26: Comparación de elasticidades	64
Cuadro 27: Comparativo de elasticidades precio propias en valor absoluto en los 3 modelos	65
Cuadro 28: Elasticidades cruzadas promedio en la ecuación de frutillas.....	66
Cuadro 29: Elasticidades gasto de los 3 modelos analizados.....	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de imputación por municipio más cercano	42
Figura 2: Elasticidades gasto (lado izquierdo) y precio propia Marshalliana (lado derecho) promedio a nivel estatal, AIDS	69
Figura 3: Elasticidades precio cruzadas Marshallianas de frutillas y bebidas azucaradas del modelo AIDS	73
Figura 4: Parámetros estimados del modelo AIDS en la ecuación de frutillas para distintos valores del parámetro α_0 . Lado derecho parámetro β y lado izquierdo γ_{11}^* ..	82

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Las frutillas o frutas del bosque tales como: fresa, frambuesa, zarzamora y cereza han tomado relevancia en el mercado agroalimentario nacional, porque han aprovechado la ventana de oportunidad que representan los consumidores de ingresos medios y altos, porque están dispuestos y tienen la posibilidad de pagar un precio relativamente alto en comparación con otros grupos de frutas - por ejemplo, los cítricos- y, porque aprecian mayormente los productos que fomentan el cuidado de la salud (FIRA, 2016).

Las frutillas se caracterizan por sus compuestos altamente nutritivos, que incluyen minerales, vitaminas, ácidos grasos y fibra dietética, así como por su alto contenido y amplia diversidad de compuestos bioactivos, como los fenólicos y ácidos orgánicos, los cuales se han asociado con efectos protectores contra enfermedades crónicas: como las cardiovasculares; cáncer y Alzheimer (Miller, Feucht, y Schmid, 2019).

A lo largo del periodo 2010-2017 los consumidores en promedio anual aumentaron en 14.56% su consumo promedio anual de frutillas; así, para 2017 este alcanzó los 6.95 kilogramos (kg) promedio por habitante, dato más de tres veces mayor que el observado en 2010 (1.83 kg). Sumado a esto, las exportaciones de este grupo de frutas han mostrado una dinámica similar en promedio, y a lo largo del mismo periodo los flujos de frutillas al resto del mundo han aumentado a una tasa promedio anual del 28%, al pasar de 106.6703 toneladas en 2010 a 203.1107 en 2017¹.

¹ Los datos mencionados fueron obtenidos por cálculos del autor con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2019)

El presente estudio pretende identificar los factores que afectan la demanda de frutillas de los hogares mexicanos, con la finalidad de cuantificar sus relaciones con otros grupos de productos (principalmente otras frutas y bebidas azucaradas); así como el comportamiento de los hogares ante variaciones en su ingreso. Esto mediante la estimación de las elasticidades precio propias, gasto y cruzadas.

Se emplearon tres diferentes modelos, los cuales difieren entre sí por su nivel de complejidad y cantidad de supuestos. 1) Se estimó un modelo uni-ecuacional denominado Working-Leser (WL), estimado por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), 2) Posteriormente, para un análisis de la demanda más completo, se utilizó la Aproximación Lineal del modelo de Demanda Casi Ideal (LA/AIDS), el cual es una versión simplificada del modelo original, para su estimación se utilizó el índice de precios de Stone y; 3) Finalmente, debido a que en la literatura se menciona que tal aproximación lineal enfrenta el problema de sesgo por simultaneidad (Banks, Blundell, y Lewbel, 1997; Henningsen, n.d.), se propone la estimación del modelo AIDS en su versión no lineal, tal como fue propuesto por Deaton y Muellbauer (1980). Cabe señalar que estos últimos dos métodos de estimación generan curvas de demanda que presentan propiedades deseables acordes a la teoría microeconómica; como homogeneidad, aditividad y simetría.

La estructura del presente trabajo es la siguiente: En el capítulo uno se describe el planteamiento del problema, objetivos e hipótesis. En el Capítulo dos, se hace una síntesis de la importancia nacional e internacional de las frutillas para México con la finalidad de justificar aún más la relevancia del estudio. En el Capítulo tres, se mencionan los principales antecedentes del análisis de demanda para México que competen a distintos frutos y en particular las frutillas. En el Capítulo cuatro, se exponen los fundamentos teóricos de los modelos utilizados en el trabajo y de los presentados en la revisión bibliográfica. En el Capítulo cinco, se describen los materiales y

métodos de la investigación. En el Capítulo seis y siete se exponen los resultados y su interpretación. Y finalmente, en el Capítulo ocho, se hace una serie de reflexiones finales a partir de los hallazgos, así como recomendaciones.

1.1 Planteamiento del problema

La demanda internacional y precios atractivos (FIRA, 2016), han hecho posible que para 2017, México se haya posicionado como el tercer exportador de fresa y que, a nivel nacional, más unidades productivas se vinculen a la cadena de valor de las frutillas. Esto ha llevado a que la superficie cosechada haya aumentado, en el mismo periodo, alrededor del 150%, hecho que se ha traducido en incrementos significativos de su producción, la cual aumentó a una tasa promedio anual de 17.1 por ciento en el periodo 2010-2018 (cálculos realizados con base en SIAP [2020]).

A pesar de la relevancia del consumo de frutillas, y la ventana de oportunidad que significa el conocimiento de los factores que afectan su demanda a nivel nacional, que año con año aumenta, hasta el momento de realizada la investigación se carece de un estudio reciente y significativo que vincule a estos frutos con sus posibles elementos explicativos. Lo anterior debido en parte a las limitantes de información de series de tiempo, que se han convertido en el insumo habitual cuando se trata de hacer un análisis empírico de la demanda; ya que, solo se tiene información fidedigna posterior a la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Hecho que reduce en gran medida la cantidad de variables explicativas que se pueden utilizar al hacer, por ejemplo, un modelo de ecuaciones simultaneas que relacione el comportamiento de demandantes y ofertantes de frutillas.

La presente investigación plantea cubrir las deficiencias de información del análisis de series de tiempo, al hacer uso de datos de corte transversal de los hogares mexicanos, de tal manera que permita analizar los factores que afectan su demanda por frutillas y permita comprender y cuantificar cómo es que los hogares reaccionan ajustando sus cantidades consumidas ante fluctuaciones de sus precios e ingresos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Identificar los factores que afectan la demanda de frutillas de los hogares mexicanos, y cuantificar sus relaciones con otros grupos de productos (principalmente otras frutas y bebidas azucaradas); así como el comportamiento de los hogares ante variaciones en su ingreso.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Estimar los parámetros que relacionan a la cantidad demandada (proporción del gasto) de frutillas con el gasto de los hogares y otros bienes relacionados como otras frutas o bebidas azucaradas, para probar su significancia estadística y validar su tipo de relación y magnitud.
- b) Calcular las elasticidades gasto, precio propia y cruzadas de las frutillas para los hogares mexicanos, y con base en estas analizar en qué magnitud las fluctuaciones en los precios de bienes relacionados o en su ingreso impactan su consumo.
- c) Analizar el posible impacto de políticas públicas, en particular de la puesta en marcha en 2020 de un impuesto a las bebidas azucaradas implementado por la administración federal 2018-2024, con la finalidad de inferir algo acerca de la posible demanda de frutillas en el largo plazo y en el proceso diferenciando sus efectos a nivel estatal.

1.3 Hipótesis

1.3.1 Hipótesis general

La demanda de frutillas por parte de los hogares mexicanos está determinada por las variaciones de los precios de bienes relacionados y del ingreso (gasto), así como del propio precio.

1.3.1 Hipótesis Específicas

- i) Las frutillas son bienes de lujo y elásticos para los hogares mexicanos.
- ii) Las frutillas se relacionan de forma complementaria con otros frutos.
- iii) Los impactos a nivel estatal en la demanda de frutillas son heterogéneos.

CAPÍTULO 2. IMPORTANCIA DE LAS FRUTILLAS

Este capítulo expone la importancia internacional y nacional de la producción de frutillas, de tal manera que permita sustentar la relevancia del estudio. Los frutos que se analizan son los siguientes: cereza, fresa y frambuesa, como parte del grupo de frutillas para la producción; ya que si bien, en el estudio se consideró adicional a estas a la zarzamora, la información de ésta no se encuentra disponible en FAOSTAT (<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>).

2.1 Mercado internacional

2.1.1 La producción mundial de frutillas

La evolución del mercado mundial de las frutillas muestra un incremento en la producción y en el comercio internacional. Uno de los factores que ha impulsado este mercado es la demanda mundial y los precios atractivos para los productores, que han hecho rentable la inversión en tecnología (FIRA, 2016).

A nivel mundial y a lo largo del periodo 2010-2017, la producción de frutillas presentó un crecimiento promedio anual de 4.8 por ciento, al pasar de 9.079 millones de toneladas en 2010 a 12.487 millones en 2017, lo que representó un aumento del 39% en los respectivos siete años. Para el 2017, y de acuerdo con cifras de FAOSTAT (2020).

Los principales países productores de frutillas fueron en orden descendente (Cuadro 1): China (35.99 por ciento), Estados Unidos (24.58 por ciento), Turquía (9.93 por ciento), México (7.79 por ciento) y España (5.29 por ciento), que en conjunto concentraron el 83.60 por ciento de la producción mundial (Cuadro 1)

En el periodo analizado, si bien, los países productores antes listados presentaron tasas promedio anuales de producción positivas, cada uno de ellos exhibió una caída para un año específico, ya que reportaron una disminución en su producción. Para el año 2013 Estados Unidos, 2014 Turquía, 2015 México, 2016 España y 2017 China.

En este mismo periodo, la producción de frutillas en China creció a una tasa promedio de 7.7 por ciento, Turquía en 5.3 por ciento, la de México lo hizo en 2.6 por ciento, Estados Unidos en 2.5 por ciento, y finalmente España, con un crecimiento del 0.7 por ciento.

Cuadro 1: Producción mundial de frutillas, 2010-2017 (Millones de toneladas)

Países	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
China	2.2403	2.5287	2.8000	3.0390	3.1563	3.5231	3.8172	3.7635
Estados Unidos	1.6453	1.7050	1.8455	1.7667	1.8049	1.8167	1.8689	1.9535
Turquía	0.7178	0.7410	0.8227	0.8668	0.8216	0.9114	1.0148	1.0273
España	0.3698	0.3742	0.4007	0.4214	0.4244	0.5082	0.5001	0.5184
México	0.2410	0.2504	0.3775	0.4099	0.4947	0.4582	0.5811	0.7787
Resto de países	3.8656	3.8769	3.8986	4.2487	4.2442	4.4633	4.4863	4.4459
Producción total	9.0799	9.4762	10.1450	10.7524	10.9462	11.6808	12.2684	12.4873

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT

2.1.2 El intercambio Comercial mundial de frutillas

En este apartado se expone el intercambio comercial mundial, (exportaciones e importaciones), de dos de las cuatro frutillas estudiadas, cereza y fresa. La razón de la omisión del resto de ellas se debe a que estas no son reportadas por FAOSTAT (2020), lo cual no hace posible su análisis a nivel mundial. A continuación, se detalla por separado el intercambio comercial de cada frutilla.

2.1.2.1 Intercambio comercial de cereza

En 2017, los principales países exportadores de cereza fueron Estados Unidos, Chile y China (Cuadro 2), con participaciones respecto al total de exportaciones de 20.74, 15.86 y 13.49 por ciento, respectivamente. En específico, Estados Unidos fungió como el principal exportador de esta frutilla, con 106 mil toneladas, lo cual representó un aumento del 47.4 por ciento con respecto al año anterior.

Cuadro 2: Exportación de cereza, 2010-2017 (Miles de toneladas)

Países	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Estados Unidos	64.31	78.30	105.57	69.80	88.79	74.22	72.37	106.66
Chile	44.31	64.50	62.59	53.68	85.21	83.41	118.32	81.55
China	6.88	15.07	23.53	20.04	36.52	51.43	81.63	69.37
Turquía	65.29	46.48	55.04	53.47	49.76	68.59	79.79	60.12
España	22.95	29.27	23.67	21.92	31.41	22.07	21.23	27.83
Austria	20.53	17.34	21.94	15.51	13.84	16.22	26.11	17.89
Resto de países	106.96	125.24	101.87	126.41	131.91	163.46	144.74	150.67
Producción total	331.22	376.20	394.21	360.83	437.42	479.40	544.18	514.08

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT

Por otro lado, entre 2010 y 2017, Chile exhibió un crecimiento promedio anual de 9.1 por ciento en el volumen de exportaciones de cereza. Mientras que, las exportaciones chinas de estos frutos crecieron a una tasa promedio anual del 39.1 por ciento.

Respecto a las importaciones, en el 2017 los principales países importadores de cereza fueron China, Rusia y Alemania (Cuadro 3). En particular, el volumen de importaciones de China presentó una tasa de crecimiento promedio anual de 25.3 por ciento, entre 2010 y 2017, mientras que el volumen de importaciones de cereza en Rusia decreció en 2 por ciento en el mismo periodo; y el de Alemania tuvo un crecimiento promedio anual de 12.6 por ciento.

Cuadro 3: Importación de cereza 2010-2017 (Miles de toneladas)

Países	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
China	40.66	67.86	102.66	78.44	135.23	164.27	220.91	197.11
Rusia	70.87	71.98	68.20	72.91	56.70	62.43	57.52	61.59
Alemania	22.50	34.36	36.09	35.28	33.75	36.77	45.25	51.47
Canadá	27.28	32.55	37.17	24.69	29.89	24.21	23.58	32.63
Kazajstán	0.01	0.02	0.00	19.45	22.08	3.19	23.82	21.64
Austria	20.96	16.98	20.48	17.61	15.47	18.35	29.24	19.79
Resto de países	136.90	147.19	130.29	122.00	144.51	187.64	155.56	163.10
Producción total	319.18	370.94	394.89	370.38	437.63	496.87	555.88	547.31

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT

2.1.2.2 Intercambio comercial de fresa

Respecto a la fresa, los tres principales países exportadores fueron en orden de importancia: España, Estados Unidos y México (Cuadro 4), con participaciones de 31.90, 15.34 y 13.22 por ciento, respectivamente, para el año 2017. En específico, entre 2010 y 2017, España disminuyó su nivel de exportaciones en 2.38 por ciento promedio anual, mientras que Estados Unidos presentó un crecimiento del 0.66 por ciento.

Cuadro 4: Exportación de fresa 2010-2017 (Miles de toneladas)

Países	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
España	360.20	231.73	287.90	266.45	292.07	283.23	314.26	304.31
Estados Unidos	139.81	139.96	150.72	153.73	138.95	134.11	134.41	146.39
México	66.02	76.89	113.63	107.76	113.32	92.26	102.63	126.16
Países Bajos	43.09	51.15	56.18	53.35	57.71	51.20	48.43	59.59
Bélgica	38.57	39.53	43.66	43.00	42.13	53.24	40.72	47.94
Resto de países	169.44	231.69	201.54	215.75	245.66	259.77	224.07	269.43
Producción total	817.14	770.95	853.63	840.04	889.83	873.81	864.51	953.81

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT

En el caso de México, y para el mismo periodo, su volumen comercializado con el exterior se incrementó en 9.7 por ciento, en promedio anual. Así, para el 2017 se registró un aumento en las exportaciones del 23 por ciento en comparación al año anterior.

Respecto a las importaciones, los principales países importadores fueron Estados Unidos, Canadá y Alemania (Cuadro 5). Entre 2010 y 2017, las importaciones de Estados Unidos se incrementaron a una tasa promedio anual de 9.2 por ciento. Canadá disminuyó sus importaciones a una tasa promedio anual del 0.09 por ciento en el mismo periodo, mientras que Alemania registró un incremento en el volumen de sus importaciones, con una tasa promedio anual del 1.39 por ciento.

Cuadro 5: Importación de fresa 2010-2017 (Miles de toneladas)

Países	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Estados Unidos	89.96	110.46	159.33	149.94	161.45	142.59	165.33	166.58
Canadá	111.17	123.62	127.02	123.38	103.38	100.31	115.75	110.49
Alemania	98.45	98.72	116.53	112.11	103.89	100.50	102.93	108.41
Francia	93.09	90.59	104.41	92.97	86.21	77.89	79.99	73.13
Reino Unido	38.06	47.08	49.68	46.19	47.40	52.84	56.40	53.23
Resto de países	293.55	309.37	369.09	370.20	397.99	420.60	388.21	444.45
Producción total	724.26	779.83	926.06	894.78	900.31	894.74	908.60	956.28

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT

2.1.3 Precios de exportación e importación de fresa y cereza

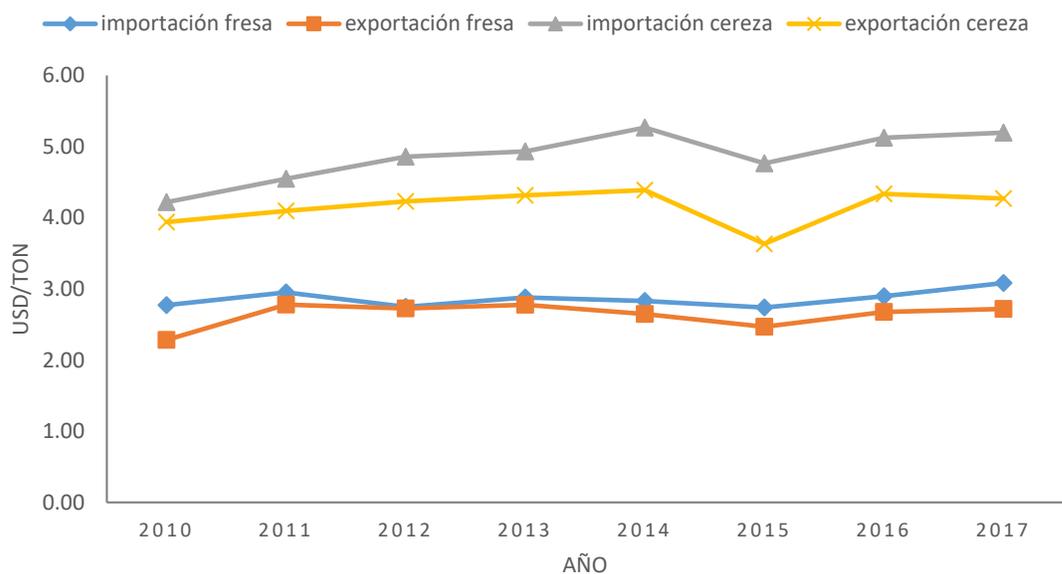
A continuación, se analizan para México los precios de exportación e importación solo para las frutillas: cereza y fresa.

A lo largo del periodo 2010-2017 la relación entre precios de exportación e importación de las frutillas: cereza y fresa, ha sido directa, en el sentido que aumentos (disminuciones) en el precio de exportación se han equiparado a fluctuaciones en el mismo sentido para los de importación; sin embargo, estos últimos han sido, para todos los años, superiores a los de exportación, es decir, México compra más caro de lo que vende sus productos al resto del mundo (Grafica 1).

En promedio el precio de importación de cereza para el periodo 2010-2017 fue de 4.86 mil dólares por tonelada, mientras que el promedio de exportación fue de 4.15 mil dólares por tonelada. Para el caso de la fresa, esta tuvo un precio promedio de importación de 2.83 mil dólares por tonelada,

y de 2.63 mil dólares por tonelada de exportación. Lo que significa un diferencial promedio de precios de 0.71 y 0.20 miles de dólares para la cereza y fresa, respectivamente.

Gráfica 1: Precios de importación y exportación de cereza y fresa (Miles de dólares), 2010-2017



Elaboración propia con datos de FAOSTAT

Fuente:

2.2 Mercado nacional

En este sub apartado se expone la información del mercado nacional de frutillas, cada una de ellas tratada por separado, así como el intercambio comercial de las mismas, tratadas en conjunto, esto para entender la importancia que han tomado las frutillas mexicanas en el periodo analizado, 2010-2018.

2.2.1 Superficie y Producción Nacional de frutillas

Según datos del SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), en 2010 se cosecharon 13,580 hectáreas de frutillas en todo el país; en 2018, esta ascendió a 34,014 hectáreas, es decir se incrementó 150 por ciento en el periodo, lo que representa un crecimiento promedio anual de 12.2 por ciento.

En el 2010, se produjeron 302,564 toneladas de frutillas, misma que en 2018 llegó a 1.07 millones de toneladas, registrando un aumento promedio anual de 17.1 por ciento.

Respecto a la producción por variedad, en 2010 la principal frutilla producida en el país fue la fresa, con 226 mil toneladas (74.9 por ciento de la producción total de frutillas), le siguió la producción de zarzamora, con 61 mil toneladas, la frambuesa con 14 mil y, finalmente, las cerezas con 6 mil toneladas (Cuadro 6).

Cuadro 6: Producción nacional de frutillas, 2010-2018 (Miles de toneladas)

Frutilla	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Cereza	0.01	0.00	0.02	0.06	0.14	0.15	0.21	0.07	0.18
Frambuesa	14.34	21.47	17.01	30.41	35.63	65.39	112.66	120.18	130.19
Fresa	226.66	228.90	360.43	379.46	458.97	392.63	468.25	658.44	653.64
Zarzamora	61.56	135.56	139.80	128.98	152.92	123.09	248.51	270.40	287.12
Total	302.56	385.93	517.26	538.91	647.66	581.25	829.63	1049.09	1071.13

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP

Para el año 2018, la fresa se mantuvo como la principal frutilla producida, aunque su participación disminuyó al 61 por ciento de la producción total, seguida de la zarzamora, la cual aumentó su participación al 27%, la frambuesa, con 12 por ciento y la cereza mantuvo su participación del 0.02 por ciento de la producción total.

2.2.2 Distribución de la producción

En México la mayor producción de frutillas la constituyen las fresas y zarzamoras, ya que estas representan más del 95 por ciento de la producción total de frutillas en el país, el 5 por ciento restante comprende la producción de cerezas y frambuesas.

Para el año 2018 la producción nacional de cereza apenas alcanzó las 177.7 toneladas (0.2 por ciento de la producción total de frutillas), esto significó una tasa de crecimiento en la producción del 146 por ciento, con respecto al año anterior. De tal producción, Chihuahua tuvo una participación del 51.9 por ciento (92.2 toneladas), y Puebla el 48.1 por ciento, (85.5 toneladas).

Para el caso de la frambuesa, en 2018, solo siete estados produjeron esta fruta. Los principales tres estados productores, de acuerdo con su participación en la producción nacional fueron Jalisco con 70.7 por ciento, Michoacán con 18.0 por ciento, y Baja California con 10.9 por ciento de la producción total (Cuadro 7).

Cuadro 7: Principales Estados productores de frambuesa, 2018

Estado	Producción (ton)	Participación (%)
Baja California	14,179.10	10.9
Colima	14.3	0.0
Ciudad de México	8.94	0.0
Jalisco	91,983.62	70.7
México	45.25	0.0
Michoacán	23,383.99	18.0
Puebla	571.95	0.4
Total	130,187.15	100

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP

Para el caso de la fresa, el 98 por ciento de la producción nacional se ubica en tres estados Michoacán, Baja California y Guanajuato. En 2018, Michoacán ocupó el primer lugar en producción nacional de esta fruta con una participación del 69.60 por ciento, (454 mil toneladas), seguido de Baja California con 17.82 por ciento, (116 mil toneladas), y Guanajuato con el 10.28 por ciento, (67 mil toneladas), (Cuadro 8).

Cuadro 8: Principales Estados productores de fresa, 2018

Estado	Producción (ton)	Participación (%)
Michoacán	454,958.46	69.60
Baja California	116,451.00	17.82
Guanajuato	67,178.72	10.28
México	6,972.52	1.07
Aguascalientes	2,520.00	0.39
Jalisco	2,217.00	0.34
Baja California Sur	1,588.40	0.24
Puebla	504.34	0.08
Sinaloa	360.00	0.06
Tlaxcala	271.2	0.04
Zacatecas	241.29	0.04
Oaxaca	168.00	0.03
Morelos	99.36	0.02
Chihuahua	85.75	0.01
Veracruz	20.00	0.00
San Luis Potosí	3.20	0.00
Total	653,639.24	100

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP

En el caso de la zarzamora, su producción nacional se concentra en Michoacán con el 95.98 por ciento. En 2018 solo 13 estados produjeron zarzamora en el país; los principales cinco, según su participación en la producción nacional fueron; Michoacán con el 95.98 por ciento, Jalisco con el 2.89 por ciento, Colima con el 0.60 por ciento, Baja California con 0.26 por ciento y el Estado de México con el 0.08 por ciento, (Cuadro 9).

Cuadro 9: Principales Estados productores de zarzamora, 2018

Estado	Producción (ton)	Participación (%)
Michoacán	275,588.02	95.98
Jalisco	8,300.22	2.89
Colima	1,718.85	0.60
Baja California	758.00	0.26
Estado de México	226.46	0.08
Guanajuato	215.00	0.07
Puebla	212.10	0.07
Morelos	35.96	0.01
Querétaro	31.10	0.01
Veracruz	21.30	0.01
Ciudad de México	15.81	0.01
Hidalgo	2.00	0.00
Total	287,124.82	100

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP

2.2.3 Precios nacionales

De los precios reales pagados al productor (Precio Medio Rural) por concepto de frutillas en el periodo analizado 2010-2018, la cereza presento los precios promedio más altos con 46 pesos por kilogramo, seguido por las frambuesas, con 38 pesos por kilogramo; las zarzamoras con 31.8 pesos por kilogramo y, finalmente, las fresas con 14 pesos por kilogramo (Cuadro 10).

Cuadro 10: Precios nominales y reales (base dic 2018=100) al productor de frutillas de 2010 al 2018 en pesos por kilogramos.

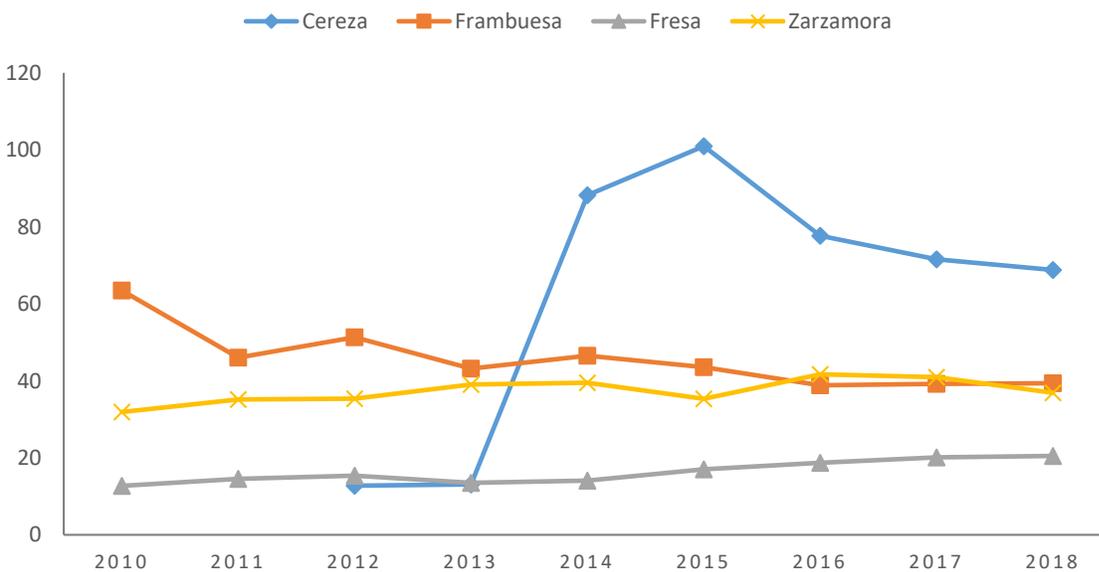
Año	Cereza*		Frambuesa		Fresa		Zarzamora	
	Nominal	Real	Nominal	Real	Nominal	Real	Nominal	Real
2010	25.00	34.37	46.17	63.48	9.28	12.75	23.21	31.91
2011			34.77	46.04	10.99	14.55	26.57	35.19
2012	10.00	12.79	40.14	51.32	12.03	15.38	27.68	35.39
2013	10.66	13.11	35.12	43.19	11.00	13.53	31.75	39.05
2014	74.67	88.22	39.37	46.52	11.92	14.09	33.43	39.50
2015	87.23	100.92	37.66	43.57	14.72	17.03	30.52	35.31
2016	69.39	77.67	34.72	38.86	16.72	18.71	37.26	41.70
2017	68.27	71.57	37.41	39.22	19.20	20.13	39.05	40.93
2018	68.79	68.79	39.39	39.39	20.50	20.50	36.91	36.91

*De acuerdo con SIAP no hubo registro para ese año

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP

Se puede observar al contrastar la información en Cuadro 10 y en Gráfica 2, que los precios reales pagados al productor por kilogramo de frutilla van al alza, encontrando precios en la cereza de hasta 100 pesos por kg, para el año 2015. Esto es, la tasa de crecimiento en los precios reales de cereza entre el año 2012 y 2018 fue del 32 por ciento, mientras que la frambuesa tuvo un decremento en sus precios del 6 por ciento en el periodo de 2010-2018, para el caso de la fresa su tasa de crecimiento en el mismo periodo fue del 6 por ciento y para la zarzamora del 2 por ciento.

Gráfica 2: Precios reales al productor de frutillas 2010- 2018, base dic 2018=100*.



*Para la serie de datos de la cereza solo se grafican datos posteriores a 2012, por la existencia de datos perdidos antes de dicho año.

Fuente: Elaboración propia con datos del cuadro 10

2.2.4 Intercambio comercial

La balanza comercial de frutillas mexicanas ha sido superavitaria a lo largo del periodo 2010-2018 y, durante los últimos años, la brecha positiva ha ido en aumento dado el dinamismo que presentan las exportaciones.

La tasa promedio anual de crecimiento de las exportaciones de frutillas mexicanas entre 2010 y 2018 fue de 10 por ciento, comparada con un -7% de las importaciones (cálculos realizados con información del SIAP, 2020). De esta manera, las frutillas han ganado importancia en los últimos años, en 2010 el valor de la producción de frutillas representó el 1.3 por ciento del valor total de la producción agrícola de México, mientras que, en 2018, este porcentaje fue de 4.5 por ciento.

En términos de las exportaciones sucede algo similar, en 2010 la participación del valor total de las exportaciones de frutillas con respecto al valor total de las exportaciones agrícolas fue del 12.1 por ciento, mientras que, en 2017, fue del 21.2 por ciento (Cuadro 11).

Cuadro 11: Participación de las exportaciones de frutillas en las exportaciones agropecuarias, 2010-2017 (Miles de dólares)

Año	Total de exportaciones agropecuarias	Total de exportaciones de frutillas	Participación de las frutillas en las exportaciones agropecuarias (%)
2010	8,610,443	1,044,040	12.1
2011	10,309,451	1,185,072	11.5
2012	10,914,240	1,610,647	14.8
2013	11,302,098	1,632,495	14.4
2014	12,331,797	1,987,742	16.1
2015	13,125,530	2,388,718	18.2
2016	14,844,589	2,753,248	18.5
2017	15,999,956	3,385,695	21.2

Fuente: Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI) y Banco de México

Estados Unidos es el principal importador de frutillas mexicanas, en 2018, el 97.6 por ciento de las exportaciones totales nacionales, fueron para ese país, con un valor de 1,723.49 millones de dólares. Entre 2010 y 2018, el 95 por ciento de las exportaciones nacionales de frutillas tuvieron como destino Estados Unidos y el 4 por ciento restante a países como: Reino Unido, Países Bajos, Italia y Canadá, (Cuadro 12).

Cuadro 12: Principales países importadores de frutillas mexicanas, 2010-2018 (Millones de toneladas)

País	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Estados Unidos	147.00	171.74	236.43	236.31	263.06	256.49	280.17	445.49	322.20
Reino Unido	1.14	1.07	0.90	0.00	0.95	1.12	1.07	1.26	2.25
Países Bajos	1.39	1.56	1.98	2.16	2.09	1.24	0.96	1.06	1.42
Italia	0.40	0.39	0.51	0.40	0.41	0.65	0.68	0.76	0.83
Canadá	0.38	0.03	0.04	0.17	0.26	0.15	0.34	0.58	0.71
Resto de países	0.28	0.50	1.05	1.23	1.82	2.55	2.37	2.68	2.65
Total	150.58	175.28	240.91	240.28	268.59	262.20	285.60	451.84	330.06

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT

CAPÍTULO 3. ANTECEDENTES

El presente apartado tiene la finalidad de hacer una síntesis de los antecedentes para México respecto al análisis de la demanda de frutas y frutillas en particular.

Como sugiere la FAO (2003), el uso de datos a nivel hogar permite modelar la demanda de los alimentos con variables demográficas, además de que las elasticidades gasto obtenidas a través del uso de datos transversales de los hogares deberían ser más creíbles que las obtenidas con series temporales.

Si bien existen muchas investigaciones sobre sistemas de demanda de bienes y servicios, estas se pueden dividir en aquellas que hacen uso de series de tiempo como insumo (López, Valdivia, Hernández, y Romo, 2010; Martínez y Oropeza, 2004; Ramírez, Martínez, García, Hernández, y Mora, 2011) y aquellas que utilizan datos de encuestas (microdatos) (Dong, Gould, y Kaiser, 2002; Golan, Perloff, y Shen, 2001). A continuación, se mencionan algunos estudios para el primer grupo de investigaciones.

Martínez y Oropeza (2004), utilizaron la aproximación lineal del Sistema de Demanda Casi Ideal (LA-AIDS) para analizar 11 frutas nacionales (naranja, plátano, mango, melón, durazno, sandía, guayaba, papaya, fresa, piña y toronja) con datos de series de tiempo para el periodo 1960-1998. A través de sus estimaciones, los autores clasificaron a dichos productos como bienes inelásticos (elasticidades precio menores a uno); mientras que, de acuerdo con las elasticidades gasto, obtuvieron al mango y plátano como bienes normales necesarios, y al melón y naranja como bienes superiores de lujo.

López *et al.* (2010), analizaron las elasticidades y flexibilidades de los productos cítricos mexicanos (naranja, mandarina, limón, lima y toronja) haciendo uso de series de tiempo mediante la estimación de LA-AIDS y el Sistema de Demanda Casi Ideal Inverso. Sus hallazgos fueron, respecto a las elasticidades precio, que todos los productos cítricos de su investigación eran bienes inelásticos; mientras que por su elasticidad gasto la naranja fue un bien normal, y, el limón y la toronja se comportaron como bienes de lujo.

Ramírez *et al.* (2011), realizaron un análisis de la demanda de cortes de carne de bovino, porcino, pollo, huevo y tortilla para el periodo de 1995-2008 mediante LA-AIDS utilizando el índice de precios de Stone. Sus resultados sugieren que los bienes estudiados son inelásticos. Además, reportaron como bienes sustitutos del bistec de bovino a los cortes especiales de bovino, la carne de cerdo (tanto, bistec pulpa y molida como cortes especiales) y de pollo. Como bienes complementarios, encontraron a la tortilla con todos los cortes y huevo. Además, respecto a las elasticidades gasto, los cárnicos y el huevo resultaron bienes normales necesarios; mientras que la tortilla resultó un bien de lujo.

Si bien para México se han realizado varios estudios, para distintos frutos y bienes, utilizando modelos AIDS y LA/AIDS (como los antes citados y principalmente el último mencionado), se encuentra poca evidencia de estudios que utilicen como insumo microdatos; a continuación, se mencionan algunos de ellos.

Golan *et al.* (2001), aplicaron un enfoque de máxima entropía generalizada (GME, por sus siglas en inglés), para estimar un Sistema de Demanda Casi Ideal para cinco tipos de carnes, utilizando datos de la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto (ENIGH) de México para 1992. Sus hallazgos más relevantes fueron los siguientes: una elasticidad precio Marshalliana de -0.78 para la carne procesada. Además, dado que su estudio utilizó variables demográficas, los autores encontraron

que habitantes de zonas urbanas comen más pollo y pescado que carne de cerdo y carnes procesadas. Por otra parte, los hogares que son encabezados por una mujer comen menos carne de res, cerdo y pollo, pero consumen mayor cantidad de carnes procesadas; a su vez, estos hogares, consumen mucho menos carne de cerdo que aquellos hogares que están encabezados por personas que no completaron su educación primaria.

Dong *et al.* (2002) realizaron un estudio para conocer la estructura de la demanda alimentaria en México, a través de la aproximación lineal del Sistema de Demanda Casi Ideal y una encuesta de hogares para 1998. Para tal fin utilizaron una técnica simulada de máxima verosimilitud (SML, por sus siglas en inglés). En dicho estudio se analizaron 12 productos, encontrando la carne de cerdo y la cerveza como complementos; la carne de aves de corral y de res como sustitutos. Además, encontraron una disminución en la demanda de leche en hogares con mayor número de habitantes adultos; tendencia contraria cuando había un mayor número de menores.

Estrada-Chavira *et al.* (2017), en su estudio de campo con datos a nivel productor, “Potencialidades para el fortalecimiento de exportación de fresa de Michoacán a Estados Unidos de América”, encontró que la fresa tiene una elasticidad precio de la demanda de -1.03 clasificando a este bien como elástico y una elasticidad gasto de 3.6, lo que clasifica a las fresas como un bien de lujo.

A pesar de la cobertura que han tenido la aplicación de los sistemas de demanda para analizar distintos conjuntos de productos clave en la alimentación de la población mexicana, hasta el momento de realizada la investigación no se encontró uno enfocado al análisis de frutillas para México; esto puede ser reflejo de la falta de información de series temporales que permita estimar modelos precisos o de interés en el tema, a pesar de su notable *boom* en años recientes. Por lo que la investigación se considera novedosa y pertinente.

CAPÍTULO 4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Este apartado tiene la finalidad de proporcionar un panorama general sobre la teoría económica detrás de los modelos sugeridos para la estimación de la demanda en el apartado siguiente (Capítulo 5), además de presentar la interpretación económica de los resultados.

Es importante destacar que un consumidor se entiende como aquella persona que, dado su presupuesto para consumo, tiene la oportunidad de comprar diferentes bienes y cantidades según sean sus precios. En este sentido, la pregunta que subyace a su comportamiento de elección es, ¿Cómo es que elige que cantidad comprar de un bien determinado tomando en cuenta su nivel de ingreso y los precios en la economía? (Dean, 2009).

4.1 Teoría del consumidor

El problema general de la teoría de la elección del consumidor permite obtener resultados económicamente significativos. En este proceso el consumidor asume que sus opciones de consumo están definidas para ciertos precios y por su ingreso. Por lo tanto, el problema de maximización que tiene es el siguiente (Jehle y Reny, 2011):

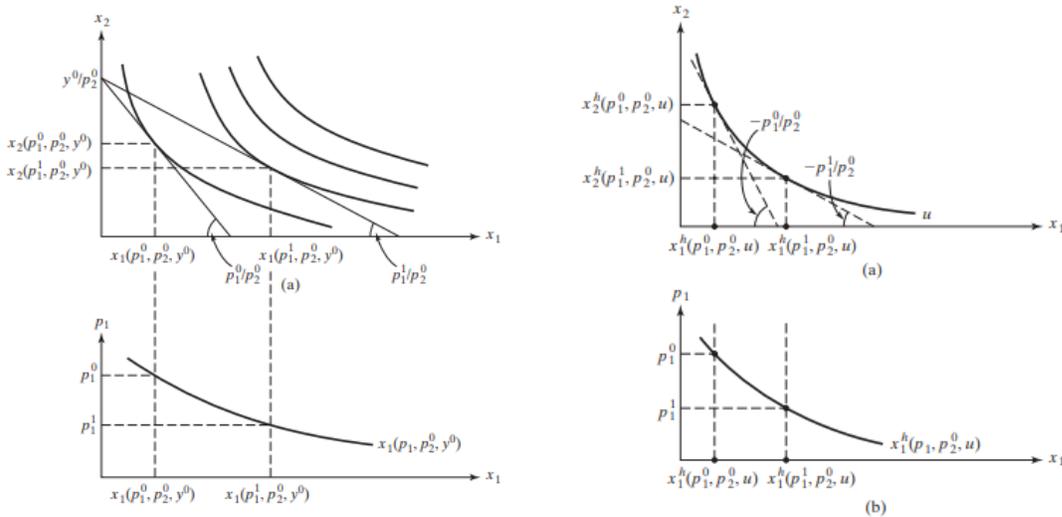
$$\max_{x \in \mathbb{R}_+^n} u(x) \quad \text{sujeto a} \quad p \cdot x \leq y$$

Es decir, el de maximizar su nivel de utilidad que obtiene de los bienes que consume, x , tomando en cuenta sus precios, p , y su nivel de ingreso, y , es decir, su restricción presupuestaria.

A la solución del problema de maximización de la utilidad del consumidor antes descrito, es decir, a las decisiones óptimas de consumo de cada bien, se les conoce como funciones de demanda ordinarias o Marshallianas. Gráficamente, la función de demanda Marshalliana para el bien i , se obtiene al variar su precio manteniendo fijo el nivel de ingreso del consumidor, sus gustos, así como los precios del resto de bienes.

En la Gráfica 3 (lado izquierdo), se ejemplifica este procedimiento para dos bienes, notar que la variación del precio de p_1^0 a p_1^1 permite construir la curva de demanda del bien dado que, al contener el cambio en el precio y no modificarse el resto de aspectos relevantes para el consumidor, este decide ajustar las cuantías consumidas del bien con el fin de maximizar su utilidad acotándose a su presupuesto.

Gráfica 3: La curva de demanda Marshalliana (lado izquierdo) y Hicksiana (lado derecho)



Fuente: Tomado de Jehle y Reny (2011)

Para el caso en que la función de utilidad del agente, $u(x)$, es diferenciable, la condición de optimización del problema que enfrenta el consumidor se puede resumir en que, para cualesquiera dos bienes j y k , se cumple la siguiente condición:

$$\frac{\partial u(x^*)/\partial x_j}{\partial u(x^*)/\partial x_k} = \frac{P_j}{P_k}$$

Esto dice que, en el óptimo, la tasa marginal de sustitución entre dos bienes (j y k) debe ser igual a la relación de sus precios.

4.2 La función de utilidad indirecta

La función de utilidad ordinaria, $u(x)$, se define sobre el conjunto de consumo X y representa las preferencias del consumidor directamente. Por otro lado, la función $v(p, y)$ denominada, función de utilidad indirecta, permite relacionar los precios, ingresos, y el valor maximizado de la utilidad, dicha función se define como sigue (Jehle y Reny, 2011):

$$v(p, y) = \max_{x \in \mathbb{R}_+^n} u(x) \quad \text{sujeto a } \mathbf{p} \cdot \mathbf{x} \leq y$$

Que es el valor máximo de la función que corresponde al problema de maximización de la utilidad del consumidor, visto anteriormente. O, en otras palabras, la función indirecta de utilidad se entiende como la función de utilidad ordinaria valuada en el óptimo de las funciones de demanda del consumidor para cada bien, es decir, las demandas Marshallianas.

Algunas de las propiedades de la función indirecta de utilidad, para una función de utilidad directa, $u(x)$, continua y estrictamente creciente en \mathbb{R}_+^n , son las siguientes (Jehle y Reny, 2011).

1. Continua en $\mathbb{R}_{++}^n \times \mathbb{R}_+$,
2. Homogénea de grado cero en (\mathbf{p}, y) ,
3. Estrictamente creciente en y ,
4. Decreciente en \mathbf{p} ,
5. Cuasi convexa en (\mathbf{p}, y) .

Además, satisface

6. Identidad de Roy: si $v(\mathbf{p}, y)$ es diferenciable en (\mathbf{p}^0, y^0) y $\partial v(\mathbf{p}^0, y^0)/\partial y \neq 0$, entonces

$$x_i(\mathbf{p}^0, y^0) = -\frac{\frac{\partial v(\mathbf{p}^0, y^0)}{\partial p_i}}{\frac{\partial v(\mathbf{p}^0, y^0)}{\partial y}}, \quad i = 1, \dots, n.$$

4.3 La función de gasto

La función de utilidad indirecta es una forma ordenada de resumir mucho sobre el comportamiento del consumidor. Una medida complementaria, llamada **función de gasto**, es igualmente útil. Para construir la función de utilidad indirecta, fijamos los precios de mercado y los ingresos, y buscamos el nivel máximo de utilidad que el consumidor podría alcanzar (Jehle y Reny, 2011).

Para construir la función de gasto, nuevamente se fijan los precios, pero se hace una pregunta diferente sobre el nivel de utilidad que alcanza el consumidor. Pregunta que corresponde al gasto mínimo que el consumidor requiere para alcanzar su mismo nivel de utilidad u . De manera general, la función de gasto se define como:

$$e(\mathbf{p}, u) \equiv \min_{x \in \mathbb{R}_+^n} \mathbf{p} \cdot \mathbf{x} \quad \text{sujeto a} \quad u(x) \geq u$$

Si $x^h(\mathbf{p}, u)$, resuelven este problema, el gasto más bajo necesario para lograr la utilidad u a precios \mathbf{p} será exactamente igual al costo de esta combinación de bienes $x^h(\mathbf{p}, u)$, o:

$$e(\mathbf{p}, u) = \mathbf{p} \cdot x^h(\mathbf{p}, u)$$

La solución, $x^h(\mathbf{p}, u)$, del problema anterior es interpretada como otro tipo de función de demanda, como las Marshallianas, pero que, comparadas con estas, no son directamente observables porque reflejan el efecto neto del proceso en el cual los agentes tratan de ajustar su consumo ante cualquier cambio en su nivel de utilidad a causa de variaciones en los precios de los bienes que consumen y el efecto compensatorio por un ajuste hipotético de su ingreso (Jehle y Reny, 2011).

Dichas funciones no observables a menudo se denominan funciones de demanda compensada. Sin embargo, porque John Hicks fue el primero en escribir sobre ellas, estas funciones de demanda se conocen comúnmente como funciones de demanda Hicksiana (Jehle y Reny, 2011).

Algunas propiedades de la función de gasto son las siguientes:

1. Cero cuando u toma el nivel más bajo de utilidad,
2. Continua en su dominio $\mathbb{R}_{++}^n \times U$,
3. Para todos $\mathbf{p} \gg 0$, es estrictamente creciente y sin límites en u ,
4. Creciente en \mathbf{p} ,
5. Homogénea de grado 1 en \mathbf{p} ,
6. Cóncava en \mathbf{p} .

Si, además, $u(\cdot)$ es estrictamente cuasiconcava, se cumple lo siguiente:

7. El lema de Shephard: $e(\mathbf{p}, u)$ es diferenciable en \mathbf{p} y (\mathbf{p}^0, u^0) con $\mathbf{p}^0 \gg 0$, y

$$\frac{\partial e(\mathbf{p}^0, u^0)}{\partial p_i} = x_i^h(\mathbf{p}^0, u^0), \quad i = 1, \dots, n.$$

4.4 Relación entre los problemas que enfrenta el consumidor

Aunque la función de utilidad indirecta y la función de gasto son conceptualmente distintas, hay una estrecha relación entre ellas. Lo mismo puede decirse de las funciones de demanda Marshalliana y Hicksiana.

Sean $v(\mathbf{p}, y)$ y $e(\mathbf{p}, u)$, la función de utilidad indirecta y la función de gasto, respectivamente, cuya función de utilidad es continua y estrictamente creciente. Entonces para todo $\mathbf{p} \gg 0$, $y > 0$, y $u \in U$, se cumple lo siguiente:

1. $e(\mathbf{p}, v(\mathbf{p}, y)) = y$.
2. $v(\mathbf{p}, e(\mathbf{p}, u)) = u$.

Es decir, lo anterior da cabida a la dualidad de los problemas que enfrenta el consumidor dado que siempre es posible recuperar un problema a partir del otro, ya sea despejando el ingreso de la función indirecta de utilidad para obtener la función del gasto, o despejando el nivel de utilidad de la función de gasto para obtener la función indirecta de utilidad.

Y dado que las soluciones al problema de maximización de la utilidad son las funciones de demanda Marshalliana, mientras que las soluciones al problema de minimización de gastos son las

funciones de demanda Hicksiana, es posible asumir que existe una relación igualmente estrecha entre sus respectivas soluciones Jehle y Reny, (2011).

Formalmente se tienen las siguientes relaciones entre la función de demanda Marshalliana y Hicksiana para $\mathbf{p} \gg 0$, $y \geq 0$, $u \in U$, y $i = 1, \dots, n$ (Jehle and Reny, 2011):

1. $x_1(\mathbf{p}, y) = x_1^h(\mathbf{p}, v(\mathbf{p}, y))$.
2. $x_1^h(\mathbf{p}, u) = x_1(\mathbf{p}, e(\mathbf{p}, u))$.

La primera relación dice que la demanda Marshalliana a precios \mathbf{p} e ingreso, y , es igual a la demanda Hicksiana a precios \mathbf{p} y el nivel de utilidad que es el máximo que puede ser logrado a precios \mathbf{p} e ingresos y . El segundo dice que la demanda Hicksiana a cualquier precio \mathbf{p} y nivel de utilidad, u , es el mismo que la demanda de Marshalliana a esos precios y un nivel de ingreso igual al gasto mínimo necesario a esos precios para lograr ese nivel de utilidad, Jehle y Reny, (2011).

Si bien, lo anterior, da evidencia formal de su relación, esta se materializa en la ecuación de Slutsky, que relaciona el efecto total², efecto sustitución³, y el efecto ingreso de los cambios en los precios de un bien. Dicha ecuación es llamada, a veces, la "Teoría de la ecuación fundamental de la demanda", y dice lo siguiente:

Sean $\mathbf{x}(\mathbf{p}, y)$ y $\mathbf{x}^h(\mathbf{p}, y)$ los sistemas de demanda Marshallianas y Hicksianas del consumidor, respectivamente; u^* el nivel de utilidad que el consumidor logra a precios \mathbf{p} e ingresos y . Luego entonces la ecuación de Slutsky es:

² El efecto total es la respuesta que se debería esperar en la cantidad demandada cuando el precio de un bien cambia.

³ El efecto de sustitución es ese cambio (hipotético) en el consumo que ocurriría si los precios relativos cambiaran a sus nuevos niveles, pero la utilidad máxima que el consumidor puede lograr se mantuvieran igual que antes del cambio de precio.

$$\frac{\partial x_i(p, y)}{\partial p_j} = \frac{\partial x_i^h(p, u^*)}{\partial p_j} - x_j(p, y) \frac{\partial x_j(p, y)}{\partial y}, \quad i, j = 1, \dots, n.$$

Efecto Total Efecto Sustitución Efecto Ingreso

En este sentido, se puede notar la relación entre ambos sistemas de demanda; teniendo que, ante un cambio en el precio de un bien, las variaciones en su demanda Hicksiana (efecto sustitución) son una proporción de la misma variación, pero en la Marshalliana (efecto total).

Lo anterior también da una relación en términos de sus elasticidades, ya que, si bien el efecto sustitución y por tanto las elasticidades Hicksianas no son observables, es posible recuperarlas al conocer las elasticidades Marshallianas e ingreso, que si son observables.

4.5 Elasticidades de la demanda

En este apartado se revisan los conceptos de elasticidad precio propia, ingreso y cruzada de la demanda, que serán de utilidad para la interpretación en apartados posteriores y son una síntesis del trabajo de García Mata, Garcia Salazar, y García Sánchez (2003)

El concepto de “elasticidad” permite medir el cambio porcentual en una variable dependiente en correspondencia con un cambio porcentual en alguna variable independiente, permaneciendo las demás constantes. El “coeficiente de elasticidad” posee la ventaja de ser un numero sin

dimensiones, independiente de las unidades de medida y, por consiguiente, directamente comparable entre productos y países.

4.5.1 Elasticidad precio propia de la demanda

La ley de la demanda establece que la cantidad demandada de un producto varía de manera inversa a los cambios en los precios. Esta relación inversa determinada por el efecto sustitución de un cambio en el precio del producto que se consume. Sin embargo, por si sola esta relación inversa no dice nada acerca de la magnitud del efecto del cambio en el precio sobre la cantidad demandada. Es probable que este efecto varíe de un producto a otro. Sobre la respuesta de la cantidad demandada de un producto a las variaciones de su precio, *ceteris paribus*, se pueden presentar tres posibilidades:

La cantidad demandada disminuye cuando aumenta su precio y aumenta cuando este desciende, ley de la demanda: en casos raros aumenta cuando el precio sube y viceversa, y permanece constante, ante cambios en el precio, o es muy sensible a un determinado nivel de precio.

Definición. La elasticidad precio propia de la demanda es un cociente que expresa el cambio porcentual en la cantidad demandada de un producto por unidad de tiempo asociada con un cambio porcentual dado en el precio del mismo, *ceteris paribus*. Una forma más conveniente de definirla es considerar que la elasticidad precio de la demanda es el cambio porcentual en la cantidad demandada en respuesta a un cambio de 1% en el precio, manteniendo constantes a los demás determinantes de la demanda.

La elasticidad precio (E_p) está definida para un punto de la curva de demanda; por tanto, para la mayoría de las curvas la magnitud del coeficiente de elasticidad varía a lo largo de las mismas.

Utilizando a Δ para denotar un cambio muy pequeño y a d para indicar cambios infinitesimal, entonces la definición matemática de la elasticidad precio (E_p) es:

$$E_p = \frac{\frac{\Delta Q_i}{Q_i}}{\frac{\Delta P_i}{P_i}} = \left[\frac{\Delta Q_i}{Q_i} \right] \left[\frac{P_i}{Q_i} \right] = \frac{\Delta \% Q_i}{\Delta \% P_i} \quad \text{formula para } E_p \text{ en un punto, o}$$

$$E_p = \frac{dQ_i}{dP_i} \cdot \frac{P_i}{Q_i}, \text{ cuando se conoce la función}$$

$$E_p = \frac{\text{cambio \% de la cantidad demandada}}{\text{cambio \% del precio}}$$

En donde Q_i es la cantidad demandada del producto i al precio P_i y éste es el precio del bien i , ΔQ_i y ΔP_i , cambios absolutos muy pequeñas de la cantidad y del precio, dQ_i y dP_i cambios absolutos infinitesimales de la cantidad y del precio.

Interpretación: El coeficiente de la elasticidad precio de la demanda de cualquier producto puede interpretarse como el cambio porcentual en la cantidad demandada ($\Delta \% Q$) en respuesta a un cambio porcentual muy pequeño en el precio del producto ($\Delta \% P$), en tanto los otros factores permanecen constantes. Esta tiene signo negativo y su rango en valor absoluto va desde cero hasta menos infinito ($0, -\infty$). Este rango está dividido tradicionalmente en tres partes: $E_p > |-1|$, $E_p = |-1|$, $E_p < |-1|$.

De acuerdo con el valor absoluto de E_p se tiene:

1) Si el valor absoluto del coeficiente de la elasticidad $E_p > |-1|$ se dice que la demanda es **elástica** $\Delta \% Q_i > \Delta \% P_i$. El cambio porcentual en la cantidad demandada es mayor que el correspondiente cambio porcentual en el precio. El caso extremo es una curva de demanda

horizontal: la demanda es **perfectamente elástica** (el coeficiente es infinito ($E_p = |-\infty|$)). Para un mismo precio se demanda cualquier cantidad.

2) Si el valor absoluto del coeficiente de la elasticidad $E_p < |-1|$, la demanda es **inelástica** $\Delta\%Q_i < \Delta\%P_i$. El cambio porcentual en la cantidad demandada es menor que el cambio porcentual en el precio. El caso extremo es una elasticidad igual a cero ($E_p = 0$); la curva de demanda es una línea vertical: la demanda es **perfectamente inelástica**.

4.5.2 La elasticidad ingreso de la demanda

Definición: El coeficiente de la elasticidad ingreso de la demanda (E_I) mide el cambio porcentual en la cantidad demandada de un bien por unidad de tiempo ($\frac{\Delta Q}{Q}$) como resultado de un cambio porcentual dado en el ingreso del consumidor ($\frac{\Delta I}{I}$), *ceteris paribus*. Es decir:

$$E_I = \frac{\text{Cambio \% en la cantidad demandada por unidad de tiempo}}{\text{Cambio \% en el ingreso}}$$

La definición matemática de la E_I en un punto es:

$$E_I = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta I}{I}} = \frac{\Delta Q}{\Delta I} \cdot \frac{I}{Q} = \frac{\Delta\%Q}{\Delta\%I}, \text{ o } \frac{dQ}{dI} \cdot \frac{I}{Q}, \text{ cuando se conoce la función.}$$

Se interpreta como el cambio porcentual en la cantidad demandada ante un cambio porcentual de 1% en el ingreso, permaneciendo constantes los otros factores.

En la mayoría de los casos el coeficiente es positivo; es decir, ΔQ y ΔI varían en el mismo sentido, es decir, cuando aumenta el ingreso de un consumidor, *ceteris paribus*, se incrementa la cantidad demandada y ocurre lo contrario cuando el ingreso disminuye.

Algunos casos son:

- 1) Si $E_I > 1$, implica que $\Delta\%Q > \Delta\%I$. La demanda es elástica respecto al ingreso. En este caso, una variación del 1% en el ingreso le corresponde una variación en la cantidad demandada de más de 1%, este es el caso de los bienes denominados normales superiores o de lujo.
- 2) Si $E_I < 1$, implica que $\Delta\%Q < \Delta\%I$. La demanda es inelástica respecto al ingreso. Entonces, un cambio de un 1% en el ingreso le corresponde una variación de la cantidad demandada inferior a 1%, estos se consideran bienes normales necesarios.
- 3) Si $E_I = 1$, implica que $\Delta\%Q = \Delta\%I$. La demanda es de elasticidad ingreso unitaria. El cambio porcentual en la cantidad demandada es igual al cambio porcentual en el ingreso. Este es el caso de los bienes normales necesarios.
- 4) Si $E_I = 0$. La demanda ingreso es perfectamente inelástica, para cualquier nivel de ingreso se demanda la misma cantidad. En este caso se tiene completa saturación de las necesidades. Se está en el caso de un bien normal inferior.
- 5) Si $E_I < 0$, se pueden presentar productos con $E_I > -1$, y $E_I < -1$. En el primer caso la demanda ingreso es elástica. El cambio porcentual en la cantidad demandada es mayor que el correspondiente cambio porcentual en el ingreso, lo cual implica que si el ingreso sube o baja en 1%, entonces, *ceteris paribus*, la cantidad disminuye o aumenta más de 1%. En cambio, cuando $E_I < -1$, un aumento (disminución) de 1% ocasionaría una disminución (aumento) de menos de 1%. Este es el caso de los bienes inferiores.

4.6.3 La elasticidad cruzada

La elasticidad cruzada de la demanda es el cambio porcentual de la cantidad demandada de un bien dado (i) ante un cambio porcentual en el precio de un bien relacionado (j), *ceteris paribus*.

Es decir:

$$E_{ij} = \frac{\text{Cambio \% en la cantidad demandada de un producto}}{\text{Cambio \% en el precio de un producto relacionado}}$$

$$E_{ij} = \frac{\frac{\Delta Q_i}{Q_i}}{\frac{\Delta P_j}{P_j}} = \frac{\Delta Q_j}{\Delta P_j} * \frac{P_j}{Q_i} = \frac{\Delta \% Q_i}{\Delta \% P_j} \text{ fórmula para } E_{ij} \text{ en un punto.}$$

La definición matemática de E_{ij} es:

$$E_{ij} = \frac{dQ_i}{dP_j} \cdot \frac{P_j}{Q_i} \text{ cuando se conoce la función de la demanda.}$$

Se interpreta como el cambio porcentual en la cantidad demandada del bien i en respuesta a un cambio de 1% en el precio del bien j , *ceteris paribus*.

En teoría hay tres tipos de relaciones cruzadas:

- 1) Productos sustitutos: $E_{ij} > 0$.

$$\text{Si } \Delta P_j \Rightarrow \nabla Q_j \Rightarrow \Delta D_i \Rightarrow \Delta Q_i \text{ cuando } P_i \text{ es constante}$$

$$\text{Si } \nabla P_j \Rightarrow \Delta Q_j \Rightarrow \Delta D_i \Rightarrow \nabla Q_i \text{ cuando } P_i \text{ es constante}$$

- 2) Productos complementarios: $E_{ij} < 0$

$$\text{Si } \Delta P_j \Rightarrow \nabla Q_j \Rightarrow \nabla D_i \Rightarrow \nabla Q_i \text{ cuando } P_i \text{ es constante}$$

$$\text{Si } \nabla P_j \Rightarrow \Delta Q_j \Rightarrow \Delta D_i \Rightarrow \Delta Q_i \text{ cuando } P_i \text{ es constante}$$

3) Productos independientes: Si $E_{ij} = 0$, significa que no hay relaciones de sustitución ni de complementariedad entre los dos productos.

CAPÍTULO 5. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se describe el uso de la información, su tratamiento y los principales problemas que se presentan al hacer uso de microdatos, así como la solución que se dio para resolver dichos problemas. A continuación, se presentan los paquetes estadísticos empleados.

5.1 Paquetería estadística.

Para desarrollar la presente investigación se hizo uso de dos paquetes estadístico: STATA y R; STATA se utilizó para el tratamiento de la base de datos; así como para la estimación de las distintas especificaciones econométricas. Se consideró adecuado trabajar con STATA, porque es una plataforma de fácil manejo de micro datos, principalmente, porque permite incorporar de forma rápida y eficiente los factores de expansión, típicos de datos muestrales, a los procedimientos estadísticos.

El programa R se utilizó, principalmente, para aplicar el algoritmo de imputación detallado en la siguiente sección; además de emplearse para la visualización de los resultados (como elaboración de mapas y gráficas).

5.2 Fuentes de información.

La información utilizada para este análisis proviene de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2018 (ENIGH) realizada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), cuyo propósito es proporcionar un panorama estadístico del comportamiento de los ingresos y gastos de los hogares en cuanto a su monto, procedencia y distribución.

La encuesta consta de una muestra de 89, 138 hogares representativos de 125, 091,790 habitantes; algunos de los temas que capta la ENIGH, en sus distintos apartados, son los siguientes: 1) características de la vivienda; 2) residentes e identificación de hogares en la vivienda; 3) características sociodemográficas de los residentes de la vivienda, equipamiento del hogar y servicios e; 4) ingreso corriente total, gasto corriente monetario, erogaciones financieras y de capital de los hogares, entre otras.

Por lo que, el presente estudio, al requerir información sobre el gasto de los hogares, hace uso de este componente en la encuesta; información depositada en la página oficial del INEGI en el apartado de la ENIGH 2018 como “Gastos en los hogares (gastoshogar)” (<https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2018/default.html#Microdatos>).

5.3 Tratamiento de la información.

En la literatura; por ejemplo, en Cox y Wohlgemant (1986), se señala que con el uso de microdatos es posible modelar la demanda para un año de observaciones; esto debido a que existe suficiente variación en los precios dentro de cada región e interregionalmente debido, principalmente, a restricciones de oferta y hábitos de compra de los consumidores.

La demanda mexicana de frutillas se modeló utilizando los microdatos de la ENIGH para el año 2018. La cual constituye una fuente de información con gran valor desde el punto de vista estadístico dado que permite obtener una gran cantidad de observaciones⁴ y explotar la heterogeneidad de los hogares al introducir variables socioeconómicas o demográficas (Rossini y Depetris, 2008).

Sobre esta base y por lo antes expuesto, se seleccionaron de la ENIGH 2018, seis grupos alimenticios que son componentes del gasto de los hogares mexicanos; en el siguiente cuadro se detallan sus componentes:

Cuadro 13: Grupos alimenticios y sus componentes con base en la ENIGH 2018*.

Grupo	Componentes
(1) Frutillas	Cereza, frambuesa, fresa, zarzamora
(2) Frutas ácidas	Guayaba, lima, limón, mandarina, nectarina, tangerina, toronja, naranja, piña, garambullo, granada, higo, jícama, kiwi, caña, coco, guaya, nanche, tamarindo.
(3) Frutas dulces	Chicozapote, mamey, ciruela, jobo, pitahaya, tuna, plátanos, uva.
(4) Frutas semi ácidas	Anona, chirimoya, guanábana, durazno, mango, chabacano, melocotón, manzana, perón, papaya.
(5) Melones	Sandía, melón.
(6) Bebidas azucaradas	Agua preparada y jugos naturales, jugos y néctares envasados, concentrados y polvos para preparar bebidas, refrescos de cola y de sabores y bebida energética.

* En los cuadros sucesivos se omite el nombre del grupo alimenticio y se hace referencia a él mediante el número que tiene asociado entre paréntesis.

⁴ En particular, la ENIGH 2018 considera a 37.4 millones de hogares representativos.

Es importante mencionar, que, para la agrupación de los productos, que componen cada uno de los grupos, la estrategia fue la siguiente: para obtener el gasto y cantidad consumida del grupo se sumaron, respectivamente, las cantidades particulares de cada uno de sus elementos; en el proceso se verifico que las cantidades estuvieran dadas en kilogramos para no contabilizar mal los conceptos (a excepción del grupo de bebidas azucaradas donde solo se consideran unidades consumidas).

Los precios de los productos no están dados en la encuesta, por lo que para su obtención la estrategia fue dividir el gasto en cada grupo entre su cantidad consumida; con ello se obtuvo el precio promedio ponderado de cada grupo alimenticio (en adelante se refiere a este concepto solamente como precio promedio).

Existen algunos hechos a tomar en cuenta en el análisis de datos de encuestas. El principal es que cuando los hogares reportan consumo cero de alguno de los bienes, generan como valor ausente el precio del producto.

En el Cuadro 14 se puede observar que se tiene una elevada cantidad de datos perdidos para las frutas; resaltando que la mayoría se concentra en las frutillas con 98%; es decir, solo un 2% de los hogares menciona consumir frutillas, en general los hogares mexicanos no son consumidores frecuentes de frutillas, mientras que si lo son de bebidas azucaradas (más de 2/3 de los hogares si consumen el producto).

Cuadro 14: Datos perdidos en la base de datos original, ENIGH 2018.

Grupo	Datos perdidos	Total de Observaciones	% datos perdidos
1	75,034	76,043	98.67
2	56,413	76,043	74.19
3	51,135	76,043	67.24
4	59,117	76,043	77.74
5	70,785	76,043	93.09
6	24,675	76,043	32.45

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ENIGH 2018

A continuación, se detalla el tratamiento de la base de datos; en particular, el procedimiento seguido para imputar los precios ausentes y las implicaciones de omitir este paso.

5.3.1 Proceso de imputación

Los hogares no consumidores (es decir, que tienen consumo cero) no reportan el precio observado en el mercado local, a pesar de haberlo visto al momento de tomar sus decisiones; si bien esto pudiera resolverse al quitar estas observaciones de la base de datos, esto puede conducir a un problema que se detalla a continuación.

Se realizó una prueba de comparación de medias para conocer la diferencia de ingresos entre los hogares con consumo mayor a cero en frutillas versus los de consumo cero, obteniendo una diferencia en los ingresos trimestrales de \$48,470.43, con una razón $t = -26.85$ y una p -valor=0.0000 a cuatro cifras decimales. Esto quiere decir que en promedio los hogares consumidores registran ingresos trimestrales mayores a los no consumidores en el orden de \$48,470.43.

Lo anterior significa lo siguiente: si el modelo de demanda se hiciera utilizando solamente los datos de los hogares que reportan consumo de los bienes analizados, solo se analizaría una subpoblación nacional con ingresos altos (es decir, los estimadores obtenidos no representarían a

la población nacional) y se obtendrían elasticidades precio más bajas, dado que este conjunto de hogares al ser más “ricos” pueden ser menos sensible a cambios en el precio, hecho que pudiera no ser representativo de la realidad nacional.

Además, su exclusión implicaba perder información valiosa sobre las decisiones individuales que llevaron a los hogares a escoger no consumir el producto tomando en cuenta su propio precio y el del resto de bienes (sustitutos o complementarios) en cada mercado local.

Por lo antes expuesto, y con la intención de obtener estimaciones de elasticidades a nivel nacional, se propuso utilizar una técnica de imputación conocida en la literatura como “*k-nearest neighbor imputation (KNN)*”⁵

Si bien, en la literatura se pueden encontrar métodos de imputación como *hot-deck* o regresión robusta, las cuales utilizan funciones de distancia generalizadas; para este estudio se utilizó KNN debido a que es un método sencillo de implementar y sus resultados pueden tener una interpretación simple (más aun en el presente estudio donde, por simplicidad, solo se considera a un vecino cercano).

A groso modo el algoritmo trabaja como sigue: 1) Se analiza la dispersión de los puntos (centros de cada municipio) en el mapa; 2) se obtiene su respectiva distancia euclidiana de cada punto respecto al resto de ellos; 3) se le asigna a cada punto su vecino más cercano (aquel con la menor distancia) y; 4) si el dato del precio en un municipio está perdido, asigna el promedio del precio registrado en el municipio cercano⁶.

⁵ Ver, por ejemplo, Batista y Monard (2003) o Kowarik y Templ (2016).

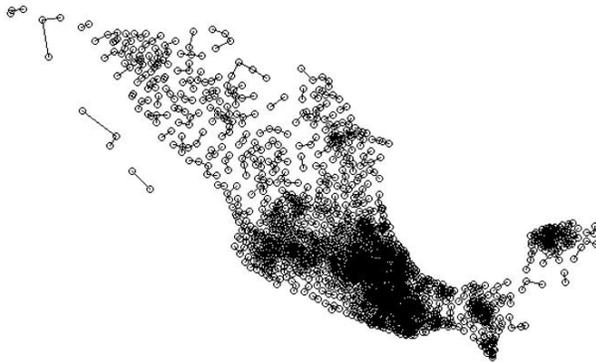
⁶ Cabe señalar que la imputación no modificó el gasto de los hogares, dado que esta se hizo sobre el precio de los hogares no consumidores; es decir para cualquier precio de referencia su gasto continuó siendo cero.

La aplicación de KNN a la base de datos es correcta bajo el siguiente supuesto; debido a que, si no fuera el caso, la imputación podría subestimar el precio del producto en los lugares donde no se tiene un precio de referencia:

Supuesto: los costos por traslado de las mercancías de un municipio a su vecino más cercano son pequeños en términos unitarios; por lo cual, dos municipios pueden compartir un mismo precio para las frutas.

En la Figura 1 se puede observar la asignación hecha por el algoritmo. Los puntos son los centros de cada municipio y las líneas son el nexo entre un municipio y otro con la menor distancia.

Figura 1: Mapa de imputación por municipio más cercano



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ENIGH 2018

Después de realizar la imputación, en el Cuadro 15 se puede observar que, comparado con el Cuadro 2, se reduce en gran medida la cantidad de datos perdidos; por ejemplo, se pasó para las frutillas del 98% al 31.71% de datos perdidos.

El hecho de que aún existan datos perdidos se debe a que los municipios vecinos tampoco cuentan con un precio de referencia.

Cuadro 15: Datos perdidos de la base de datos imputada, ENIGH 2018.

Grupo	Datos perdidos	Total de Observaciones	% datos perdidos
1	24,115	76,043	31.71
2	2,071	76,043	2.72
3	1,310	76,043	1.72
4	1,882	76,043	2.47
5	6,651	76,043	8.75
6	1,167	76,043	1.53

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ENIGH 2018

Sobre la base imputada; a continuación (Cuadro 16), se presentan las estadísticas descriptivas de cada grupo; notar que w_i y lp_i hacen referencia, respectivamente, a la proporción de gasto y el logaritmo del precio del grupo de alimentos i . Importante señalar que la proporción del gasto se obtuvo dividiendo el gasto hecho por cada hogar en el grupo de alimentos i entre el total gastado por el hogar en los seis grupos de alimentos. Por otro lado, lm , hace referencia al logaritmo natural del gasto total hecho por cada hogar en los seis grupos.

Cuadro 16: Estadísticas descriptivas de la base imputada, ENIGH 2018.

Variable	Min	Cuartil 25	Media	Cuartil 75	Max	Desv. Est.	Observaciones
w1	0.00	0.00	0.01	0.00	0.50	0.05	43,660
w2	0.00	0.00	0.12	0.20	1.00	0.21	43,660
w3	0.00	0.00	0.15	0.26	1.00	0.22	43,660
w4	0.00	0.00	0.14	0.29	1.00	0.22	43,660
w5	0.00	0.00	0.03	0.00	1.00	0.11	43,660
w6	0.00	0.20	0.54	1.00	1.00	0.39	43,660
lp1	0.41	3.69	4.01	4.38	6.18	0.48	43,660
lp2	-1.53	2.43	2.61	2.94	5.30	0.49	43,660
lp3	-0.64	2.39	2.56	2.76	6.29	0.46	43,660
lp4	-0.93	3.00	3.11	3.29	5.52	0.40	43,660
lp5	-1.15	2.66	2.80	2.95	5.84	0.33	43,660
lp6	-1.80	1.32	1.93	2.46	7.60	0.85	43,660
lm	0.00	3.04	3.57	4.12	7.61	0.75	43,660

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ENIGH 2018

Del Cuadro 16, se puede resaltar que, en general, las proporciones de gasto destinado por los hogares para la compra de frutas (Grupos uno a cinco) respecto al total de los seis grupos alimenticios son pequeñas, teniendo como valor promedio menos del 15%.

Tendencia contraria al gasto en bebidas azucaradas (Grupo 6), donde los hogares destinan una buena parte de su presupuesto destinado a compra de frutas y bebidas azucaradas solamente, en promedio 59%. Esto en parte, reafirma lo expuesto anteriormente y es que los hogares mexicanos no son consumidores frecuentes de frutas.

Además, notar que, respecto al precio, las frutillas (Grupo 1) tienen los precios promedio más elevados respecto al resto de frutas; mientras que, las bebidas azucaradas (Grupo 6) son, en promedio, más baratas que cualquier grupo de frutas; lo que podría explicar, en parte, su mayor preferencia.

5.4 Especificaciones econométricas

En el siguiente apartado, se exponen al lector los detalles de las diferentes especificaciones econométricas utilizadas; se presentan sus formas funcionales, formas de estimación y obtención de las elasticidades a partir de ellas.

5.4.1 Modelo Workin-Leser (WL)

En el modelo WL (Working, 1943; Leser, 1963), cada grupo de alimentos considerado⁷ es una función lineal de su precio y del precio del resto de bienes; así como del gasto total en los alimentos; además de algunas otras covariables propias de los hogares.

La función de demanda WL se puede expresar como sigue:

$$w_i = \alpha_0 + \alpha_i \log x + \sum_j \beta_{ij} \log p_j + \sum_k \gamma_{ik} H_k + \varepsilon_i$$

Donde: w_i es la proporción del gasto destinada al grupo de alimentos i , p_j es el precio promedio de los alimentos en el grupo i , x es el gasto total, H_k son variables de control de las características de los hogares; que para este caso son el número de habitantes en el hogar, número de menores de edad, sexo y educación del jefe de familia, y variables regionales; y ε_i es la perturbación aleatoria, que se asume normal e idénticamente distribuido con media cero y desviación estándar σ^2 .

Cada ecuación para el grupo alimenticio i se estima por separado utilizando Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Las elasticidades gasto, elasticidades precio propia y cruzadas se estiman utilizando la media muestral como sugiere Taniguchi y Chern (2000) (detalles en Anexo 4). La elasticidad gasto se estima como sigue:

$$e_i = 1 + \left(\frac{\alpha_i}{w_i} \right)$$

Mientras que las elasticidades propias y cruzadas se estiman de acuerdo a la siguiente fórmula; donde δ_{ij} es la delta de Kroneker, la cual es igual a la unidad si $i=j$ y cero en otro caso.

⁷ Ver cuadro 13

$$e_{ij} = -\delta_{ij} + \left(\frac{\beta_{ij}}{w_i} \right)$$

5.4.2 Modelo AIDS y su versión lineal.

Deaton y Muellbauer (1980) desarrollaron un sistema de demanda flexible llamado “Sistema de Demanda Casi Ideal” (AIDS); el cual parte de una función de gasto para el tipo de preferencias PIGLOG y de la teoría microeconómica (expuesta en Capítulo 4), para llegar a la siguiente forma funcional, factible de estimarse econométricamente.

$$w_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln P_j + \beta_i \ln \{X/P\} \quad (1)$$

Donde w_i = es la participación del gasto del grupo i ; α_i = son las ordenas al origen; P_j = son los precios promedio de los bienes en el grupo j ; γ_{ij} = son los coeficientes asociados a los precios j ; X = es el gasto total en el conjunto de grupos; β_i = es el coeficientes asociado al gasto; y P = índice de precios translog definido por:

$$\ln P = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \ln P_k + \frac{1}{2} \sum_j \sum_k \gamma_{kj} \ln P_k \log P_j \quad (2)$$

Donde P_k y P_j = son los precios de los bienes en el grupo k y j , respectivamente.

Como señala Moschini (1998) el modelo AIDS satisface automáticamente la restricción de aditividad, homogeneidad y simetría; a continuación se detallan los requisitos que deben satisfacerse para cada una de estas restricciones.

La aditividad requiere que:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1 \quad \sum_{i=1}^n \gamma_{ij} = 0 \quad \sum_{i=1}^n \beta_i = 0, (k=1,2,\dots,n) \quad (3)$$

La condición de homogeneidad se satisface si, y solo si para toda j:

$$\sum_j \gamma_{ij} = 0 \quad (4)$$

Y la condición de simetría es satisfecha si:

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji} \quad (5)$$

Sin embargo, el modelo AIDS puede ser difícil de estimar ya que el índice de precios translog (2) es no lineal, por lo tanto, una práctica común en la aplicación empírica es utilizar una aproximación lineal para hacer su estimación más fácil.

Uno de los atributos del modelo AIDS es que las ecuaciones de demanda se vuelven lineales si el índice de precios translog (2) es cambiado por otro índice, este es el caso del Índice de Precios de Stone (P^S) sugerido por Deaton y Muelbauer (1980)⁸; el cual se define como:

$$\ln(P^S) = \sum_{i=1}^n w_i \ln(p_i) \quad (6)$$

Por lo que la aproximación lineal del modelo AIDS, que sustituye el índice de precios translog (2) por el índice de Stone (6) (LA-AIDS) se estimó al aplicar el método SUR⁹ sobre la ecuación (1) sujeta a (3), (4), (5) y (6). Una vez estimados los parámetros, de acuerdo con Taniguchi & Chern (2000) (detalles en Anexo 4), las elasticidades gasto (η_i) se obtienen de acuerdo con la siguiente relación:

⁸ Sin embargo, los autores mencionan que este índice es adecuado cuando los precios son colineales.

⁹ "Seemly Uncorrelated Regression"

$$\eta_i = 1 + \frac{\beta_i}{w_i}$$

Las elasticidades precio propias y cruzadas Marshalianas o no compensadas (e^m_{ij}), se obtienen como sigue, donde δ_{ij} es la delta de Kroneker, la cual es igual a la unidad si $i=j$ y cero en otro caso:

$$e^m_{ij} = -\delta_{ij} + \left(\frac{\gamma_{ij}}{w_i}\right) - \left(\frac{\beta_i}{w_i}\right)w_j$$

Mientras que, las elasticidades Hicksianas o compensadas (s_{ij}) se calculan de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$s_{ij} = -\delta_{ij} + \left(\frac{\gamma_{ij}}{w_i}\right) + w_j$$

5.4.3 Modelo AIDS no lineal

La estimación del modelo de demanda LA-AIDS, a través del índice de precios de Stone (6), trae consigo problemas de sesgo por simultaneidad ya que las proporciones de gasto, w_i , al ser endógenas, por definición, se encuentran correlacionadas con el término de error¹⁰ (Henningsen, no date; Banks, Blundell and Lewbel, 1997; Wan, 2008; Hahn and Hahn, 2020). Formalmente se puede mostrar que al suceder lo antes descrito, $Cov(\varepsilon_i, P^S) \neq 0$, se implica que $E(\varepsilon_i | P^S, \ln p_i, X_i) \neq 0$; lo cual viola la condición necesaria para que los estimadores sean insesgados (ver Greene, [2002] y Wooldridge [2002] para más detalles).

Lo anterior se ha tratado de resolver al introducir otro índice de precios que no dependa de las proporciones de gasto, la mayoría de estas soluciones están dadas para el análisis con series de

¹⁰ Notar que al despejar la ecuación (6) en (1), w_i aparecería en ambos lados de la ecuación a estimar.

tiempo (Moschini, 1998), por lo que no son factibles de incorporarse en el presente trabajo. Además como detalló Wan (2008), en su trabajo de experimentos Monte Carlo, todas las aproximaciones lineales al modelo AIDS proveen estimadores sesgados de las α s y γ s en la ecuación (1).

Por lo anterior se propone estimar la demanda a través del modelo original AIDS con la finalidad de reducir el posible sesgo en las elasticidades que pudieran inducirse por el modelo LA-AIDS. Así, el modelo no lineal AIDS es estimado a partir de las siguientes ecuaciones:

$$w_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln P_j + \beta_i (\ln X - \ln P) + \varepsilon_i$$

Sujeto a

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1; \quad \sum_{i=1}^n \gamma_{ij} = 0; \quad \sum_{i=1}^n \beta_i = 0; \quad \gamma_{ij} = \gamma_{ji}$$

$$\text{Tal que, } \ln P = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \ln P_k + \frac{1}{2} \sum_j \cdot \sum_k \gamma_{kj} \ln P_k \log P_j$$

Si bien, todos los parámetros se identifican habiendo variación suficiente de las variables independientes, en muchos casos la identificación de α_0 puede ser problemática. Sin embargo, esto se puede superar en la práctica asignando un valor a α_0 a priori.

Dado que el parámetro, α_0 , puede interpretarse como el desembolso mínimo de los hogares para la adquisición de los grupos de bienes analizados¹¹, se sugiere igualar tal parámetro al mínimo del logaritmo del gasto observado en los microdatos (Banks, Blundell, y Lewbel, 1997; Deaton y Muellbauer, 1980). Para la presente investigación, $\alpha_0 = 0$ (ver Cuadro 5), lo que lleva a que el

¹¹ Notar que era de esperar un mínimo desembolso pequeño, dado que a priori, ninguno de los bienes analizados es necesario en la dieta.

índice de precios translog base sea la unidad, $P = 1$ (En ANEXOS 2 se hace una simulación para distintos valores de α_0).

Otra particularidad de la estimación del modelo AIDS fue que su estimación al ser no lineal, se implementó mediante lo que se conoce en la literatura como método Iterativo de Mínimos Cuadrados Factibles Generalizados No Lineales (FGNLS por sus siglas en ingles); los cuales convergen a la estimación de máxima verosimilitud (Statacorp, 2019). Si bien, se pudo haber implementado vía el algoritmo de mínimos cuadrados no lineales, se omitió su uso, dado que FGNLS relaja el supuesto de homocedasticidad¹², lo cual es importante para el análisis de microdatos, dado que por lo general las estructuras de datos no lo son (ver Deaton, [2018]).

Para este modelo, y como detalla Henningsen (n.d.), las elasticidad gasto (e_i) se calcularon como sigue:

$$e_i = 1 + \left(\frac{1}{w_i}\right) \left(\frac{\partial w_i}{\partial \ln(x)}\right) = 1 + \left(\frac{\beta_i}{w_i}\right)$$

Por su parte las elasticidades Marshalianas (e_{ij}) y Hicksianas (s_{ij}) se obtienen, de acuerdo al mismo autor, de la siguiente manera:

$$e_{ij} = -\delta_{ij} + \frac{\gamma_{ij}}{w_i} - \frac{\beta_i}{w_i} \left(\alpha_j + \sum_{k=1}^n \gamma_{kj} \ln P_k \right)$$

$$s_{ij} = -\delta_{ij} + \frac{\gamma_{ij}}{w_i} + w_j - \frac{\beta_i}{w_i} \left(\alpha_j \sum_{k=1}^n \gamma_{kj} \ln P_k - w_j \right)$$

Donde δ_{ij} es la delta de Kronecker que es la unidad si $i=j$, y cero en caso contrario

¹² Es decir que las perturbaciones aleatorias de los hogares no estén correlacionadas con las de otros y que su varianza sea igual para cada hogar, de tal manera que la matriz de varianzas de los errores se puede expresar como $Var(\varepsilon) = \sigma_\varepsilon^2 I$; donde I es una matriz identidad de nxn (donde n es el número de observaciones, hogares)

CAPÍTULO 6. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la presente sección se exponen los resultados de las estimaciones econométricas de los modelos WL, LA-AIDS y AIDS; y tomando en consideración que el presente estudio se centra en el análisis de la demanda de frutillas, la mayor parte de las reflexiones a partir de dichas estimaciones se realizan para ellas.

6.1 Modelo WL

Como se mencionó en 5.4.1, se estimaron mediante MCO seis ecuaciones de demanda por separado, una para cada grupo de bienes analizados, esto dio como resultado los valores expuestos en el Cuadro 6; donde se reportan los parámetros estimados para los precios y gasto en cada ecuación, y entre paréntesis, su desviación estándar.

Importante destacar que en los cuadros sucesivos (en esta sección) se omitieron los estimadores para las variables regionales utilizadas dado que estas suman (omitiendo las variables cuantitativas) más de 50 variables dicotómicas que no aportan mucho a los fines de esta sección; además, como señalan Angris y Pischke (2009), la utilidad de estas covariables es servir a la mejora de precisión del resto de estimadores.

Cuadro 17: Estimadores del Modelo Working Leser

	α	β	γ_{i1}	γ_{i2}	γ_{i3}	γ_{i4}	γ_{i5}	γ_{i6}
<i>frutillas</i>	0.1628* (0.0100)	0.0187* (0.0003)	-0.0603* (0.0023)	0.0022* (0.0005)	0.0008 (0.0005)	-0.0002 (0.0006)	0.0031* (0.0011)	0.0024* (0.0003)
<i>frutas ácidas</i>	0.0687 (0.0470)	-0.0022 (0.0014)	0.0166 (0.0108)	-0.0421* (0.0024)	-0.0089* (0.0023)	-0.0031 (0.0027)	0.0107* (0.0051)	0.0273* (0.0012)
<i>frutas dulces</i>	0.0741 (0.0487)	0.0395* (0.0015)	-0.0028 (0.0112)	-0.0194* (0.0025)	-0.0293* (0.0024)	-0.0075* (0.0028)	0.0058 (0.0053)	0.0294* (0.0013)
<i>frutas semi ácidas</i>	-0.2133* (0.0456)	0.1222* (0.0014)	0.0066 (0.0105)	-0.0034 (0.0023)	-0.0337* (0.0023)	-0.0234* (0.0026)	0.0192* (0.0049)	0.0273* (0.0012)
<i>melones</i>	0.1849* (0.0238)	0.0337* (0.0007)	0.0018 (0.0055)	0.0038* (0.0012)	-0.0007 (0.0012)	-0.0151* (0.0014)	-0.0839* (0.0026)	0.0060* (0.0006)
<i>bebidas azucaradas</i>	0.5599* (0.0731)	-0.2306* (0.0022)	0.0983* (0.0168)	0.0567* (0.0037)	0.0711* (0.0036)	0.0497* (0.0042)	0.0420* (0.0079)	-0.0948* (0.0019)

Nota: El asterisco () posterior al estimador hace referencia a que dicho valor es estadísticamente distinto de cero al 95% de confianza*

Del Cuadro 17, se puede notar que para el caso de frutillas (hilera uno) la mayoría de sus parámetros son significativos; su intercepto de la demanda (α), el parámetro que se asocia al gasto (β) y los parámetros cruzados que relacionan el gasto en frutillas con: 1) su propio precio (γ_{i1}), 2) el precio de las frutas ácidas (γ_{i2}), 3) el precio de los melones (γ_{i5}), y 4) el precio de las bebidas azucaradas (γ_{i6}).

Solamente no se encuentra una asociación significativa al 95% de confianza entre el gasto en frutillas y el precio de las frutas dulces (chicozapote, mamey, ciruela, jobo, pitahaya, tuna, plátano y uva) y el de las frutas semi ácidas (anonas, chirimoya, guanábana, durazno, mango, chabacano, melocotón, manzana, perón y papaya).

La interpretación de los parámetros estimados en un modelo nivel-log -es decir, un modelo donde la variable respuesta (y) se halla en nivel y la explicativa (x) en logaritmos- es la siguiente: $\Delta y = (\beta_i/100)\% \Delta x$, Wooldridge (2012).

Los parámetros cruzados en la ecuación de frutillas para el precio de frutillas, frutas ácidas, melones y bebidas azucaradas es que, respectivamente, un cambio del 1% en el precio medio trae consigo un cambio en la proporción del gasto destinado a frutillas promedio por hogar de -0.00060, 0.00002, 0.00003, 0.00002.

Tomando como insumos los estimadores expuestos en el Cuadro 17 y considerándose las fórmulas expuestas en el apartado 5.4.1, se calcularon las elasticidades precio propias y cruzadas; en el Cuadro 18 se exponen los resultados. Así se tiene que la elasticidad precio propia para los seis analizados se expresaría como sigue:

Cuadro 18: Elasticidades WL

<i>Grupo</i>	<i>frutillas</i>	<i>frutas ácidas</i>	<i>frutas dulces</i>	<i>frutas semi ácidas</i>	<i>melones</i>	<i>bebidas azucaradas</i>	<i>elasticidad gasto</i>
<i>frutillas</i>	-1.2725	0.0100	0.0035	-0.0010	0.0140	0.0107	1.0847
<i>frutas ácidas</i>	0.0783	-1.1980	-0.0420	-0.0148	0.0501	0.1285	0.9899
<i>frutas dulces</i>	-0.0118	-0.0822	-1.1242	-0.0320	0.0248	0.1249	1.1674
<i>frutas semi ácidas</i>	0.0196	-0.0102	-0.1010	-1.0701	0.0574	0.0817	1.3659
<i>melones</i>	0.0075	0.0159	-0.0031	-0.0643	-1.3565	0.0257	1.1430
<i>bebidas azucaradas</i>	0.2124	0.1225	0.1536	0.1073	0.0907	-1.2047	0.5019

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ENIGH 2018

Notar que, dado que en el Cuadro 17, el estimador que relaciona el gasto en frutillas y el precio de las frutas dulces y semi ácidas no fue estadísticamente distinto a cero, es posible que su elasticidad tampoco lo sea; por lo que su interpretación no se realiza en el texto y en caso de hacerse es pertinente señalar la medida que debe tenerse de su resultado. Misma regla se sugiere para el resto de ecuaciones.

Tomando en cuenta lo anterior; y considerando en el signo de las elasticidades de las frutillas (hilera uno) se puede señalar que los grupos de bienes analizados que se comportaron como

sustitutos¹³ de las frutillas fueron las frutas ácidas (por ejemplo, guayaba, lima, limón, mandarina, etc.), melones (melón y sandía) y, bebidas azucaradas.

Las elasticidades precio propias de los grupos de bienes analizados (diagonal principal en Cuadro 18), los resultados sugieren que todos los grupos se comportan como bienes elásticos; es decir que, ante un aumento del 1% de sus precios promedio *ceteris paribus*, los hogares reducen su cantidad consumida en 1.27%, (1.19, 1.12, 1.07, 1.35 y 1.20), y viceversa. Cabe resaltar que en términos de magnitud que los más elásticos son los melones con -1.3565.

Cabe destacar que el resultado obtenido para las bebidas azucaradas se asemeja al encontrado por Colchero, Salgado, Unar-Munguía, Hernández-Ávila, y Rivera-Dommarco, (2015)

Por otro lado, en términos de las elasticidades gasto, la mayoría de los grupos de frutas (salvo las ácidas) resultaron ser bienes de lujo al obtener elasticidades gasto mayores a uno; mientras que las frutas ácidas y las bebidas azucaradas se clasifican como un bien necesario, al obtener una elasticidad menor a uno (0.9899 y 0.5019, respectivamente); los hogares reducen menos del 1% su consumo cuando su ingreso cae en 1%, *ceteris paribus*.

Respecto a las variables añadidas a la regresión que cubren características de los hogares, se obtuvieron los siguientes resultados que se exponen en el Cuadro 19.

¹³ Elasticidad cruzada positiva

Cuadro 19: Efectos de las variables del hogar en modelo WL.

	<i>frutillas</i>	<i>frutas ácidas</i>	<i>frutas dulces</i>	<i>frutas semi ácidas</i>	<i>melones</i>	<i>bebidas azucaradas</i>
Habitantes	-0.0015* (0.0001)	0.0071* (0.0006)	-0.0037* (0.0006)	-0.0133* (0.0006)	-0.0019* (0.0003)	0.0149 (0.0010)
Menores	0.0019* (0.0002)	0.0061* (0.0011)	0.0040* (0.0011)	0.0029* (0.0011)	0.0030* (0.0006)	-0.0076 (0.0018)
Sexo (mujer=1)	0.0001 (0.0004)	0.0065* (0.0019)	0.0133* (0.0019)	0.0095* (0.0019)	-0.0032* (0.0010)	-0.0264* (0.0031)

Nota: El asterisco () posterior al estimador hace referencia a que dicho valor es estadísticamente distinto de cero al 95% de confianza*

Como se puede notar en el Cuadro 19, si se incrementa en una persona el número de integrantes de los hogares estos destinan en una menor cantidad de su gasto a la compra de frutillas, frutas dulces, semi ácidas y melones, cuya proporción del gasto se reduce en promedio 0.0015, 0.0037, 0.0133 y 0.0019, respectivamente. Contrario a lo encontrado para la proporción del gasto que destinan los hogares para comprar frutas ácidas y bebidas azucaradas, donde, a mayor número de integrantes mayor es su consumo.

Sin embargo, si bien antes se habló de integrantes del hogar en general, cuando se considera el número de menores de edad que pertenecen al hogar la tendencia es distinta. Así, en general hogares con mayor número de infantes tienden a destinar una mayor proporción de su gasto al consumo de frutas y menor a la adquisición de bebidas azucaradas.

Los hogares que son encabezados por una mujer tienden a presentar proporciones de gasto menores para la compra de melones y bebidas azucaradas; por ejemplo, que una mujer sea la jefa de familia significa que tienden a destinar, en promedio, una menor proporción de su gasto a la adquisición de bebidas, en el orden de 0.0264.

6.2 Modelo LA-AIDS

Como se expuso con anterioridad en el apartado 5.4.2 el modelo LA-AIDS se estimó mediante el algoritmo SUR y se utilizó el índice de precios de Stone; sobre esta base se impusieron las distintas restricciones de aditividad, homogeneidad y simetría que se detallan en dicho apartado, por lo que se terminaron estimando solo cinco ecuaciones¹⁴; notar que la sexta queda determinada por el resto de ellas. Los resultados se reportan en el Cuadro 20, los parámetros estimados para los precios y gasto en cada ecuación, y entre paréntesis, su desviación estándar.

Cuadro 20: Estimadores Modelo LA/AIDS*

	α	β	γ_{i1}	γ_{i2}	γ_{i3}	γ_{i4}	γ_{i5}	γ_{i6}
<i>frutillas</i>	-0.0054* (0.0005)	0.0033* (0.0002)	-0.0010* (0.0002)					
<i>frutas ácidas</i>	0.1589* (0.0039)	-0.0025 (0.0013)	0.0003 (0.0002)	-0.0387* (0.0018)				
<i>frutas dulces</i>	0.1239* (0.0040)	0.0234* (0.0014)	0.0003 (0.0002)	-0.0052* (0.0014)	-0.0239* (0.0019)			
<i>frutas semi ácidas</i>	-0.0676* (0.0040)	0.0983* (0.0014)	-0.0004 (0.0003)	-0.0038* (0.0014)	-0.0209* (0.0015)	-0.0386* (0.0020)		
<i>melones</i>	-0.0399* (0.0021)	0.0335* (0.0007)	-0.0007* (0.0003)	0.0072* (0.0009)	0.0027* (0.0010)	-0.0094* (0.0011)	-0.0208* (0.0013)	
<i>bebidas azucaradas</i>	0.8300* (0.0066)	-0.1560* (0.0023)	0.0016* (0.0001)	0.0402* (0.0011)	0.0470* (0.0012)	0.0732* (0.0011)	0.0211* (0.0006)	-0.1831* (0.0019)

Nota: El asterisco () posterior al estimador hace referencia a que dicho valor es estadísticamente distinto de cero al 95% de confianza.*

**La matriz de estimadores tiene espacio vacíos dado que, por simetría; por ejemplo, $\gamma_{12} = \gamma_{21}$*

¹⁴ Ver por ejemplo, <https://support.sas.com/rnd/app/ets/examples/aids/index.htm>

Como se puede notar en el Cuadro 20, y a diferencia de los resultados obtenidos en el modelo WL, solo algunos de los estimadores de los parámetros cruzados para las frutillas resultaron significativos al 95% de confianza; el que relaciona al gasto de frutillas con su propio precio, el de los melones y el de las bebidas azucaradas. Lo anterior indica que, estadísticamente, no hay relación entre la proporción promedio de gasto que los hogares destinan a frutillas y el precio de las frutas ácidas, dulces y semi ácidas.

Cuadro 21: Elasticidades Marshalinas Modelo LA/AIDS

<i>Grupo</i>	<i>frutillas</i>	<i>frutas ácidas</i>	<i>frutas dulces</i>	<i>frutas semi ácidas</i>	<i>melones</i>	<i>bebidas azucaradas</i>	<i>elasticidad gasto</i>
<i>frutillas</i>	-1.0080	-0.0002	-0.0005	-0.0041	-0.0039	0.0051	1.0149
<i>frutas ácidas</i>	0.0016	-1.1793	-0.0226	-0.0153	0.0345	0.1926	0.9882
<i>frutas dulces</i>	-0.0012	-0.0357	-1.1247	-0.1134	0.0060	0.1720	1.0994
<i>frutas semi ácidas</i>	-0.0093	-0.0503	-0.1168	-1.2139	-0.0473	0.1514	1.2943
<i>melones</i>	-0.0073	0.0130	-0.0110	-0.0715	-1.1221	0.0610	1.1422
<i>bebidas azucaradas</i>	0.0098	0.1274	0.1535	0.2180	0.0612	-1.2394	0.6632

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ENIGH 2018

Al igual que en el caso del modelo WL, se omite la interpretación de las elasticidades cruzadas para las cuales sus estimadores no fueron estadísticamente significativos. En este sentido y enfocándonos en el signo de las elasticidades cruzadas, en el Cuadro 21 se resalta el hecho que, a diferencia del modelo WL, los melones resultaron ser bienes complementarios a las frutillas y no se encontró relación significativa con las frutas ácidas. Por otro lado, las bebidas azucaradas continuaron como bienes sustitutos de ellas.

En términos de la cuantía de las elasticidades precio propias Marshalianas (que son equiparables a las estimadas en el modelo WL), se obtiene el mismo resultado de que todos los bienes analizados se comportaron como bienes elásticos, al obtener elasticidades mayores a uno en términos absolutos; siendo el más elástico las bebidas azucaradas con -1.2394.

Las elasticidades gasto, también se obtienen las mismas conclusiones que para el modelo WL, es decir, la mayoría de los grupos de frutas resultan bienes de lujo, al tener valores mayores a uno; mientras que, las frutas ácidas y bebidas azucaradas son vistas como bienes necesarios para los hogares.

Como se señaló en 5.4.2, el modelo LA-AIDS (al igual que su versión no lineal) permite obtener no solo las elasticidades Marshallianas, sino también las Hicksianas. Estas últimas interpretándose como el cambio porcentual en la cantidad demandada ocasionado por un aumento (disminución) en 1% de su precio manteniendo el nivel de utilidad constante.

Cuadro 22: Elasticidades Hicksianas LA/AIDS

<i>Grupos</i>	<i>frutillas</i>	<i>frutas ácidas</i>	<i>frutas dulces</i>	<i>frutas semi ácidas</i>	<i>melones</i>	<i>bebidas azucaradas</i>
<i>frutillas</i>	-0.7532	0.0872	0.1170	0.1324	0.0326	0.1325
<i>frutas ácidas</i>	0.0125	-0.8629	0.1416	0.1639	0.0744	0.4594
<i>frutas dulces</i>	0.0132	0.1075	-0.7711	0.1233	0.0536	0.4617
<i>frutas semi ácidas</i>	0.0118	0.1119	0.1183	-0.7018	0.0234	0.4234
<i>melones</i>	0.0118	0.1473	0.1626	0.1631	-0.7836	0.2838
<i>bebidas azucaradas</i>	0.0093	0.1704	0.2073	0.2566	0.0694	-0.7190

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ENIGH 2018

En el Cuadro 22 se reportan los resultados de las elasticidades Hicksianas para los grupos de bienes analizados. Interpretando solo las elasticidades precio propia de la matriz (diagonal principal) se puede señalar que si los hogares desearan mantener un mismo nivel de bienestar (utilidad) posterior a un aumento del 1% en los precios promedio de las frutillas, *ceteris paribus*, frutas ácidas, frutas dulces, frutas semi ácidas, melones y bebidas azucaradas; su cantidad demanda por el producto debería verse reducida en promedio un 0.7532, 0.8629, 0.7711, 0.7018, 0.7836 y 0.7190 respectivamente.

Los hogares hacen una menor reducción de la cantidad demandada del producto ante un aumento del 1% en el precio del mismo, *ceteris paribus*, para mantener su nivel de bienestar y los grupos de productos analizados las frutas semi ácidas y las bebidas azucaradas son los bienes que “menos” sufre ante un aumento del precio.

6.3 Modelo AIDS.

Como se menciona en el sub apartado 5.4.3, para no lidiar (en caso de su presencia) con el sesgo de simultaneidad que subyace al utilizar el índice de precios de Stone en la aproximación lineal del Sistema de Demanda Casi Ideal; se propuso estimar el modelo no lineal original AIDS.

Para esto se hizo uso del algoritmo denominado método Iterativo de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles No Lineales (FGNLS por sus siglas en ingles), el cual es pertinente por dos razones: 1) permite estimar sistemas de ecuaciones no lineales y; 2) permite relajar el supuesto de homocedasticidad que implica la utilización de Mínimos Cuadrados No lineales, hecho que como se menciona en 3.4.3, es pertinente cuando se trabaja con datos a nivel hogar (Deaton, 2018).

En Cuadro 23, se presentan los resultados de las estimaciones del modelo AIDS, cabe señalar que al igual que en la implementación de LA-AIDS, también se impusieron las restricciones de aditividad, homogeneidad y simetría.

Cuadro 23: Estimadores Modelo AIDS*

	α	β	γ_{i1}	γ_{i2}	γ_{i3}	γ_{i4}	γ_{i5}	γ_{i6}
<i>frutillas</i>	0.0050* (0.0007)	0.0153* (0.0003)	-0.0067* (0.0004)					
<i>frutas ácidas</i>	0.1438* (0.0019)	0.0024* (0.0012)	0.0004 (0.0004)	-0.0380* (0.0018)				
<i>frutas dulces</i>	0.1513* (0.0020)	0.0263* (0.0012)	0.0010* (0.0004)	-0.0040* (0.0014)	-0.0285* (0.0019)			
<i>frutas semi ácidas</i>	0.0918* (0.0020)	0.1002* (0.0011)	-0.0041* (0.0005)	-0.0024* (0.0014)	-0.0220* (0.0015)	-0.0578* (0.0020)		
<i>melones</i>	0.0205* (0.0011)	0.0314* (0.0006)	-0.0036* (0.0005)	0.0083 (0.0009)	0.0035* (0.0010)	-0.0139* (0.0011)	-0.0245* (0.0013)	
<i>bebidas azucaradas</i>	0.5876* (0.0028)	-0.1757* (0.0018)	0.0130* (0.0003)	0.0358* (0.0012)	0.0501* (0.0013)	0.1003* (0.0013)	0.0303* (0.0007)	0.2296* (0.0022)

Nota: El asterisco () posterior al estimador hace referencia a que dicho valor es estadísticamente distinto de cero al 95% de confianza*

**La matriz de estimadores tiene espacio vacíos dado que, por simetría; por ejemplo, $\gamma_{12} = \gamma_{21}$*

Para el caso de los estimadores obtenidos a través del modelo AIDS se tiene que, para la ecuación de frutillas, el estimador que las relaciona con el gasto y su propio precio resultaron significativos al 95% de confianza; así, también los relacionados al precio de las frutas ácidas, dulces, semi ácidas, melones y las bebidas azucaradas.

En comparación de lo obtenido con WL se tiene que, salvo los melones y bebidas azucaradas, se invierte la significancia, es decir, estimadores que resultaron significativos en WL en este modelo no lo son y viceversa; y comparado con el modelo LA-AIDS, se añade de forma significativa la relación con las frutas semi ácidas.

Al igual que en WL y LA-AIDS, la interpretación de las elasticidades se limita a aquellas que presentaron estimadores significativos.

En el Cuadro 24, con base en los resultados del Cuadro 23 y las fórmulas expuestas en 5.4.3, se reportan las elasticidades Marshalianas estimadas.

En términos de las elasticidades Marshalianas cruzadas se tiene que, de acuerdo al modelo, los bienes sustitutos de las frutillas serían las bebidas azucaradas; mientras que las frutas dulces y semi ácidas y melones serían sus complementarios. Similar a lo obtenido para el modelo LA-AIDS.

Cuadro 24: Elasticidades Marshalianas modelo AIDS

<i>Grupo</i>	<i>frutillas</i>	<i>frutas ácidas</i>	<i>frutas dulces</i>	<i>frutas semi ácidas</i>	<i>melones</i>	<i>bebidas azucaradas</i>	<i>elasticidad gasto</i>
<i>frutillas</i>	-1.0316	-0.0089	-0.0079	-0.0297	-0.0199	0.0289	1.0691
<i>frutas ácidas</i>	0.0015	-1.1806	-0.0209	-0.0135	0.0382	0.1639	1.0115
<i>frutas dulces</i>	0.0013	-0.0347	-1.1412	-0.1133	0.0085	0.1676	1.1118
<i>frutas semi ácidas</i>	-0.0191	-0.0545	-0.1201	-1.2244	-0.0575	0.1759	1.2998
<i>melones</i>	-0.0184	0.0141	-0.0092	-0.0812	-1.1107	0.0718	1.1336
<i>bebidas azucaradas</i>	0.0380	0.1409	0.1820	0.2919	0.0879	-1.3614	0.6207

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ENIGH 2018

Las elasticidades precio propia Marshalianas (diagonal principal en el Cuadro 24), se obtienen la misma conclusión general que para WL y LA-AIDS; es decir, los seis grupos analizados son clasificados como bienes elásticos, encontrando que el más elástico son las bebidas azucaradas con -1.3614, seguidos de las frutas semi ácidas con -1.2244, las ácidas con -1.1806, las dulces con -1.1412, los melones con -1.1107 y las frutillas con -1.0316, este último resultado resulta similar al encontrado por (Estrada-Chavira *et al.*, 2017), ya que encuentra una elasticidad precio para fresa de -1.03 bien que se encuentra en el conjunto de frutillas analizadas, es importante destacar que a diferencia de WL y LA-AIDS, para el modelo no lineal se obtiene para las bebidas azucaradas una elasticidad precio elevada que contrario a los otros modelos la posiciona como el bien más elástico de los analizados.

En términos de las elasticidades gasto, se mantiene las mismas conclusiones que en los modelos WL y LA-AIDS, es decir las frutillas, frutas dulces, semi ácidas y melones se comportan como

bienes de lujo, mientras que las bebidas azucaradas resultaron bienes necesarios para los hogares. Sin embargo, a diferencia de los modelos WL y LA-AIDS, las frutas ácidas se comportaron como bienes de lujo.

Al igual que en LA-AIDS, en el modelo no lineal AIDS es posible recuperar las elasticidades Hicksianas; las cuales tienen la misma interpretación que las expuestas en 4.2. En el Cuadro 25 se exponen los resultados.

Cuadro 25: Elasticidades Hicksianas modelo AIDS

<i>Grupos</i>	<i>frutillas</i>	<i>frutas ácidas</i>	<i>frutas dulces</i>	<i>frutas semi ácidas</i>	<i>melones</i>	<i>bebidas azucaradas</i>
<i>frutillas</i>	-0.7648	0.0838	0.1164	0.1151	0.0191	0.1636
<i>frutas ácidas</i>	0.0129	-0.8592	0.1473	0.1709	0.0793	0.4374
<i>frutas dulces</i>	0.0160	0.1101	-0.7847	0.1264	0.0567	0.4607
<i>frutas semi ácidas</i>	0.0020	0.1085	0.1161	-0.7104	0.0135	0.4491
<i>melones</i>	0.0006	0.1474	0.1629	0.1515	-0.7743	0.2930
<i>bebidas azucaradas</i>	0.0367	0.1789	0.2293	0.3230	0.0942	-0.8606

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ENIGH 2018

Interpretando solo las elasticidades precio propia de la matriz (diagonal principal), al igual que en 4.2, podemos señalar que si los hogares desearan mantener un mismo nivel de bienestar (utilidad) posterior a un aumento del 1% en los precios promedio de las frutillas, frutas ácidas, frutas dulces, frutas semi ácidas, melones o bebidas azucaradas; su cantidad demanda por el producto deberá reducir en promedio en 0.7648, 0.8592, 0.7847, 0.7104, 0.7743 y 0.8606, respectivamente.

CAPÍTULO 7. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El presente apartado tiene como objetivo discutir las similitudes y diferencias de los resultados obtenidos a través de las tres especificaciones econométricas utilizadas; con la finalidad de analizar sus implicaciones. Además de dar pauta a la reflexión de política a partir de ellos.

7.1 Implicaciones de las estimaciones

Como se mostró anteriormente, en el Cuadro 7, 10 y 13, las elasticidades promedio estimadas a nivel hogar distan para los tres modelos; tanto para las precio propias, como cruzadas y gasto; en este sentido la presente subsección analiza más a detalle sus diferencias y proporciona las conclusiones generales de las estimaciones.

Se realizó una prueba de comparación de medias entre las elasticidades precio propias y cruzadas obtenidas para las frutillas por los tres modelos utilizados; esto con la finalidad de determinar si las elasticidades promedio de los hogares entre los modelos son estadísticamente diferentes; para ello se utilizó la prueba T^2 de Hotelling, que contrasta $H_0: \mu = \mu_0$ vs $H_a: \mu \neq \mu_0$.

En el Cuadro 26 se exponen los resultados de dicha prueba; se dispone su estadístico T^2 y entre paréntesis el p-valor asociado al estadístico.

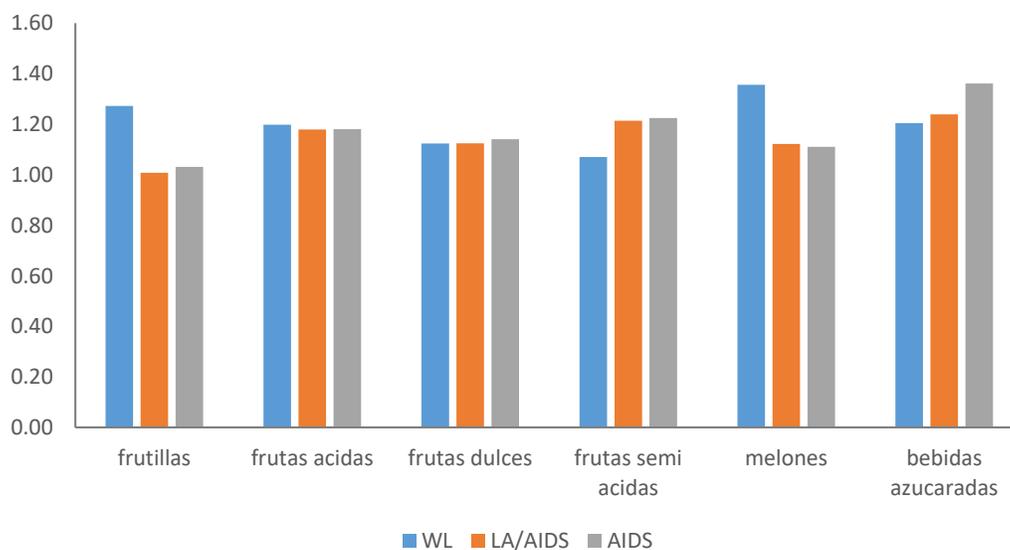
Cuadro 26: Comparación de elasticidades

	<i>frutillas</i>	<i>frutas ácidas</i>	<i>frutas dulces</i>	<i>frutas semi ácidas</i>	<i>melones</i>	<i>bebidas azucaradas</i>
<i>frutillas</i>	18678.55* (0.0000)	5636.97* (0.0000)	4538.27* (0.0000)	4970.91* (0.0000)	6259.50* (0.000)	3024.12* (0.0000)
<i>elasticidades precio propias</i>		311541.93* (0.0000)	32137.50* (0.0000)	722451.70* (0.0000)	165519.97* (0.0000)	51156.70* (0.0000)

Nota: El asterisco () posterior al estimador hace referencia a que dicho valor indica que las medias son estadísticamente distintas*

En el Cuadro 26, todas las pruebas resultaron significativas al 95% de confianza, al obtener p-valores menores a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias entre los tres modelos. Es decir, las elasticidades precio propias y cruzadas en la ecuación de frutillas, así como las elasticidades precio propias de los demás grupos, difieren en los tres modelos (Gráfica 3 y Cuadro 26).

Gráfica 4: Elasticidades precio propias en valor absoluto para los tres modelos



Fuente: Elaboración propia a partir de los cuadros 18, 21 y 24

Como se puede observar en la Gráfica 3 y Cuadro 27, las elasticidades precio propias promedio en los tres modelos (reportadas en valor absoluto), y para los 6 grupos analizados, resultaron mayores a uno; por lo que se puede mencionar que, si bien los valores son distintos estadísticamente, la conclusión general no se ve afectada y esta es que todos los bienes analizados son elásticos.

Cuadro 27: Comparativo de elasticidades precio propias en valor absoluto en los 3 modelos

	<i>AIDS</i>	<i>LA-AIDS</i>	<i>WL</i>
<i>frutillas</i>	1.2725	1.0080	1.0316
<i>frutas ácidas</i>	1.1980	1.1793	1.1806
<i>frutas dulces</i>	1.1242	1.1247	1.1412
<i>frutas semi ácidas</i>	1.0701	1.2139	1.2244
<i>melones</i>	1.3565	1.1221	1.1107
<i>bebidas azucaradas</i>	1.2047	1.2394	1.3614

Fuente: Elaboración propia a partir cuadros 18, 21 y 24.

Resultado que difiere con lo encontrado en las investigaciones de Martínez y Oropeza (2004) y López et al.,(2010); los cuales catalogan a las frutas que ellos investigaron y que son parte de los grupos analizados como bienes inelásticos. La anterior diferencia, puede deberse a que en sus estudios utilizan precios a nivel finca y no precios al consumidor, por lo que estarían estimando las elasticidades de la demanda derivada o en producción y no la demanda primaria o en consumo y como se sabe, la demanda primaria es más elástica que la demanda derivada.

Comparando los tres modelos, la elasticidad precio propia promedio de los hogares en valor absoluto de las frutillas se encontraría en el intervalo [1.00, 1.27], en [1.17, 1.19] para las frutas ácidas, en [1.12, 1.14,] para las frutas dulces, en [1.07, 1.22] para las frutas semi-ácidas, en [1.11, 1.35] para los melones y, finalmente, entre [1.20, 1.36] para las bebidas azucaradas.

Para el caso de las bebidas azucaradas, las estimaciones se asemejan a lo encontrado por Colchero, Salgado, Unar-Munguía, Hernández-Ávila, y Rivera-Dommarco, 2015; quienes estimaron una elasticidad precio propia de 1.16 en términos absolutos; valor que se encuentra dentro del intervalo expuesto con anterioridad.

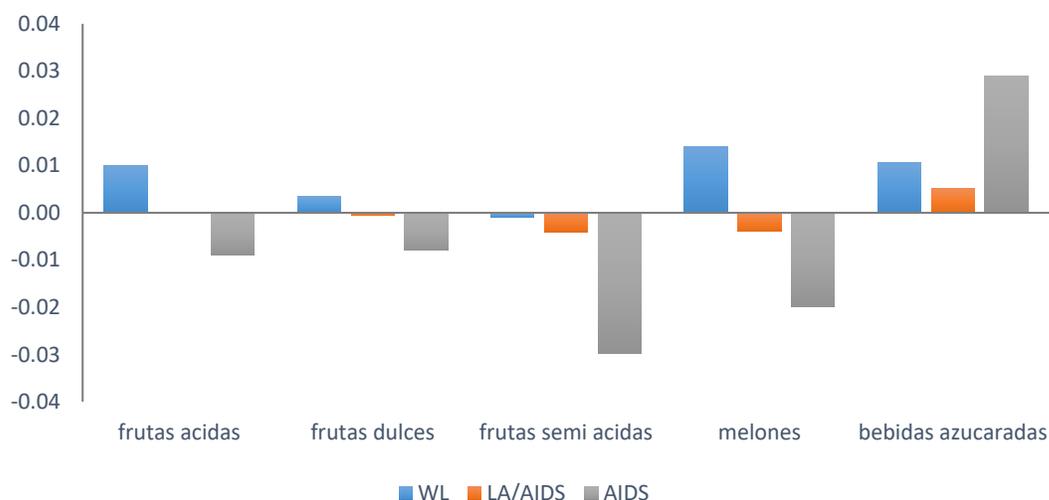
Dado que este estudio se centra en las frutillas, en la Gráfica 4 y Cuadro 28 se presentan las respectivas elasticidades cruzadas de las frutillas con los demás grupos analizados.

Cuadro 28: Elasticidades cruzadas promedio en la ecuación de frutillas

	<i>AIDS</i>	<i>LA-AIDS</i>	<i>WL</i>
<i>frutas ácidas</i>	-0.0063	-0.0001	0.0106
<i>frutas dulces</i>	-0.0057	-0.0002	0.0046
<i>frutas semi ácidas</i>	-0.0277	-0.0037	-0.0025
<i>melones</i>	-0.0193	-0.0032	0.0124
<i>bebidas azucaradas</i>	0.0207	0.0032	0.0057

Fuente: Elaboración propia a partir de los cuadros 18, 21 y 24.

Gráfica 5: Elasticidades cruzadas promedio en la ecuación de frutillas



Fuente: Elaboración propia a partir información de los cuadros 18, 21 y 24

Como se mencionó en apartado 6, dado que no todos los estimadores de los modelos resultaron significativos, los análisis se centran en los resultados significativos para cada modelo; para el caso del modelo WL, los parámetros cruzados que resultaron significativos fueron; las frutas ácidas, los melones y las bebidas azucaradas; para el modelo LA-AIDS fueron: los melones y las bebidas azucaradas y; para el modelo AIDS fueron las: frutas dulces, semi ácidas, melones y bebidas azucaradas.

Los melones y las bebidas azucaradas resultaron estadísticamente significativos, se puede concluir que los melones se comportan como bienes complementarios de las frutillas (dado que dos de los tres modelos analizados así lo reportan); mientras que, las bebidas azucaradas serían bienes sustitutos.

Para el resto de los grupos analizados, en particular para el grupo de frutas ácidas y dulces, dado que sus parámetros cruzados por problemas de información no resultaron significativos¹⁵ en los tres modelos, pero si tiene el signo esperado, un cambio en su precio, *ceteris paribus*, si afectara a la cantidad demandada de frutillas.

En lo que respecta a las elasticidades gasto (reportadas para todos los grupos en la gráfica 6 y cuadro 29), los tres modelos resultaron con elasticidades mayores a la unidad para la mayoría de los grupos de frutas (a excepción de las frutas ácidas), por lo que se clasificarían como bienes de lujo; mientras que, las bebidas azucaradas y las frutas semi ácidas se clasificarían como bienes necesarios (al ser menores a la unidad).

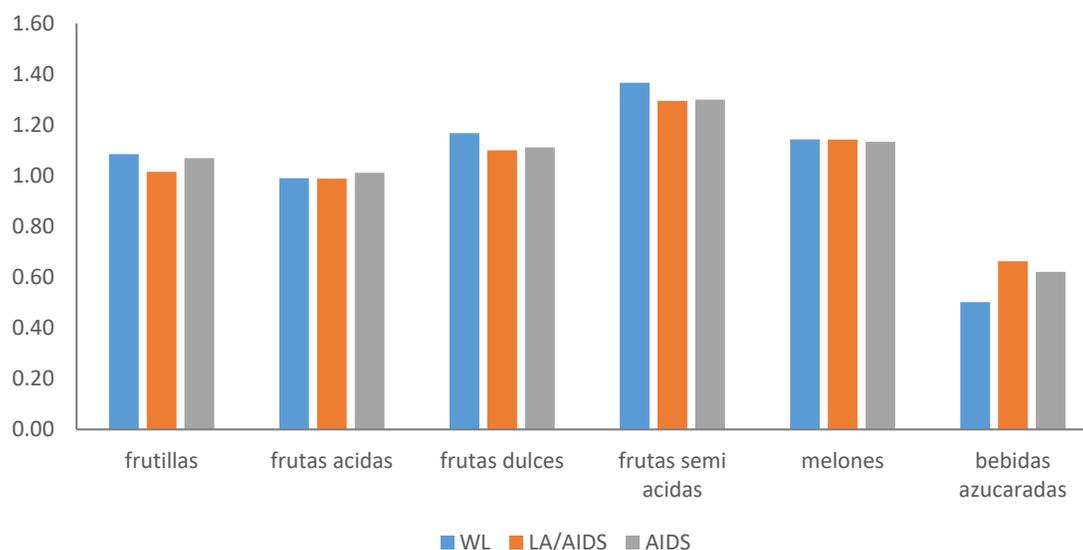
¹⁵ Notar que, si bien en WL si fueron significativos para la ecuación de frutillas, no fue así para los parámetros cruzados del resto de ecuaciones con las frutillas; es decir, la significancia solo se dio en un sentido y se esperaba fuera en ambos.

Cuadro 29: Elasticidades gasto de los 3 modelos analizados

	<i>AIDS</i>	<i>LA-AIDS</i>	<i>WL</i>
<i>frutillas</i>	1.0847	1.0149	1.0691
<i>frutas ácidas</i>	0.9899	0.9882	1.0115
<i>frutas dulces</i>	1.1674	1.0994	1.1118
<i>frutas semi ácidas</i>	1.3659	1.2943	1.2998
<i>melones</i>	1.1430	1.1422	1.1336
<i>bebidas azucaradas</i>	0.5019	0.6632	0.6207

Fuente: Elaboración propia con datos de los cuadros 18, 21 y 24.

Gráfica 6: Elasticidades gasto de los 3 modelos analizados



Fuente: Elaboración propia con cuadros 18, 21 y 24.

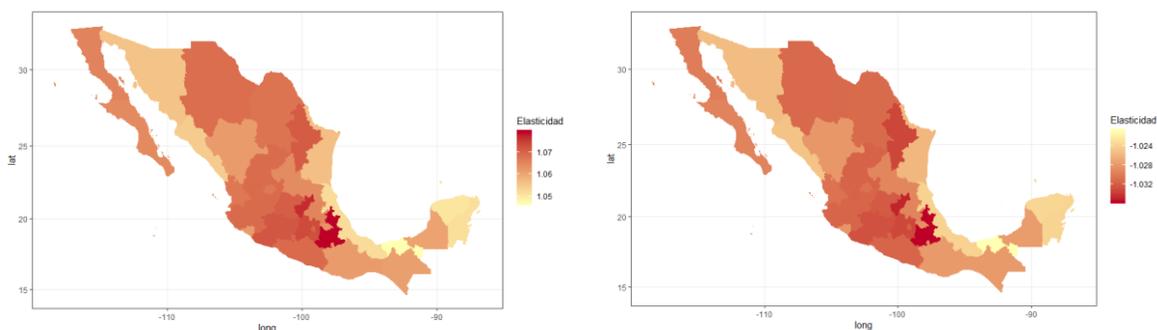
En particular, la elasticidad gasto de las frutillas se encontraría entre [1.01, 1.08], entre [0.98, 1.01] para las frutas ácidas, entre [1.09, 1.16] para las frutas dulces, entre [1.29, 1.36] para las frutas semi ácidas, entre [1.13, 1.14] para los melones y finalmente entre [0.50, 0.66] para las bebidas azucaradas.

Los resultados obtenidos para los grupos de frutas se asemeja a los encontrados por Dong et al., (2002), ya que en su estudio clasifica al agregado de frutas como bienes de lujo; esto al reportar

una elasticidad gasto de 1.2762, y a los encontrados por (Estrada-Chavira *et al.*, 2017), los cuales reportan una elasticidad gasto para fresa de 3.6, bien que se encuentra dentro del grupo de frutillas analizados. Pero difieren, en parte, de los encontrados por Martínez y Oropeza, (2004), ya que ellos solo clasifican a los melones y las naranjas como bienes de lujo y el resto de las frutas analizadas como bienes necesarios, y las encontradas por López et al., (2010), ya que en su estudio no todos los cítricos fueron bienes de lujo.

Una de las virtudes de trabajar con microdatos vs series de tiempo es la incorporación de variables demográficas. En este sentido, si bien no se incorporaron en la estimación del modelo LA-AIDS y AIDS, al obtenerse las elasticidades por hogar fue posible recuperar las elasticidades promedio a nivel estatal; esto se esquematiza en la Figura 2.

Figura 2: Elasticidades gasto (lado izquierdo) y precio propia Marshalliana (lado derecho) promedio a nivel estatal, AIDS



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ENIGH 2018

La Figura 2 muestra mapas del territorio nacional y sobre él las elasticidades gasto y precio propias promedio a nivel hogar estatales para las frutillas, obtenidas del modelo AIDS¹⁶.

¹⁶ Misma tendencia fue observada para los otros modelos

La interpretación de las elasticidades gasto (lado izquierdo), tonalidades más oscuras son reflejo de elasticidades gasto mayores; en este sentido, estados en el centro del país como Puebla y Querétaro que exhiben las elasticidades gasto más altas (1.079 y 1.076 respectivamente); mientras que Tabasco y estados del sursureste (Yucatán, Quintana Roo) presentan las elasticidades gasto más pequeñas (1.0465, 1.0504 y 1.0514).

En términos de elasticidades precio propias de las frutillas (lado derecho, Figura 2), tonalidades más oscuras están relacionadas a mayores elasticidades en términos absolutos. Así, y contrario al caso de la elasticidad gasto, estados como Veracruz y del sursureste son menos elásticos a cambios en el precio de las frutillas, mientras que, en el centro del país (Puebla y Querétaro) se presentan mayores elasticidades.

Lo anterior, da razón de la heterogeneidad que tiene, en el largo plazo, la demanda frutillas. Se esperaría observar que, ante un aumento generalizado del gasto, el consumo aumentará mucho más en el centro del país versus el sursureste. Mientras que, si el precio aumenta de la misma forma, la tendencia sería distinta, es decir, esperaríamos una contracción mayor del consumo en el centro del país versus el sursureste.

7.2 Reflexiones de política

De acuerdo con la gaceta parlamentaria de la cámara de diputados (<http://gaceta.diputados.gob.mx/PDF/64/2019/sep/20190908-A.pdf>), para 2020 se aprobó un aumento al impuesto en las bebidas azucaradas 1.27 pesos por litro (8 a 10% del precio actual), dicho impuesto no solo será para refresco, jugos o bebidas de sabor; sino que, también incluye a

polvos, jarabes, esencias o extractos de sabores, que una vez disueltos tengan como resultado una bebida dulce.

Si bien este estudio no se centra en el análisis de las bebidas azucaradas, debemos destacar que los modelos realizados clasifican a este conjunto de bienes como sustitutos del resto de frutas, en particular de las frutillas. Es por ello que se considera pertinente realizar un análisis de las consecuencias que traerá consigo esta medida sobre la demanda en el largo plazo.

Recordando la fórmula para obtener las elasticidades cruzadas, tenemos que:

$$\varepsilon_{frutillas,bebidas} = \frac{\Delta\%Q_{frutillas}}{\Delta\%P_{bebidas}}$$

Entonces, despejando tenemos lo siguiente:

$$\Delta\%Q_{frutillas} = \varepsilon_{frutillas,bebidas}(\Delta\%P_{bebidas})$$

Donde el lado izquierdo es el cambio porcentual en la cantidad de frutillas y el lado derecho es la elasticidad cruzada de las frutillas con las bebidas azucaradas, multiplicadas por el cambio porcentual en el precio de las bebidas azucaradas.

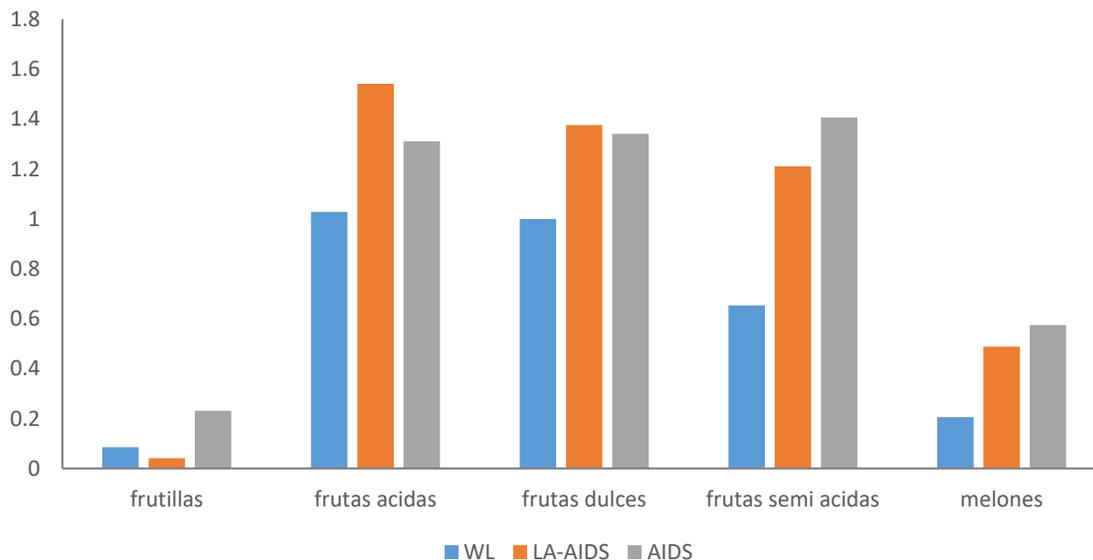
De esta forma, ante un aumento del 8% en el precio de las bebidas azucaradas, se espera un aumento promedio en la cantidad demandada por los hogares de frutillas de 0.0456 por ciento de acuerdo al modelo WL, del 0.0256 por ciento según el modelo LA-AIDS y del 0.1653 por ciento con el modelo AIDS.

Ahora bien, si se considerase el cambio en términos absolutos promedio anual por hogar¹⁷, el aumento porcentual en el precio de las bebidas azucaradas traería consigo, en el largo plazo, un

¹⁷ Para su cálculo se obtuvo el aumento absoluto en cada hogar y posteriormente el promedio anual para todos los hogares.

aumento en la demanda de frutillas de 0.2566 kg de acuerdo con el modelo WL, de 0.1292 kg según el modelo LA-AIDS y de 0.6853 kg con el modelo AIDS.

Gráfica 7: Cambios porcentuales en la cantidad demandada en las frutas ante un cambio del 8% en el precio de las bebidas azucaradas



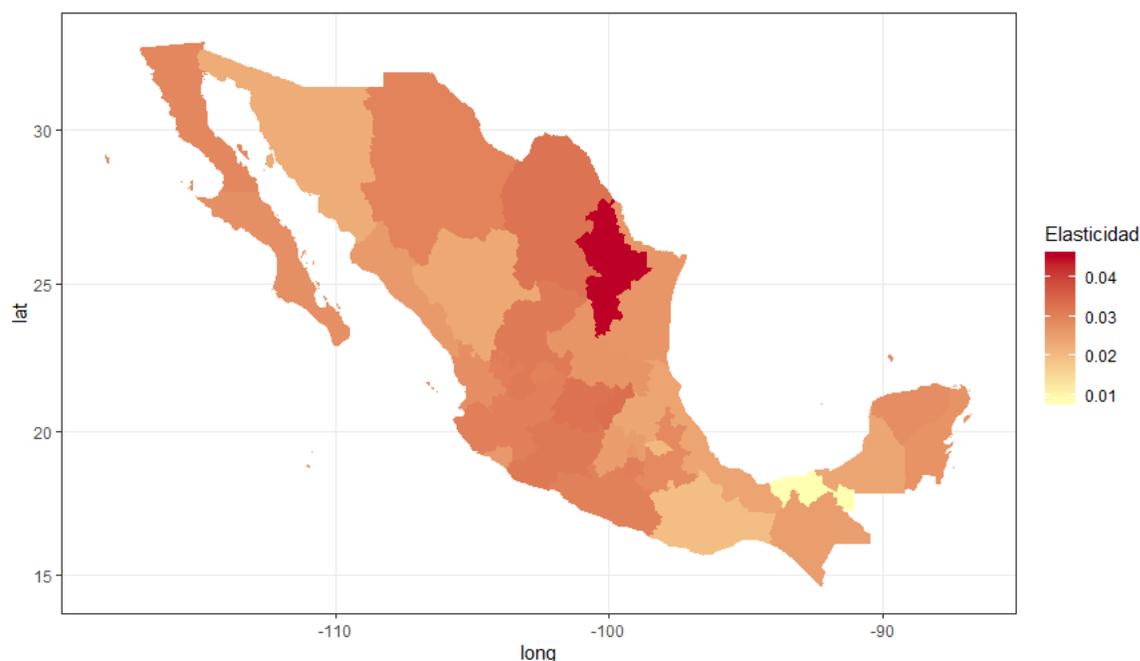
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ENIGH 2018

Utilizando la fórmula algebraica antes expuesta, se calcularon los cambios porcentuales en la demanda del resto de grupos de frutas, obteniendo los resultados expuestos en la Gráfica 6. Como se puede notar, un cambio del 8% en el precio de las bebidas azucaradas afecta positivamente el consumo de los cinco grupos de frutas analizados.

Tomando como referencia el modelo AIDS, se puede decir que el mayor cambio en la demanda de los hogares lo tendrán las frutas semi ácidas al aumentar su cantidad demandada en 1.4068 por ciento, seguido de las frutas dulces con 1.3409 por ciento, las frutas ácidas con 1.3112 por ciento, y por último el grupo de los melones con 0.5747 por ciento. En términos absolutos esto representaría un aumento anual en la demanda de frutas semi ácidas de 8.5071 kg, de 8.5230 kg en las frutas dulces, 8.6108 kg en frutas ácidas y 4.0708 kg en los melones.

Para hacer más énfasis en los cambios esperados en la demanda de frutillas por parte de los hogares mexicanos; a continuación (Figura 3), se presenta un mapa para las elasticidades cruzadas de las frutillas con las bebidas azucaradas promedio a nivel estatal. Notar que tonalidades claras son indicativo de mayores elasticidades cruzadas.

Figura 3: Elasticidades precio cruzadas Marshalianas de frutillas y bebidas azucaradas del modelo AIDS



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ENIGH 2018

Es importante mencionar que las elasticidades cruzadas estatales promedio, en la Figura 3, se encuentran acotadas por el intervalo $[0.0083, 0.0453]$; límites que corresponden a los estados de Tabasco y Nuevo León, respectivamente. Es decir, ante un aumento porcentual unitario en el precio de las bebidas azucaradas, los hogares consumidores de frutillas en el estado de Tabasco exhibirán los menores impactos, al aumentar su consumo en 0.0083% (valor por debajo de la media nacional de 0.0289); mientras que, en el estado de Nuevo León se tendrían los mayores aumentos

en su consumo, al obtener un cambio esperado del 0.0453% (valor por encima de la media nacional de 0.0289).

CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo con base en el análisis de los resultados obtenidos del modelo estimado para las frutillas mexicanas, se reportan algunas de las conclusiones más importantes, así como algunas recomendaciones para futuras investigaciones.

8.1 Conclusiones

El conocimiento de las respuestas en el consumo de los hogares ante los cambios de precios en los alimentos y en el gasto de los consumidores constituyen un elemento clave para poder diseñar política pública, dado que los alimentos constituyen una gran proporción del gasto total de los hogares. De acuerdo con información de ingreso corriente y gasto en alimentos de la ENIGH 2018, este porcentaje es del 28.66 por ciento y del cual solo el 4.41 por ciento está dedicado a la compra de frutas.

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar la demanda de los hogares mexicanos por frutillas para entender los factores que la afectan y la respuesta de los hogares ante variaciones en precios e ingreso; para ello, se calcularon las elasticidades gasto, precio propia y cruzadas.

Se emplearon tres especificaciones econométricas: un modelo uniecuacional Working – Leser, una Aproximación Lineal del Modelo de Demanda Casi Ideal (LA-AIDS) y el modelo original de Demanda Casi Ideal (AIDS) no lineal.

Como se mencionó en la sección 7.1, al realizar la prueba T^2 de Hotelling para comparar la media de las elasticidades de los tres modelos planteados, se rechazó la hipótesis nula de igualdad de medias. Es decir, las elasticidades precio propias y cruzadas en la ecuación de frutillas, así como

las elasticidades precio propias de los demás grupos son diferentes estadísticamente. Sin embargo, las conclusiones generales no se ven afectadas; a continuación, se detallan estas.

Tomando en cuenta los distintos estimadores, se tiene que la elasticidad precio propia promedio de los hogares en valor absoluto de frutillas se encontró en el intervalo [1.00, 1.27], clasificando a estas como bienes elásticos.

Respecto a las elasticidades cruzadas y dada la significancia de los estimadores, se obtuvo lo siguiente: los melones se comportan como bienes complementarios a las frutillas, mientras que las bebidas azucaradas se comportan como bienes sustitutos.

Al analizar las elasticidades gasto de los modelos propuestos, se puede decir que, las frutillas, al igual que el resto de grupos de frutas, son consideradas bienes de lujo al obtener elasticidades mayores a uno.

En particular, para las frutillas su elasticidad promedio se halló en el intervalo [1.01, 1.08]. Caso contrario a las bebidas azucaradas, donde se obtuvo una elasticidad en el intervalo [0.50, 0.66], que lo clasifica como un bien necesario para los hogares.

Considerando que, a partir de 2020, la administración federal 2018-2024 impuso un impuesto a las bebidas azucaradas de por lo menos 8%; los hallazgos sugieren que esta medida tendría un efecto positivo en el largo plazo sobre la demanda por frutas en los hogares mexicanos.

En promedio los hogares aumentarían su consumo anual de frutillas, frutas ácidas, dulces, semi ácidas y melones en, por lo menos, 0.0095 kg, 0.0696 kg, 0.0850 kg, 0.1067 kg y 0.0510 kg respectivamente.

8.2 Recomendaciones

Para futuras investigaciones, y a partir de los resultados de la presente investigación, se sugiere incorporar, en la medida de lo posible, variables demográficas y socioeconómicas a nivel hogar a los modelos LA-AIDS y AIDS, como el número de integrantes del hogar, sexo del jefe de familia o variables dicotómicas para las regiones del país. Esto para aumentar la precisión de las estimaciones y obtener no solo elasticidades precio propias, cruzadas y gasto, sino también elasticidades respecto a las variables añadidas; tal y como fue abordado por Golan et. al. (2001), Dong et al (2002) y Poi (2012).

Al Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) añadir a las estadísticas que genera, los precios al consumidor de frutas como: zarzamora, frambuesa, cereza y arándanos.

Adicionalmente, se sugiere analizar más a profundidad la estrategia de imputación; esto para verificar su potencial efecto en el sesgo de los resultados y en su defecto, proporcionar alguna técnica de imputación más robusta que enriquezca los hallazgos preliminares del presente estudio.

Lo mismo para probar las sensibilidades de las elasticidades a distintos valores de α_0 , en el modelo AIDS, ya que si bien en el Anexo 2 se obtiene que para distintos valores de tal parámetro los estimadores son estadísticamente idénticos; esto pudiera comprometerse al analizar transformaciones lineales de ellos.

CAPÍTULO 9. LITERATURA CITADA

Angris, J. D. and Pischke, J. (2009) *Mostly Harmless Econometrics: An empiricist's companion*. 1st edn. Princeton: Princeton University Press.

Banks, J., Blundell, R. and Lewbel, A. (1997) 'Quadratic Engel Curves and Consumer Demand', *The Review of Economics and Statistics*, 79(4), pp. 527–539.

Batista, G. and Monard, M. (2003) *A Study of K-Nearest Neighbour as an Imputation Method*. Sao Paulo.

Chern, W. S. *et al.* (2003) *Analysis of the Food Consumption of Japanese Households, ECONOMIC AND SOCIAL DEVELOPMENT*. 152. Rome. Available at: <http://www.fao.org/3/Y4475E/y4475e00.htm#Contents>.

Colchero, M. A. *et al.* (2015) 'Price elasticity of the demand for sugar sweetened beverages and soft drinks in Mexico', *Economics & Human Biology*, 19, pp. 129–137. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2015.08.007>.

Cox, T. L. and Wohlgenant, M. (1986) 'Prices and Quality Effects in Cross-Sectional Demand Analysis', *American Journal of Agricultural Economics*, 68(4), pp. 908–919.

Dean, M. (2009) 'Consumer Theory', p. 61. Available at: http://www.columbia.edu/~md3405/IM_CT.pdf.

Deaton, A. (2018) *The analysis of household surveys*. 1st edn. Washington, D.C.: World Bank.

Deaton, A. and Muellbauer, J. (1980) 'An Almost Ideal Demand System', (1954).

Dong, D., Gould, B. W. and Kaiser, H. M. (2002) 'The Structure of Food Demand in Mexico : An Application of the Amemiya-Tobin Approach to the Estimation of a Censored System', *2002 Annual Meeting American Agricultural Economics Association Long Beach, CA*.

Estrada-Chavira, M. E. *et al.* (2017) 'Potential for strengthening strawberry exports from Michoacán to the United States', *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 23(Apa 6), pp. 135–146.

FAOSTAT (no date). Available at: <http://www.fao.org/faostat/es/#data>.

FIRA (2016) *Panorama Agroalimentario | Berries 2016, Fideicomisos Instituidos en Relacion con la agricultura*.

García Mata, R., García Salazar, J. A. and García Sánchez, R. C. (2003) *Notas sobre mercados y comercialización de productos agrícolas*.

Golan, A., Perloff, J. M. and Shen, E. Z. (2001) 'Estimating a demand system with nonnegativity constraints: Mexican meat demand', *Review of Economics and Statistics*, 83(3), pp. 541–550. doi: 10.1162/00346530152480180.

- Greene, W. H. (2002) *Econometric Analysis*. 5th edn. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Hahn, W. F. and Hahn, W. F. (2020) ‘Elasticities in AIDS Models : Comment’, 76(4), pp. 972–977.
- Henningsen, A. (no date) ‘Demand Analysis with the “ Almost Ideal Demand System ” in R: Package micEconAids’.
- Jehle, G. and Reny, P. (2011) ‘Consumer Theory’, in *Advanced Microeconomic Theory*. 1st edn. Essex, England: Pearson Education Limited, pp. 3–63.
- Kowarik, A. and Templ, M. (2016) ‘Imputation with the R Package VIM’, 74(7), p. 16.
- Leser, C. E. (1963) ‘Forms of Engel functions’, *Econometrica*, 31, pp. 694–703.
- López, M. A. *et al.* (2010) ‘Elasticidades y flexibilidades de los productos cítricos en México Elasticities and flexibilities of citrus products in Mexico’, *Revista Mexicana de Economía Agrícola y de los Recursos Naturales*, III(2), pp. 97–112.
- Martínez, M. Á. and Oropeza, J. A. (2004) ‘Un sistema de Demanda Casi Ideal (AIDS) aplicado a once frutas en México (1960-1998)’, *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27(4), pp. 367–375.
- Miller, K., Feucht, W. and Schmid, M. (2019) ‘Bioactive Compounds of Strawberry and Blueberry and Their Potential Health Effects Based on Human Intervention Studies: A Brief Overview’, *Nutrients*. MDPI, 11(7), p. 1510. doi: 10.3390/nu11071510.
- Moschini, G. (1998) ‘The semiflexible almost ideal demand system’, *European Economic Review*, 42(2), pp. 349–364.
- Poi, B. (2012) ‘Easy demand-system estimation with quads’, *The Stata Journal*, 12(3), pp. 433–446. Available at: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1536867X1201200306>.
- Ramírez, J. *et al.* (2011) ‘Aplicación de un sistema de demanda casi ideal (AIDS) a cortes de carnes de bovino , porcino , pollo , huevo y tortilla en el periodo de 1995-2008’, *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 2(1), pp. 39–51.
- Rossini, G. and Depetris Guiguet, E. (2008) ‘Demanda de alimentos en la región Pampeana Argentina en la década de 1990: Una aplicación del modelo LA-AIDS’, *Agroalimentaria*, 14(27), pp. 55–65.
- Statacorp (2019) *nlsur-Estimation of nonlinear systems of equations*. Available at: <https://www.stata.com/manuals13/rnlsur.pdf>.
- Taniguchi, K. and Chern, W. S. (2000) *Income Elasticity of Rice Demand in Japan and Its Implications: Cross-Sectional Data Analysis*.
- Wan, G. H. (2008) ‘Linear estimation of the nonlinear almost ideal demand system : a Monte Carlo

study Linear estimation of the nonlinear almost ideal demand system : a Monte Carlo study', 4851. doi: 10.1080/758521378.

Wooldridge, J. M. (2002) *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. 1st edn. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

Wooldridge, J. M. (2012) *Introductory Econometrics : a Modern Approach*. 4th edn. Mason, Ohio: South-Western Cengage Learning.

Working, H. (1943) 'Statistical laws of family expenditure', *Journal of the American Statistical Association*, 33, pp. 43–56.

ANEXOS

Anexo 1. Estadísticas nacionales sobre las frutillas en México, 2010- 2017.

AÑO	Importación (Miles de ton)	Exportación (Miles de ton)	Producción (Miles de ton)	Consumo Aparente Per cápita (kg)	Tasa de crecimiento
2010	13.46	106.67	302.56	1.83	
2011	13.39	120.54	385.93	2.41	31.32%
2012	14.13	163.75	517.26	3.13	30.10%
2013	17.45	159.28	538.91	3.34	6.60%
2014	19.36	176.36	647.66	4.08	22.00%
2015	17.68	163.16	581.25	3.58	-12.28%
2016	17.38	178.25	829.63	5.42	51.63%
2017	21.20	203.11	1,049.09	6.95	28.17%

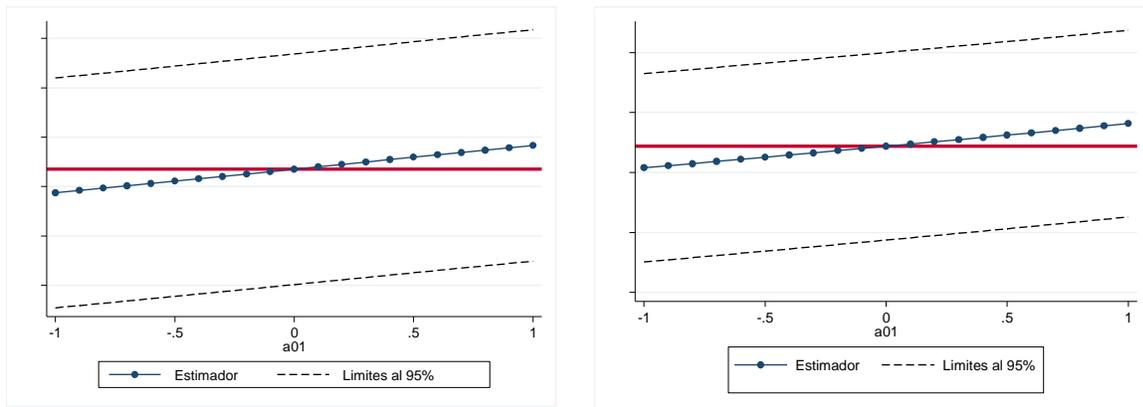
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FAOSTAT (2019)

Anexo 2. Sensibilidad de los parámetros estimados en el modelo AIDS a distintos valores del parámetro α_0 .

Como se menciona en 5.4.3, para lidiar con el problema de identificación del parámetro α_0 se fijó un valor a priori para él, en específico, se le asignó el mínimo del logaritmo del gasto observado en los microdatos (como sugieren, por ejemplo, Banks et al., (1997) y Wan (2008)). Es decir $\alpha_0 = 0$, lo que llevó a que el índice de precios translog base fuera la unidad, $P = 1$.

Sin embargo, con la finalidad de analizar las posibles implicaciones de esta alternativa; en términos de la significancia estadística de las desviaciones de los parámetros estimados a distintos valores de α_0 , se estimaron distintos modelos para $\alpha_0 \in [-1,1]$, con incrementos de 0.1 unidades; es decir, se simularon diecinueve modelos adicionales al presentado a lo largo del documento.

Figura 4: Parámetros estimados del modelo AIDS en la ecuación de frutillas para distintos valores del parámetro α_0 . Lado derecho parámetro β y lado izquierdo γ_{11} .*



* La línea horizontal roja hace referencia al parámetro estimado cuando $\alpha_0 = 0$ y que es el trabajado a lo largo del documento
Fuente: elaboración propia a partir de las estimaciones con la base de datos de la ENIGH 2018

De los estimadores de cada modelo se obtuvieron sus intervalos de confianza. En la Figura 4, se presentan los estimadores obtenidos en la ecuación de frutillas para el parámetro que relaciona la proporción del gasto en frutillas con el logaritmo del gasto (β) y aquel que relaciona la proporción del gasto en frutillas con su propio precio (γ_{11})¹⁸; así como sus límites inferiores y superiores del intervalo de confianza.

Como es posible notar si bien la estimación puntual de los estimadores varía cuando varía α_0 , los valores estimados respecto al valor obtenido cuando $\alpha_0 = 0$, línea horizontal, son estadísticamente idénticos; dado que el valor cuando $\alpha_0 = 0$, se encuentra dentro del intervalo de confianza al 95% para el resto de estimadores. Esto quiere decir, que no hay evidencias de que las estimaciones obtenidas, a distintos valores de α_0 sean estadísticamente significativas.

Notar que las diferencias de los parámetros representan a lo más (en los extremos, es decir cuando $|\alpha_0| = 1$) 0.6784% del valor obtenido con $\alpha_0 = 0$ para β y de 3.2895% para γ_{11} ; lo cual indica que si los estimadores estuvieran sesgados su magnitud es pequeña y puede no representar un problema grave en términos puntuales.

Por último es importante mencionar que la razón detrás de la selección del intervalo $\alpha_0 \in [-1,1]$, se debe a que el mínimo observado, como se señaló anteriormente, es cuando toma el valor de cero; por lo que se supone que el “verdadero” no debería distar en demasía de él, si fuera así habría una contradicción con los datos. Por lo tanto, las simulaciones hechas pueden llegar a una conclusión parcialmente válida¹⁹.

¹⁸ Si bien, solo se presentan estos dos estimadores, la tendencia se replicó en el resto de ellos.

¹⁹ Como se mencionó en las recomendaciones, esto podría no ser así cuando se habla de combinaciones lineales de los estimadores.

Anexo 3. Base de datos

La ENIGH 2018, es una base de datos de acceso público del INEGI, la cual cuenta con más de 70 mil observaciones y más de 100 variables, está se puede descargar a través del siguiente enlace: <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2018/default.html#Microdatos>. Para la investigación las secciones de interés fueron: 1) Características de los hogares que habitan los integrantes del hogar; 2) Gastos en los hogares e; 3) Ingresos y percepciones financieras y de capital de los integrantes del hogar.

Anexo 4. Cálculo de elasticidades

Para obtener las elasticidades nacionales promedio por hogar se recurrió al siguiente procedimiento:

- A) De acuerdo con los parámetros estimados de los modelos WL, LA-AIDS y AIDS, cuyos resultados se exponen en los Cuadros 17, 20 y 23, respectivamente; se calcularon las elasticidades a nivel hogar, e_i , de acuerdo con sus fórmulas respectivas expuestas en las subsecciones 5.4.1 a 5.4.3.
- B) Posteriormente, para obtener el promedio nacional de una elasticidad particular (sea la gasto, la precio propia o cruzada), e , se aplicó la siguiente formula:

$$e = \sum_{i=1}^N e_i f_i$$

Donde, N es el número de hogares en la encuesta, e_i la elasticidad de cada hogar y f_i el inverso del factor muestral de expansión del hogar. Este ultimo es definido como la probabilidad de selección del hogar y esta dado en los datos de la ENIGH 2018. La incorporación de este factor es importante, ya que en caso de omitirse se obtiene un estimador poblacional sesgado.

A continuación, se disponen los resultados de las elasticidades bajo el procedimiento anterior.

Estimadores del Modelo Working Leser

	α	β	γ_{i1}	γ_{i2}	γ_{i3}	γ_{i4}	γ_{i5}	γ_{i6}
<i>frutillas</i>	0.1628* (0.0100)	0.0187* (0.0003)	-0.0603* (0.0023)	0.0022* (0.0005)	0.0008 (0.0005)	-0.0002 (0.0006)	0.0031* (0.0011)	0.0024* (0.0003)
<i>frutas ácidas</i>	0.0687 (0.0470)	-0.0022 (0.0014)	0.0166 (0.0108)	-0.0421* (0.0024)	-0.0089* (0.0023)	-0.0031 (0.0027)	0.0107* (0.0051)	0.0273* (0.0012)
<i>frutas dulces</i>	0.0741 (0.0487)	0.0395* (0.0015)	-0.0028 (0.0112)	-0.0194* (0.0025)	-0.0293* (0.0024)	-0.0075* (0.0028)	0.0058 (0.0053)	0.0294* (0.0013)
<i>frutas semi ácidas</i>	-0.2133* (0.0456)	0.1222* (0.0014)	0.0066 (0.0105)	-0.0034 (0.0023)	-0.0337* (0.0023)	-0.0234* (0.0026)	0.0192* (0.0049)	0.0273* (0.0012)
<i>melones</i>	0.1849* (0.0238)	0.0337* (0.0007)	0.0018 (0.0055)	0.0038* (0.0012)	-0.0007 (0.0012)	-0.0151* (0.0014)	-0.0839* (0.0026)	0.0060* (0.0006)
<i>bebidas azucaradas</i>	0.5599* (0.0731)	-0.2306* (0.0022)	0.0983* (0.0168)	0.0567* (0.0037)	0.0711* (0.0036)	0.0497* (0.0042)	0.0420* (0.0079)	-0.0948* (0.0019)

Nota: El asterisco (*) posterior al estimador hace referencia a que dicho valor es estadísticamente distinto de cero al 95% de confianza

Estimadores Modelo LA/AIDS*

	α	β	γ_{i1}	γ_{i2}	γ_{i3}	γ_{i4}	γ_{i5}	γ_{i6}
<i>frutillas</i>	-0.0054* (0.0005)	0.0033* (0.0002)	-0.0010* (0.0002)					
<i>frutas ácidas</i>	0.1589* (0.0039)	-0.0025 (0.0013)	0.0003 (0.0002)	-0.0387* (0.0018)				
<i>frutas dulces</i>	0.1239* (0.0040)	0.0234* (0.0014)	0.0003 (0.0002)	-0.0052* (0.0014)	-0.0239* (0.0019)			
<i>frutas semi ácidas</i>	-0.0676* (0.0040)	0.0983* (0.0014)	-0.0004 (0.0003)	-0.0038* (0.0014)	-0.0209* (0.0015)	-0.0386* (0.0020)		
<i>melones</i>	-0.0399* (0.0021)	0.0335* (0.0007)	-0.0007* (0.0003)	0.0072* (0.0009)	0.0027* (0.0010)	-0.0094* (0.0011)	-0.0208* (0.0013)	
<i>bebidas azucaradas</i>	0.8300* (0.0066)	-0.1560* (0.0023)	0.0016* (0.0001)	0.0402* (0.0011)	0.0470* (0.0012)	0.0732* (0.0011)	0.0211* (0.0006)	-0.1831* (0.0019)

Nota: El asterisco (*) posterior al estimador hace referencia a que dicho valor es estadísticamente distinto de cero al 95% de confianza.

*La matriz de estimadores tiene espacio vacíos dado que, por simetría; por ejemplo, $\gamma_{12} = \gamma_{21}$

Estimadores Modelo AIDS*

	α	β	γ_{i1}	γ_{i2}	γ_{i3}	γ_{i4}	γ_{i5}	γ_{i6}
<i>frutillas</i>	0.0050*	0.0153*	-0.0067*					
	(0.0007)	(0.0003)	(0.0004)					
<i>Frutas ácidas</i>	0.1438*	0.0024*	0.0004	-0.0380*				
	(0.0019)	(0.0012)	(0.0004)	(0.0018)				
<i>frutas dulces</i>	0.1513*	0.0263*	0.0010*	-0.0040*	-0.0285*			
	(0.0020)	(0.0012)	(0.0004)	(0.0014)	(0.0019)			
<i>frutas semi ácidas</i>	0.0918*	0.1002*	-0.0041*	-0.0024*	-0.0220*	-0.0578*		
	(0.0020)	(0.0011)	(0.0005)	(0.0014)	(0.0015)	(0.0020)		
<i>melones</i>	0.0205*	0.0314*	-0.0036*	0.0083	0.0035*	-0.0139*	-0.0245*	
	(0.0011)	(0.0006)	(0.0005)	(0.0009)	(0.0010)	(0.0011)	(0.0013)	
<i>bebidas azucaradas</i>	0.5876*	-0.1757*	0.0130*	0.0358*	0.0501*	0.1003*	0.0303*	0.2296*
	(0.0028)	(0.0018)	(0.0003)	(0.0012)	(0.0013)	(0.0013)	(0.0007)	(0.0022)

Nota: El asterisco () posterior al estimador hace referencia a que dicho valor es estadísticamente distinto de cero al 95% de confianza*

**La matriz de estimadores tiene espacio vacíos dado que, por simetría; por ejemplo, $\gamma_{12} = \gamma_{21}$*

Adicional a los previos se agrega el Cuadro de promedios de las variables utilizadas en el modelo; su intención es servir al lector en caso de que esté quiera recuperar las elasticidades respecto al promedio de las variables.

<i>Variable</i>	<i>Min</i>	<i>Media</i>	<i>Max</i>	<i>Observaciones</i>
<i>wfrutillas</i>	0.00	0.01	0.50	43,660
<i>Wfrutas_ácidas</i>	0.00	0.12	1.00	43,660
<i>Wfrutas_dulces</i>	0.00	0.15	1.00	43,660
<i>Wfrutas_semi_ácidas</i>	0.00	0.14	1.00	43,660
<i>wmelones</i>	0.00	0.03	1.00	43,660
<i>Wb_azucaradas</i>	0.00	0.54	1.00	43,660
<i>lpfrutillas</i>	0.41	4.01	6.18	43,660
<i>lpfrutas_ácidas</i>	-1.53	2.61	5.30	43,660
<i>lpfrutas_dulces</i>	-0.64	2.56	6.29	43,660
<i>lpfrutas_semi_ácidas</i>	-0.93	3.11	5.52	43,660
<i>lpmelones</i>	-1.15	2.80	5.84	43660
<i>lpb_azucaradas</i>	-1.80	1.93	7.60	43660
<i>lm</i>	0.00	3.57	7.61	43660

Anexo 5. Do-files de STATA

Generación de base de gasto.

global entrada="C:\Users\ALEJANDRA\Desktop\tesis\data\original" //llamar el directorio donde están las bases de datos
global salidas="C:\Users\ALEJANDRA\Desktop\tesis\data\work" //dirección en la que se guardaran las bases trabajadas

```

foreach i in "18"{
foreach k in "gastos`i"{
use "$entrada\\`k'.dta",clear

foreach v of varlist _all{
rename `v',lower("`v'")
} // para cambiar mayusculas a minusculas

save "$salidas\\`k'.dta",replace
}
}

foreach i in "18"{
use "$salidas\gastos`i'.dta",clear
egen id=concat(folioviv foliohog)

replace clave="anonas" if clave=="A147"
replace clave="frutillas" if clave=="A148"
replace clave="duraznos" if clave=="A149"
replace clave="zap_mamey" if clave=="A150"
replace clave="cir_job" if clave=="A151"
replace clave="guayaba" if clave=="A152"
replace clave="lima" if clave=="A153"
replace clave="limon" if clave=="A154"
replace clave="man_nec_tang" if clave=="A155"
replace clave="toronja" if clave=="A156"
replace clave="mango" if clave=="A157"
replace clave="manz_perón" if clave=="A158"
replace clave="melón" if clave=="A159"
replace clave="naranja" if clave=="A160"
replace clave="papaya" if clave=="A161"
replace clave="pera" if clave=="A162"
replace clave="piña" if clave=="A163"
replace clave="pitahaya_tuna" if clave=="A164"
replace clave="platanomacho_castilla" if clave=="A165"

```

```

replace clave="platanoverde_tabasco" if clave=="A166"
replace clave="otrosplatanos" if clave=="A167"
replace clave="sandia" if clave=="A168"
replace clave="uva" if clave=="A169"
replace clave="otras frutas" if clave=="A170"

sort id

by id: egen C_frutillas=sum(cantidad) if clave=="frutillas"
by id: egen G_frutillas=mean(gasto) if clave=="frutillas"

by id:egen C_frutas_acidas=sum(cantidad) if clave=="guayaba" |clave=="lima" |clave=="limon" |clave=="man_nec_tang" |clave=="toronja"
|clave=="naranja" |clave=="piña"
by id:egen G_frutas_acidas=mean(gasto)if clave=="guayaba" |clave=="lima" |clave=="limon" |clave=="man_nec_tang" |clave=="toronja"
|clave=="naranja" |clave=="piña"

by id:egen C_frutas_dulces=sum(cantidad) if clave=="zap_mamey" |clave=="cir_job" |clave=="pitahaya_tuna" |clave=="platanomacho_castilla"
|clave=="platanoverde_tabasco" |clave=="otrosplatanos" |clave=="uva" |clave=="otras frutas"
by id:egen G_frutas_dulces=mean(gasto)if clave=="zap_mamey" |clave=="cir_job" |clave=="pitahaya_tuna" |clave=="platanomacho_castilla"
|clave=="platanoverde_tabasco" |clave=="otrosplatanos" |clave=="uva" |clave=="otras frutas"

by id:egen C_frutas_semiacidas=sum(cantidad) if clave=="anonas" |clave=="duraznos" |clave=="mango" |clave=="manz_perón"
|clave=="papaya" |clave=="pera"
by id:egen G_frutas_semiacidas=mean(gasto)if clave=="anonas" |clave=="duraznos" |clave=="mango" |clave=="manz_perón" |clave=="papaya"
|clave=="pera"

by id:egen C_frutas_melones=sum(cantidad) if clave=="sandia" |clave=="melón"
by id:egen G_frutas_melones=mean(gasto)if clave=="sandia" |clave=="melón"

by id:egen C_bebidas_nat_prep=sum(cantidad) if clave=="A217"|clave=="A218"|clave=="A219"|clave=="A220"|clave=="A221"
by id:egen G_bebidas_nat_prep=mean(gasto) if clave=="A217"|clave=="A218"|clave=="A219"|clave=="A220"|clave=="A221"

collapse (mean) C_* G_* if tipo_gasto=="G1", by(id)

save "$salidas\G_i_frutas.dta",replace
}
Generación de base imputada

global entrada="C:\Users\ALEJANDRA\Desktop\tesis\data\original" //llamar el directorio donde estan las bases de datos
global salidas="C:\Users\ALEJANDRA\Desktop\tesis\data\work"
//Hacemos la base agregada de 2018 de los ingresos, concentrado y gastos

use "$salidas\concen18.dta",clear
save "$salidas\agregada_f18.dta",replace

use "$salidas\G18_frutas.dta",clear
merge 1:1 id using "$salidas\agregada_f18.dta"
drop if _merge==2
drop _merge
save "$salidas\agregada_f18.dta",replace //2018

foreach i in "frutillas" "frutas_acidas" "frutas_dulces" "frutas_semiacidas" "frutas_melones" "bebidas_nat_prep"{
gen P_i=G_i/C_i
}

save "$salidas\agregada_f18.dta",replace

//Generamos las bases de imputación

import excel "C:\Users\ALEJANDRA\Desktop\tesis\data\work\Vecinos.xlsx", sheet("Sheet1") firstrow clear //esta base se generó en R (ver script)

tostring municipios,gen(ug)
replace ug="0"+ug if municipios<10000
tostring vecino,gen(neaster)
replace neaster="0"+neaster if vecino<10000

keep ug neaster
save "$salidas\vecinos.dta",replace

//Hacemos las bases de medias por ubicación geográfica

```

```

use "$salidas\agregada_f18.dta",clear

//Prueba que justifica a imputación

gen miss=1 if P_frutillas==. //miss=1 si el hogar no es consumidor
replace miss=0 if miss!=1 // miss=0 si el hogar es consumidor

regress ing_cor miss [aw=factor] //Prueba de diferencia de medias

drop miss

//Proceso de imputación

merge m:1 ug using "$salidas\vecinos.dta"
drop _merge

sort ug
foreach i in "frutillas" "frutas_acidas" "frutas_dulces" "frutas_semiacidas" "frutas_melones" "bebidas_nat_prep" {
by ug: egen Pmean_`i`=mean(P_`i`)
}

keep ug Pmean*

collapse (mean) Pmean*, by(ug)

save "$salidas\Pmean_mun_f18.dta",replace

//Ahora para los vecinos
use "$salidas\agregada_f18.dta",clear

merge m:1 ug using "$salidas\vecinos.dta"
drop _merge

sort neaster
foreach i in "frutillas" "frutas_acidas" "frutas_dulces" "frutas_semiacidas" "frutas_melones" "bebidas_nat_prep" {
by neaster: egen vPmean_`i`=mean(P_`i`)
}

keep neaster vPmean*

collapse (mean) vPmean*, by(neaster)

save "$salidas\vPmean_mun_f18.dta",replace

//Generamos la base con medias

use "$salidas\agregada_f18.dta",clear

merge m:1 ug using "$salidas\vecinos.dta"
drop _merge

merge m:1 ug using "$salidas\Pmean_mun_f18.dta"
drop _merge

merge m:1 neaster using "$salidas\vPmean_mun_f18.dta"
drop _merge

//Tabla de datos perdidos antes de la imputación

mdesc P*

//IMPUTAMOS POR LA MEDIA

foreach i in "frutillas" "frutas_acidas" "frutas_dulces" "frutas_semiacidas" "frutas_melones" "bebidas_nat_prep" {
replace P_`i`=vPmean_`i` if P_`i`=.|Pmean_`i`=|
replace P_`i`=Pmean_`i` if P_`i`=|
}

replace C_`i`=0 if C_`i`=| & (Pmean_`i`=|Pmean_`i`=|)
replace G_`i`=0 if G_`i`=| & (Pmean_`i`=|Pmean_`i`=|)

```

```

}

mdesc P*

save "$salidas\agregada_imp_f18.dta",replace

Generación del modelo WL

global entrada="C:\Users\ALEJANDRA\Desktop\tesis\data\original" //llamar el directorio donde estan las bases de datos
global salidas="C:\Users\ALEJANDRA\Desktop\tesis\data\work"
//GENERAR EL MODELO WL
use "$salidas\agregada_imp_f18.dta", clear

egen X_alim = rowtotal(G_frutillas G_frutillas G_frutas_acidas G_frutas_dulces G_frutas_semiacidas G_frutas_melones G_bebidas_nat_prep)

foreach i in "frutillas" "frutas_acidas" "frutas_dulces" "frutas_semiacidas" "frutas_melones" "bebidas_nat_prep" {
gen w_`i'=G_`i'/ X_alim
replace w_`i'=0 if G_`i'==.
}

foreach i in "frutillas" "frutas_acidas" "frutas_dulces" "frutas_semiacidas" "frutas_melones" "bebidas_nat_prep"{
gen lp_`i'=log(P_`i')
}

foreach i in "lp" "w"{
rename `i'_frutillas `i'1
rename `i'_frutas_acidas `i'2
rename `i'_frutas_dulces `i'3
rename `i'_frutas_semiacidas `i'4
rename `i'_frutas_melones `i'5
rename `i'_bebidas_nat_prep `i'6
}

gen lm=log(X_alim)
gen subset=1 if w1!=. & w2!=. & w3!=. & w4!=. & w5!=. & w6!=. & lp1!=. & lp2!=. & lp3!=. & lp4!=. & lp5!=. & lp6!=. & lm!=.
replace subset=0 if subset!=1

keep if subset==1
destring ug,gen(ubicacion)
destring sexo_jefe, gen(sexoj)
destring est_socio, gen(estrato)

forval i=1/6{
quietly regress w`i' lp1-lp6 lm poblacion menores i.sexoj i.ed_formal i.ubicacion [aw=factor]
gen e`i'=1+(_b[lm]/w`i')
forval j=1/6{
if `i'==`j'{
gen em`i'_`j'=( _b[lp`j']/w`i')-1
}
else if `i'!=`j'{
gen em`i'_`j'=( _b[lp`j']/w`i')
}
}
}

regress w1 lp1-lp6 lm poblacion menores i.sexoj i.ed_formal i.ubicacion [aw=factor]
regress w2 lp1-lp6 lm poblacion menores i.sexoj i.ed_formal i.ubicacion [aw=factor]
regress w3 lp1-lp6 lm poblacion menores i.sexoj i.ed_formal i.ubicacion [aw=factor]
regress w4 lp1-lp6 lm poblacion menores i.sexoj i.ed_formal i.ubicacion [aw=factor]
regress w5 lp1-lp6 lm poblacion menores i.sexoj i.ed_formal i.ubicacion [aw=factor]
regress w6 lp1-lp6 lm poblacion menores i.sexoj i.ed_formal i.ubicacion [aw=factor]

tabstat e1 e2 e3 e4 e5 e6 [aw=factor], stats(mean) col(statistics)
tabstat em* [aw=factor], stats(mean) col(statistics)
forvalues i=1/6{
rename e`i' wle`i'
}
forvalues i=1/6{
forvalues j=1/6{
rename em`i'_`j' wlem`i'_`j'
}
}

```

```

}
}
keep id wle* wlem*
save "$salidas\elas_WL.dta",replace
Generación del modelo LA-AIDS

use "$salidas\agregada_imp_f18.dta", clear

egen X_alim=rowtotal(G_frutillas G_frutillas G_frutas_acidas G_frutas_dulces G_frutas_semiacidas G_frutas_melones G_bebidas_nat_prep )

foreach i in "frutillas" "frutas_acidas" "frutas_dulces" "frutas_semiacidas" "frutas_melones" "bebidas_nat_prep" {
gen w_`i'=G_`i'/X_alim
replace w_`i'=0 if G_`i'==.
}

foreach i in "frutillas" "frutas_acidas" "frutas_dulces" "frutas_semiacidas" "frutas_melones" "bebidas_nat_prep" {
gen lp_`i'=log(P_`i')
}

foreach i in "lp" "w" {
rename `i'_frutillas `i'1
rename `i'_frutas_acidas `i'2
rename `i'_frutas_dulces `i'3
rename `i'_frutas_semiacidas `i'4
rename `i'_frutas_melones `i'5
rename `i'_bebidas_nat_prep `i'6
}

gen lm=log(X_alim)
gen subset=1 if w1!=. & w2!=. & w3!=. & w4!=. & w5!=. & w6!=. & lp1!=. & lp2!=. & lp3!=. & lp4!=. & lp5!=. & lp6!=. & lm!=.
replace subset=0 if subset!=1

keep if subset==1
gen pston=w1*lp1
forval i=2/6 {
replace pston=pson+w`i'*lp`i'
}
gen lmp=lm-log(pston)

//adding up//
constraint define 1 [q1]_cons+[q2]_cons+[q3]_cons+[q4]_cons+[q5]_cons+[q6]_cons=1

//Suma de betas igual a cero
constraint define 2 [q1]lmp+[q2]lmp+[q3]lmp+[q4]lmp+[q5]lmp+[q6]lmp=0
//Beta//

//homogeneity//
constraint define 3 [q1]lp1+[q2]lp1+[q3]lp1+[q4]lp1+[q5]lp1+[q6]lp1=0
constraint define 4 [q1]lp2+[q2]lp2+[q3]lp2+[q4]lp2+[q5]lp2+[q6]lp2=0
constraint define 5 [q1]lp3+[q2]lp3+[q3]lp3+[q4]lp3+[q5]lp3+[q6]lp3=0
constraint define 6 [q1]lp4+[q2]lp4+[q3]lp4+[q4]lp4+[q5]lp4+[q6]lp4=0
constraint define 7 [q1]lp5+[q2]lp5+[q3]lp5+[q4]lp5+[q5]lp5+[q6]lp5=0
constraint define 8 [q1]lp6+[q2]lp6+[q3]lp6+[q4]lp6+[q5]lp6+[q6]lp6=0

//symmetry//
constraint define 9 [q2]lp1=[q1]lp2
constraint define 10 [q3]lp1=[q1]lp3
constraint define 11 [q4]lp1=[q1]lp4
constraint define 12 [q5]lp1=[q1]lp5
constraint define 13 [q6]lp1=[q1]lp6
constraint define 14 [q3]lp2=[q2]lp3
constraint define 15 [q4]lp2=[q2]lp4
constraint define 16 [q5]lp2=[q2]lp5
constraint define 17 [q6]lp2=[q2]lp6
constraint define 18 [q4]lp3=[q3]lp4
constraint define 19 [q5]lp3=[q3]lp5
constraint define 20 [q6]lp3=[q3]lp6
constraint define 21 [q5]lp4=[q4]lp5
constraint define 22 [q6]lp4=[q4]lp6

```

```

constraint define 23 [q6]lp5=[q5]lp6

global demand1 "(q1: w1 lp1 lp2 lp3 lp4 lp5 lp6 lmp)"
global demand2 "(q2: w2 lp1 lp2 lp3 lp4 lp5 lp6 lmp)"
global demand3 "(q3: w3 lp1 lp2 lp3 lp4 lp5 lp6 lmp)"
global demand4 "(q4: w4 lp1 lp2 lp3 lp4 lp5 lp6 lmp)"
global demand5 "(q5: w5 lp1 lp2 lp3 lp4 lp5 lp6 lmp)"
global demand6 "(q6: w6 lp1 lp2 lp3 lp4 lp5 lp6 lmp)"

sureg $demand1 $demand2 $demand3 $demand4 $demand5 $demand6 [aw=factor],cons(1-23) nocnsreport corr

//Elasticidades ingreso
forvalues i=1/6{
gen e`i'=1+([q`i']lmp/w`i)
}
//Elasticidades marshallianas

forvalues i=1/6{
forvalues j=1/6{
if `i'==`j'{
gen em`i`_`j'=-1+([q`i']lp`j'/w`i)-([q`i']lmp/w`i)*w`j'
}
else if `i'!=`j'{
gen em`i`_`j'=( [q`i']lp`j'/w`i)-([q`i']lmp/w`i)*w`j'
}
}
}

//Elasticidades hicksianas
//Siguiendo el teorema de Slutsky

forvalues i=1/6{
forvalues j=1/6{
gen eh`i`_`j'=em`i`_`j'+e`i'*w`j'
}
}

tabstat e1-e6 [aw=factor], stats(mean) columns(statistics)
tabstat em* [aw=factor], stats(mean) columns(statistics)
tabstat eh* [aw=factor], stats(mean) columns(statistics)

//Solo correr para guardar las elasticidades
forvalues i=1/6{
rename e`i' lae`i'
}

forvalues i=1/6{
forvalues j=1/6{
rename em`i`_`j' laem`i`_`j'
rename eh`i`_`j' laeh`i`_`j'
}
}

keep id lae* laem* laeh*
save "$salidas\elas_LAAIDS.dta", replace

```

Generación del modelo AIDS

```
global salidas="C:\Users\ALEJANDRA\Desktop\tesis\data\work"

use "$salidas\agregada_imp_f18.dta", clear

egen X_alim=rowtotal(G_frutillas G_frutillas G_frutas_acidas G_frutas_dulces G_frutas_semiacidas G_frutas_melones G_bebidas_nat_prep)

foreach i in "frutillas" "frutas_acidas" "frutas_dulces" "frutas_semiacidas" "frutas_melones" "bebidas_nat_prep" {
  gen w_`i'=G_`i'/X_alim
  replace w_`i'=0 if G_`i'==.
}

foreach i in "frutillas" "frutas_acidas" "frutas_dulces" "frutas_semiacidas" "frutas_melones" "bebidas_nat_prep" {
  gen lp_`i'=log(P_`i')
}

foreach i in "lp" "w" {
  rename `i'_frutillas `i'1
  rename `i'_frutas_acidas `i'2
  rename `i'_frutas_dulces `i'3
  rename `i'_frutas_semiacidas `i'4
  rename `i'_frutas_melones `i'5
  rename `i'_bebidas_nat_prep `i'6
}

gen lm=log(X_alim)

gen subset=1 if w1!=. & w2!=. & w3!=. & w4!=. & w5!=. & w6!=. & lp1!=. & lp2!=. & lp3!=. & lp4!=. & lp5!=. & lp6!=. & lm!=.
replace subset=0 if subset!=1

keep if subset==1

binscatter w1 lp1
binscatter w1 lp2
binscatter w1 lp3
binscatter w1 lp4
binscatter w1 lp5
binscatter w1 lp6

tabstat w* lp* lm* [aw=factor],stats(min p25 mean p75 max sd n) col(statistics)

program nlsuraidfrutas18
version 13
syntax varlist(min=12 max=12) [aw] if, at(name)
tokenize `varlist'
args w1 w2 w3 w4 w5 lp1 lp2 lp3 lp4 lp5 lp6 lm
tempname a1 a2 a3 a4 a5 a6
scalar `a1' = `at'[1,1]
scalar `a2' = `at'[1,2]
scalar `a3' = `at'[1,3]
scalar `a4' = `at'[1,4]
scalar `a5' = `at'[1,5]
scalar `a6' = 1 - `a1' - `a2' - `a3' - `a4' - `a5'
tempname b1 b2 b3 b4 b5 b6
scalar `b1' = `at'[1,6]
scalar `b2' = `at'[1,7]
scalar `b3' = `at'[1,8]
scalar `b4' = `at'[1,9]
scalar `b5' = `at'[1,10]
scalar `b6' = 0 - `b1' - `b2' - `b3' - `b4' - `b5'
tempname g1_1 g1_2 g1_3 g1_4 g1_5 g1_6
tempname g2_1 g2_2 g2_3 g2_4 g2_5 g2_6
tempname g3_1 g3_2 g3_3 g3_4 g3_5 g3_6
tempname g4_1 g4_2 g4_3 g4_4 g4_5 g4_6
tempname g5_1 g5_2 g5_3 g5_4 g5_5 g5_6
tempname g6_1 g6_2 g6_3 g6_4 g6_5 g6_6
scalar `g1_1' = `at'[1,11]
```

```

scalar `g1_2' = `at'[1,12]
scalar `g1_3' = `at'[1,13]
scalar `g1_4' = `at'[1,14]
scalar `g1_5' = `at'[1,15]
scalar `g1_6' = 0-`g1_1'-`g1_2'-`g1_3'-`g1_4'-`g1_5'
scalar `g2_1' = `g1_2'
scalar `g2_2' = `at'[1,16]
scalar `g2_3' = `at'[1,17]
scalar `g2_4' = `at'[1,18]
scalar `g2_5' = `at'[1,19]
scalar `g2_6' = 0-`g2_1'-`g2_2'-`g2_3'-`g2_4'-`g2_5'
scalar `g3_1' = `g1_3'
scalar `g3_2' = `g2_3'
scalar `g3_3' = `at'[1,20]
scalar `g3_4' = `at'[1,21]
scalar `g3_5' = `at'[1,22]
scalar `g3_6' = 0-`g3_1'-`g3_2'-`g3_3'-`g3_4'-`g3_5'
scalar `g4_1' = `g1_4'
scalar `g4_2' = `g2_4'
scalar `g4_3' = `g3_4'
scalar `g4_4' = `at'[1,23]
scalar `g4_5' = `at'[1,24]
scalar `g4_6' = 0-`g4_1'-`g4_2'-`g4_3'-`g4_4'-`g4_5'
scalar `g5_1' = `g1_5'
scalar `g5_2' = `g2_5'
scalar `g5_3' = `g3_5'
scalar `g5_4' = `g4_5'
scalar `g5_5' = `at'[1,25]
scalar `g5_6' = 0-`g5_1'-`g5_2'-`g5_3'-`g5_4'-`g5_5'
scalar `g6_1' = `g1_6'
scalar `g6_2' = `g2_6'
scalar `g6_3' = `g3_6'
scalar `g6_4' = `g4_6'
scalar `g6_5' = `g5_6'
scalar `g6_6' = 0-`g6_1'-`g6_2'-`g6_3'-`g6_4'-`g6_5'

quietly {
tempvar lnpindex
gen double `lnpindex' = 0 + `a1'* `lp1' + `a2'* `lp2' + `a3'* `lp3' + `a4'* `lp4' + `a5'* `lp5' + `a6'* `lp6'
forvalues i=1/6 {
forvalues j=1/6{
replace `lnpindex' = `lnpindex' + 0.5*`g'`i'`j'*`lp'`i'*`lp'`j''
}
}
replace `w1' = `a1' + `g1_1'*`lp1' + `g1_2'*`lp2' + `g1_3'*`lp3' + `g1_4'*`lp4' + `g1_5'*`lp5' + `g1_6'*`lp6' + `b1'*(`lm' - `lnpindex')
replace `w2' = `a2' + `g2_1'*`lp1' + `g2_2'*`lp2' + `g2_3'*`lp3' + `g2_4'*`lp4' + `g2_5'*`lp5' + `g2_6'*`lp6' + `b2'*(`lm' - `lnpindex')
replace `w3' = `a3' + `g3_1'*`lp1' + `g3_2'*`lp2' + `g3_3'*`lp3' + `g3_4'*`lp4' + `g3_5'*`lp5' + `g3_6'*`lp6' + `b3'*(`lm' - `lnpindex')
replace `w4' = `a4' + `g4_1'*`lp1' + `g4_2'*`lp2' + `g4_3'*`lp3' + `g4_4'*`lp4' + `g4_5'*`lp5' + `g4_6'*`lp6' + `b4'*(`lm' - `lnpindex')
replace `w5' = `a5' + `g5_1'*`lp1' + `g5_2'*`lp2' + `g5_3'*`lp3' + `g5_4'*`lp4' + `g5_5'*`lp5' + `g5_6'*`lp6' + `b5'*(`lm' - `lnpindex')
}
end

//set matsize 500
//set maxvar

nlsur aidsfrutas18 @ w1 w2 w3 w4 w5 lp1 lp2 lp3 lp4 lp5 lp6 lm [aw=factor], ///
parameters(a1 a2 a3 a4 a5 b1 b2 b3 b4 b5) ///
g1_1 g1_2 g1_3 g1_4 g1_5 ///
g2_2 g2_3 g2_4 g2_5 ///
g3_3 g3_4 g3_5 ///
g4_4 g4_5 ///
g5_5) neq(5) ifgnls

lincom 1-[a1]_cons-[a2]_cons-[a3]_cons-[a4]_cons-[a5]_cons
lincom 0-[b1]_cons-[b2]_cons-[b3]_cons-[b4]_cons-[b5]_cons
lincom 0-[g1_1]_cons-[g1_2]_cons-[g1_3]_cons-[g1_4]_cons-[g1_5]_cons
lincom 0-[g1_2]_cons-[g2_2]_cons-[g2_3]_cons-[g2_4]_cons-[g2_5]_cons
lincom 0-[g1_3]_cons-[g2_3]_cons-[g3_3]_cons-[g3_4]_cons-[g3_5]_cons
lincom 0-[g1_4]_cons-[g2_4]_cons-[g3_4]_cons-[g4_4]_cons-[g4_5]_cons
lincom 0-[g1_5]_cons-[g2_5]_cons-[g3_5]_cons-[g4_5]_cons-[g5_5]_cons

```

```

lincom 0-[g1_1]_cons-[g1_2]_cons-[g1_3]_cons-[g1_4]_cons-[g1_5]_cons-[g1_2]_cons-[g2_2]_cons- ///
[g2_3]_cons-[g2_4]_cons-[g2_5]_cons-[g1_3]_cons-[g2_3]_cons-[g3_3]_cons-[g3_4]_cons-[g3_5]_cons- ///
[g1_4]_cons-[g2_4]_cons-[g3_4]_cons-[g4_4]_cons-[g4_5]_cons-[g1_5]_cons-[g2_5]_cons-[g3_5]_cons-[g4_5]_cons-[g5_5]_cons

```

```
//Elasticidades ingreso
```

```

forvalues i=1/5{
gen e`i'=1+([b`i]_cons/w`i)
}
gen e6=1-([b1]_cons/w6)
forvalues i=2/5{
replace e6=e6-([b`i]_cons/w6)
}

```

```
//Se genera una variable para cada parametro considerando las restricciones del modelo
```

```

forvalues i=1/5{
forvalues j=1/5{
if `i'<=`j'{
gen g`i`j'=[g`i`j]_cons
}
else if `i'>`j'{
gen g`i`j'=[g`j`i]_cons
}
}
}

```

```
//Se generará el parametro 20 de cada ecuación considerando la restricción
```

```

forval i=1/5{
gen g`i`_6=0-g`i`_1-g`i`_2-g`i`_3-g`i`_4-g`i`_5
}

```

```

forvalues i=1/5{
gen g6`i'=g`i`_6
}
foreach i in 6{
gen g`i`_6=0-g`i`_1-g`i`_2-g`i`_3-g`i`_4-g`i`_5
}

```

```
//Elasticidades marshallianas
```

```

gen a6=1-[a1]_cons
forval i=2/5{
replace a6=a6-[a`i]_cons
}
gen b6=0-[b1]_cons
forval i=2/5{
replace b6=b6-[b`i]_cons
}

```

```

forvalues i=1/5{
forvalues j=1/5{
if `i'==`j'{
gen em`i`j'=-1+(g`i`j'/w`i)-([b`i]_cons/w`i)*[a`j]_cons
}
else if `i'!=`j'{
gen em`i`j'=(g`i`j'/w`i)-([b`i]_cons/w`i)*[a`j]_cons
}
}
}

```

```

forvalues i=1/5{
foreach j in 6{
if `i'==`j'{
gen em`i`j'=-1+(g`i`j'/w`i)-([b`i]_cons/w`i)*a`j
}
else if `i'!=`j'{
gen em`i`j'=(g`i`j'/w`i)-([b`i]_cons/w`i)*a`j
}
}
}

```

```
foreach i in 6{
```

```

forvalues j=1/5{
if `i'==`j'{
gen em`i`_`j'=-1+(g`i`_`j'/w`i)-(b`i'/w`i)*[a`j']_cons
}
else if `i'!=`j'{
gen em`i`_`j'=(g`i`_`j'/w`i)-(b`i'/w`i)*[a`j']_cons
}
}
}
gen em6_6=-1+(g6_6/w6)-(b6/w6)*a6
//Se incorpora la suma de parametros de la elasticidad marshaliana

forvalues i=1/6{
forvalues j=1/6{
forvalues k=1/6{
if `i'!=6{
replace em`i`_`j'=em`i`_`j'+([b`i']_cons/w`i)*(g`k`_`j')*Ip`k'
}
else if `i'==6{
replace em`i`_`j'=em`i`_`j'+(b`i'/w`i)*(g`k`_`j')*Ip`k'
}
}
}
}

//Elasticidades hicksianas
//Siguiendo el teorema de Slutsky

forvalues i=1/6{
forvalues j=1/6{
gen eh`i`_`j'=em`i`_`j'+e`i'*w`j'
}
}

//Estadisticos descriptivos de la elasticidad ingreso

tabstat w* Ip* Im [aw=factor], stats(min p25 mean p75 max sd n) col(statistics)
tabstat e1 e2 e3 e4 e5 e6 [aw=factor], stats(mean) col(statistics)
tabstat em* [aw=factor], stats(mean) col(statistics)
tabstat eh* [aw=factor], stats(mean) col(statistics)
//save "$salidas\elasticidades_aids.dta",replace
use "$salidas\elasticidades_aids.dta",clear
//Seguir solo si se desea comparar las elasticidades calculadas
keep id factor ug1 e* em* eh*
gen edo= substr(ug1,1,2)
merge 1:1 id using "$salidas\elas_LAAIDS.dta"
drop _merge

merge 1:1 id using "$salidas\elas_WL.dta"
drop _merge

mvtest means em1_1 laem1_1 wlem1_1 [aw=factor], equal
mvtest means em1_2 laem1_2 wlem1_2 [aw=factor], equal
mvtest means em1_3 laem1_3 wlem1_3 [aw=factor], equal
mvtest means em1_4 laem1_4 wlem1_4 [aw=factor], equal
mvtest means em1_5 laem1_5 wlem1_5 [aw=factor], equal
mvtest means em1_6 laem1_6 wlem1_6 [aw=factor], equal
mvtest means em2_2 laem2_2 wlem2_2 [aw=factor], equal
mvtest means em3_3 laem3_3 wlem3_3 [aw=factor], equal
mvtest means em4_4 laem4_4 wlem4_4 [aw=factor], equal
mvtest means em5_5 laem5_5 wlem5_5 [aw=factor], equal
mvtest means em6_6 laem6_6 wlem6_6 [aw=factor], equal
mvtest means em1_1 laem1_1 [aw=factor], equal
mvtest means em1_1 wlem1_1 [aw=factor], equal
mvtest means laem1_1 wlem1_1 [aw=factor], equal
mvtest means em1_6 laem1_6 [aw=factor], equal
save "$salidas\elas_agre.dta", replace

```