

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS
RECURSOS NATURALES

**LA DEMANDA DE LA MIEL Y OTROS EDULCORANTES EN MÉXICO
(MODELO AIDS E IAIDS): 1995-2019.**

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

**Maestro en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos
Naturales**

PRESENTA

Teresa Rosalía Venegas Hernández

Bajo la supervisión de: **Juan Hernández Ortiz, Dr.**



APROBADA



Chapingo, Estado de México a junio de 2021

**LA DEMANDA DE LA MIEL Y OTROS EDULCORANTES EN
MÉXICO (MODELO AIDS E IAIDS): 1995-2019.**

Tesis realizada por **Teresa Rosalía Venegas Hernández** bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS
RECURSOS NATURALES**

DIRECTOR:

Dr. Juan Hernández Ortiz.

ASESOR:

Dr. Gerónimo Barrios Puente.

ASESOR:

Dr. Ramón Valdivia Alcalá.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.1 Antecedentes.	1
1.2 Planteamiento del problema.	2
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 Objetivos generales:.....	3
1.3.2 Objetivos específicos:	4
1.4 HIPÓTESIS	4
1.4.1 Generales:	4
1.4.2 Específicas:	5
2. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 La miel	6
2.2 El azúcar	10
2.3 Jarabe de maíz rico en fructuosa	12
2.4 El piloncillo	13
2.5 Demanda:	14
2.5.1 Elasticidades de la demanda	14
2.5.2 Demanda marshalliana	16
2.5.3 Demanda hicksiana.....	16
2.6 Modelos de demanda	17
2.6.1 Modelo AIDS	18

2.6.2 Modelo IAIDS	22
2.7 Relación entre elasticidades y flexibilidades.....	34
2.8 Estudios con aplicación del modelo AIDS	35
2.9 Estudios con aplicación del modelo IAIDS	40
2.10 Literatura citada	42
3. ARTÍCULO CIENTÍFICO	50
4. CONCLUSIONES GENERALES.....	71

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla 1. Valores nutricionales de la miel por 100g.	8
Tabla 2. Principales estados productores de miel en 2019	9
Tabla 3. Fórmulas para el cálculo de las flexibilidades	33
Tabla 4. Parámetros estimados utilizando el índice de precios de Stone.....	58
Tabla 5. Elasticidades marshallianas	60
Tabla 6. Elasticidades hicksianas	60
Tabla 7. Parámetros del modelo reducido por homogeneidad y simetría.....	61
Tabla 8. Flexibilidades marshallianas	63
Tabla 9. Flexibilidades hicksianas	63
Tabla 10. Variación en la demanda ante cambios en los precios (10%)	65
Tabla 11. Variación en la demanda ante cambios en la producción (10%)	66
Gráfica 1. Consumo per cápita de miel en México (Kg/año).	10
Gráfica 2. Representación de la función Distancia para dos bienes	22

ABREVIATURAS

AIDS	Almost Ideal Demand System
CEDRSSA	Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria
CONADESUCA	Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAOSTAT	The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database
IAIDS	Inverse Almost Ideal Demand System
JMRF	Jarabe de maíz rico en fructuosa
NC	No calórico
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SAS	Statistical Analysis System
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SIACON	Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta
SNIIM	Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados

DEDICATORIAS

A mi madre Felipa Hernández, por su amor y apoyo incondicional que me demostró en toda ocasión a lo largo de esta etapa de mi vida, por su cariño y consejos que siempre me ha dado para no dejarme caer.

A mi hermano Nicolás, y mis hermanas Hortensia, María, Marcela y Martha Irene, por sus consejos y apoyo moral que siempre me han brindado como hermanos mayores, por estar para mí en momentos difíciles, y porque los quiero mucho.

A ti Dan, por aceptarme con todo y mis errores, tolerarme en mis caídas y malos días, pero principalmente por siempre estar ahí para mí, por tus consejos, por nunca dejarme sola, y principalmente porque me has enseñado lo que es la verdadera felicidad.

A la familia Torres Cadena, por su apoyo, comprensión y cariño del que me han hecho merecedora durante estos años de conocernos.

A la Lic. Laura Torres y a la señora Nohemí Saúd por sus sabios consejos, su comprensión, paciencia y principalmente por su cariño incondicional que me han brindado durante estos largos años de conocernos.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento para hacer posibles mis estudios de maestría.

A la División de Ciencias Económico Administrativas por brindarme los conocimientos y habilidades, así como las herramientas necesarias para el desarrollo de mi maestría.

A los profesores del programa de posgrado de la División de Ciencias Económico- Administrativas por las cátedras impartidas durante mi preparación como maestra en ciencias.

Al Dr. Juan Hernández Ortíz por su dirección, paciencia, disponibilidad y orientación hacia esta investigación.

Al Dr. Gerónimo Barrios y al Dr. Ramón Valdivia, que formaron parte de mi comité asesor y me honraron con su participación, por sus opiniones, orientación y tiempo dedicado a la presente investigación.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales

Nombre: Teresa Rosalía Venegas Hernández.

Fecha de nacimiento: 3 de septiembre de 1994.

Lugar de nacimiento: Asunción Ocotlán Oaxaca.

CURP: VEHT940903MOCNRR06

Profesión: Ingeniero en economía agrícola.

Cédula profesional: 11850903



Desarrollo académico

Preparatoria: Periodo 2009-2012 por la Universidad Autónoma Chapingo.

Licenciatura: Periodo 2013-2017 Licenciatura en ingeniero en economía agrícola por la Universidad Autónoma Chapingo.

RESUMEN GENERAL

El consumo de edulcorantes artificiales en México es complicado de medir, ya que se utilizan en combinaciones no explícitas en los productos de consumo; en el caso del azúcar, está se constituye como un producto básico y esencial para la alimentación de la población mexicana por su alto contenido energético. En la presente investigación se realizó la estimación de las elasticidades de la demanda y las flexibilidades de los precios para diversos endulzantes que integran una canasta básica simulada en consumidores mexicanos (miel azúcar, jarabe de maíz y piloncillo). Para estimar la estructura del gasto y el cálculo de las elasticidades de la demanda se utilizó el sistema casi ideal de demanda (AIDS) y para estimar las flexibilidades de los precios se usó el sistema inverso de demanda casi ideal (IAIDS). Los coeficientes de elasticidad precio propia estimados clasifican a los endulzantes como tres de los cuatro productos con demanda inelástica, mientras que los precios resultaron ser inflexibles a cambios en las cantidades. Las elasticidades gasto clasificaron al azúcar y el jarabe de maíz como bienes superiores, mientras que la miel y el piloncillo como bienes normales; para las flexibilidades de escala, el azúcar se comporta como bien de lujo mientras que la miel, el jarabe de maíz y el piloncillo se comportan como bienes necesarios.

Palabras clave: AIDS, IAIDS, edulcorantes, elasticidades, flexibilidades, miel.

x

ABSTRACT

DEMAND FOR HONEY AND OTHER SWEETENERS IN MEXICO (AIDS AND IAIDS MODEL): 1995-2019

The consumption of artificial sweeteners in Mexico is difficult to specify, since they are used in combinations not explicit in consumer products; in the case of sugar, is constituted as a basic and essential product for the food of the Mexican population because of its high energy content. In the present investigation, the demand elasticities and price flexibilities were estimated for various sweeteners that make up a simulated basic basket in Mexican consumers (sugar honey, corn syrup and piloncillo). The almost ideal demand system (AIDS) was used to estimate the structure of expenditure and the calculation of demand elasticities, and the near-ideal reverse system of demand (IAIDS) was used to estimate price flexibilities. The estimated own price elasticity coefficients classify sweeteners as three of the four products as inelastic goods, while prices were found to be inflexible. Spending elasticities classified sugar and corn syrup as superior goods, while honey and piloncillo as normal goods; for scale flexibilities, sugar behaves as luxury goods while honey, corn syrup and piloncillo behave as necessary goods.

Key words: AIDS, IAIDS, Sweetener, elasticities, flexibilities, honey.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 Antecedentes.

El mercado de los edulcorantes en México está cambiando, la estructura actual del consumo de azúcar y otros edulcorantes como los jarabes de maíz de alta fructosa y los edulcorantes bajos en calorías, es diferente a la que había hace tres décadas, cuando el azúcar prácticamente no tenía competencia. Ahora los jarabes de maíz y los edulcorantes de alta intensidad, como los que contienen aspartame, están desplazando al azúcar en un segmento importante de mercado (CONADESUCA, 2017a).

Los usos más comunes de los edulcorantes artificiales son en la industria de productos bajos en calorías, dietéticos o aptos para diabéticos, como bebidas light, repostería dietética, chicles, algunos alimentos procesados, etc. También se utilizan como azúcar de mesa para endulzar el café o cualquier otro elemento, como se haría normalmente con el azúcar (CONADESUCA, 2017b).

Por naturaleza, el ser humano tiende a ingerir sustancias de sabor dulce y salado, rechazando aquellos de sabor amargo y ácido. El consumo de azúcar se encuentra asociado a la demanda energética del organismo y paladear lo dulce produce placer, mientras que un alimento salado no produce el mismo efecto. Los edulcorantes son aditivos que proporcionan dulzura a los alimentos con la finalidad de incrementar dicho placer al comerlos. Dentro de los edulcorantes, aquellos compuestos (naturales o sintéticos) con un poder energético nulo o insignificante en comparación con la sacarosa, se les denominan edulcorantes de alta intensidad. Dichos edulcorantes, además de la sacarosa pueden clasificarse de acuerdo con dos factores comunes: el contenido calórico que aportan en el consumo y el origen del propio edulcorante (Santillán *et al.*, 2017).

Se entiende por edulcorante “aquellos aditivos utilizados para dar sabor dulce a los productos alimenticios y/o que son utilizados por sus propiedades edulcorantes” (Navarro, 2012)

Durán *et al.* (2013) mencionan que un edulcorante es un aditivo que proporciona dulzura a los alimentos con la finalidad de incrementar el placer al comerlo.

Los productos no calóricos o edulcorantes artificiales son sustitutos del azúcar, están elaborados de forma artificial e industrial, fabricados o procesados químicamente. Su valor principal es el de ser bajos en calorías o el de aportar muchísimo más dulzor que el azúcar, de modo que con una cantidad mucho menor se obtiene el mismo resultado, disminuyendo también así la ingesta de calorías (CONADESUCA, 2017c).

El patrón de consumo de edulcorantes a nivel nacional se concentra principalmente en el azúcar, y más recientemente en el jarabe de maíz rico en fructosa (JMRF) y los productos No Calóricos (NC) (CONADESUCA, 2017d).

En general, el consumo de edulcorantes artificiales es complicado de precisar, ya que se utilizan en combinaciones no explícitas en los productos de consumo. En el caso del azúcar, está se constituye como un producto básico y esencial para la alimentación de la población mexicana por su alto contenido energético (CONADESUCA, 2017e).

1.2 Planteamiento del problema.

El azúcar fue el edulcorante más consumido en el mundo hasta mediados del siglo XX. Sin embargo, en la actualidad, la población cada vez más evita su consumo, adoptando un papel activo a la hora de elegir los alimentos, llevando a su vez a que los fabricantes se involucren en el desarrollo de productos más sanos desde el punto de vista nutricional. Debido a la gran expansión que está experimentando actualmente el mercado de las bebidas bajas en calorías,

yogures, helados, dulces, cereales, gomas de mascar, edulcorantes de mesa e incluso en suplementos nutricionales, el mercado de los edulcorantes es de los más dinámicos dentro de los aditivos alimentarios (Santillán *et al.*, 2017).

Por lo anterior se necesita caracterizar de manera adecuada un sistema que se pueda aproximar para la caracterización del consumo de los principales edulcorantes que se consumen a nivel nacional, se puede decir que este no podrá ser muy certero debido a que la mayoría de los factores que influyen en este proceso son fenómenos naturales y que en su mayoría son difíciles de contabilizar de una manera adecuada y certera.

En la presente investigación se estimaron las elasticidades y flexibilidades precio propias de la demanda de la miel y otros edulcorantes en México para el periodo que corresponde de (1995-2020) aplicando el Sistema de Demanda Casi ideal AIDS (Almost Ideal Demand System) (Deaton y Muellbauer, 1980); y, el Inverso Sistema de Demanda Casi Ideal (Inverse Almost Ideal Demand System) (Moschini y Visa, 1992).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivos generales:

1. Estudiar la demanda de la miel como parte de una canasta básica compuesta por edulcorantes, compuesta por azúcar, jarabe de maíz rico en fructuosa (JMRF), piloncillo y miel, empleando el modelo AIDS para el cálculo de las elasticidades marshallianas y hicksianas, con la finalidad de analizar la estructura del gasto ante cambios en el precio de dichos productos.
2. Analizar la demanda de edulcorantes conformada por la miel, azúcar, jarabe de maíz rico en fructuosa (JMRF) y piloncillo, y los productos

seleccionados en la canasta, empleando un modelo de demanda inversa del modelo IAIDS.

1.3.2 Objetivos específicos:

a) Aplicar el modelo AIDS de forma linealizada por el índice de precios de Stone a la canasta de bienes descrita en esta investigación.

b) calcular las elasticidades precio propia y cruzadas Marshallianas para visualizar el comportamiento del consumo de los productos considerados ante un cambio en el precio.

c) calcular las elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas para observar las variaciones en la cantidad demandada de un bien cuando varía el precio de este.

d) Aplicar el modelo IAIDS de forma linealizada por el índice de cantidad de Stone para la estimación de la demanda de los edulcorantes.

e) Aplicar el modelo IAIDS con la finalidad de para estimar las flexibilidades de los precios, y estimar el efecto en los precios ante cambios en la cantidad de los productos.

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 Generales:

1. La canasta de edulcorantes que conforman esta investigación son considerados como un bienes con demanda inelástica debido a que, al cambiar su precio, no existe cambio alguno en el número de población que lo adquiere.

2. Los precios de la cesta de bienes estudiada son Inflexibles a cambios en las cantidades.

1.4.2 Específicas:

- a) Al cambiar el precio de cualquiera de los edulcorantes, estos no tienen cambios en el consumo debido a que son bienes con demanda inelástica.
- b) Cuando aumenta el precio de los edulcorantes no hay cambios en el gasto.
- c) Ante cambios en la producción nacional o importaciones los precios de los edulcorantes permanecen inflexibles.
- d) Ante cambios en la producción de los otros edulcorantes, el precio de la miel no cambia.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Aquí se presenta la situación actual de los productos que forman parte de la canasta básica de edulcorantes, ésta conformado por miel, azúcar, JMRF y el milenar piloncillo, al igual que una pequeña revisión de artículos científicos en los que se aplicaron los modelos utilizados (AIDS e IAIDS).

2.1 La miel

La miel es definida como una sustancia dulce, no fermentada, producida por las abejas (*Apis mellifera*) que recogen y procesan el néctar de las flores o de las secreciones de ciertas especies de plantas. Las abejas, transforman y combinan esta sustancia con otras específicas propias que finalmente almacenan y maduran en panales (Schencke, et al., 2016).

Los beneficios de la miel se conocen desde hace miles de años y ha sido utilizada en la antigüedad por su valor nutritivo y medicinal. Las primeras evidencias del consumo de la miel aparecen en pinturas rupestres del Mesolítico, unos 6.000 años A.C. y su uso como medicamento unos 2.500 años A.C. por los sumerios en Mesopotamia. Entre los usos médicos, desde la antigüedad la miel ha servido en el cuidado de heridas. Los antiguos egipcios, los asirios, los chinos, los griegos y los romanos utilizaban la miel para tratar heridas. En los papiros de Eberts y Smith, que datan de 1500 A.C. ya se aconsejaba tratar con miel las heridas. Hipócrates, en su obra "Consideraciones sobre el tratamiento de las heridas", recomienda curarlas con miel (Al-Waili et al., 2011; Tan et al., 2012; Eteraf-Oskouei & Najafi, 2013; Zbucnea, 2014; Jull et al., 2015).

A nivel mundial, México se encuentra entre los principales productores y exportadores de miel, contando con regiones que producen una clase de miel diferente: la Región Norte, Región de la Costa del Pacífico, Región del Golfo, Región del Altiplano y la Región Sureste. Y aunque la miel sin duda es el producto

principal que se obtiene de la apicultura, se procesan productos no menos importantes como el polen, jalea real, propóleos y veneno de abeja, los cuales son muy apreciados por su uso medicinal y en la elaboración de productos de belleza y cuidado de la piel. (CEDRSSA, 2019).

El consumo nacional de la miel mexicana se ha mantenido en un nivel bajo en comparación con algunos otros países, ya que según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO). Hasta el año 2017 el consumo anual per cápita promedio fue menos de 200 gramos, en comparación con algunos otros países como la República Centroafricana con un consumo per cápita de más de 3 kilos al año, Uruguay con un consumo de 1.8 kg por persona al año, mientras que Grecia se encontraba en tercer lugar en cuanto a consumo con un promedio de 1.6 kg por persona al año. (FAOSTAT, 2020).

La miel es un alimento nutritivo, saludable y natural producido por las abejas. Sus propiedades benéficas van más allá del uso como dulcificante, ya que es rico en sales minerales, enzimas, vitaminas y proteínas que le donan propiedades nutritivas y organolépticas únicas. En función de las condiciones ambientales, geográficas y climáticas, la miel puede variar en el contenido de polen y humedad relativa. La miel se produce en los cinco continentes y su consumo varía de un país a otro según la cultura y los hábitos alimentarios (FAO, 2020).

En la Tabla 1 se observan los valores nutricionales que aportan 100 gramos de miel, (FAO, 2020):

Tabla 1. Valores nutricionales de la miel por 100g.

MINERALES (mg)		VITAMINAS (mg)		ENERGÍA	
Sodio 1.6 – 17					
Calcio 3 – 31		Filoquinona 0.025			
Potasio 40 – 3,500		Tiamina 0.01			
Magnesio 0.7 – 13		Riboflavina 0.01 - 0.02			
Fósforo 2 – 15		Piridoxina 0.01 - 0.32		Carbohidratos 300 kcal	
Zinc 0.05 – 2		Niacina 0.10 – 0.20		Proteínas 0.5g	
Cobre 0.02 – 0.06		Ácido pantoténico		Grasas 0g	
Hierro 0.03 – 4		0.02 – 0.11			
Manganeso 0.02 – 2		Ácido ascórbico 2.2 –			
Cromo 0.01 – 0.3		2.5			
Selenio 0.002 – 0.01					
Fructuosa	Glucosa	Agua	Disocáridos	Otros azúcares	Otras sustancias
38%	31%	17%	8%	2%	4%

FUENTE: Elaboración propia con información de FAO, 2020.

Según los datos de FAOSTAT hasta el 2019, México se encontraba en el onceavo lugar como productor de miel en el mundo con más de 61.9 mil toneladas.

En México los mayores Estados productores de miel se encuentran en la parte sur del país, con información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2020) indicó que la producción de miel en 2019 fue 6.1% mayor al promedio de los últimos 10 años. Los 10 principales estados productores de miel se presentan en la Tabla 2:

Tabla 2. Principales estados productores de miel en México, 2019

ESTADO	PRODUCCIÓN (Miles de toneladas)
1.- Yucatán	9,810
2.- Campeche	7,520
3.- Jalisco	5,948.
4.- Chiapas	5,500
5.- Veracruz	4,798
6.- Oaxaca	4,668
7.- Q. Roo	3,255
8.- Puebla	2,477
9.- Guerrero	2,037
10.- Michoacán	2,029

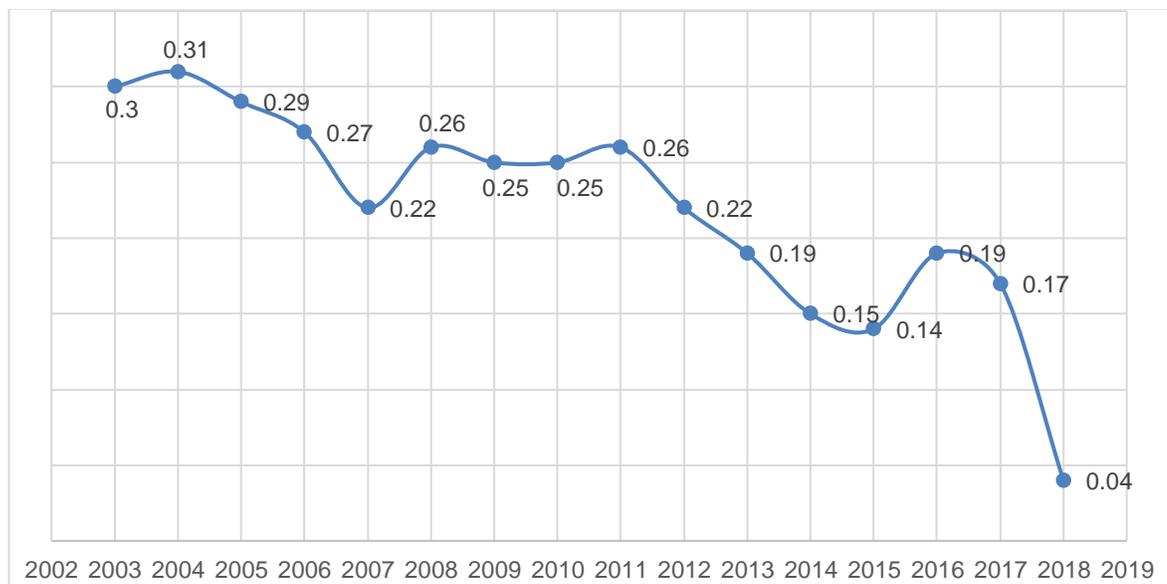
Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP, 2020.

Como se ha visto, México es un país muy importante para la generación de miel, desafortunadamente no se aprovecha el fácil acceso que se tiene de este producto porque que la mayoría de los habitantes se interesa más por los productos sustitutos.

Según la SADER la producción de miel depende principalmente del manejo integral de la colonia, la genética de abejas utilizadas y de las variantes climatológicas, para este último, la ocurrencia de heladas, sequías y huracanes, entre otros, afectan severamente la apicultura. (SADER, 2020).

En México hay gran diversidad en sabor, color, textura y origen floral de la miel. El color, olor y sabor de la miel está determinada por el tipo de flor, pero también tenemos mieles con sabores relacionados con la especie de abeja, por ejemplo, la miel de las *melliponas* presenta sabores más ácidos. (SADER, 2020).

En la Gráfica 1. Consumo per cápita de miel en México (Kg/año). se observa el comportamiento en el consumo per cápita de la miel en México del 2003 al 2017, en la cual podemos ver que ha ido disminuyendo su consumo, generando las incógnitas del ¿por qué? De dicho suceso.



Gráfica 1. Consumo per cápita de miel en México (Kg/año).

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2020.

2.2 El azúcar

La caña de azúcar, *Saccharum officinarum*, es utilizada en México fundamentalmente para la elaboración de azúcar, a través de la extracción del jugo de sus tallos. (SIAP, 2018).

La agroindustria de la caña de azúcar es una actividad que ha sido una importante fuente de ingresos para México desde hace cinco siglos (es decir, desde la Conquista). Es un cultivo cuyo procesamiento requiere de mucha mano de obra, por lo que representa una relevante fuente de empleo. (SIAP, 2013).

El proceso de producción del endulzante involucra primeramente la cosecha de la caña, misma que puede ser manual o mecánica; posteriormente, se trasladan los tallos a los ingenios donde pasan por tres o cuatro aplanadoras de acero, para extraer el jugo. Al residuo de los tallos exprimidos (fibra) se le conoce como “bagazo”, y se emplea, ya sea para hacer papel, o para generar fuego en las calderas dentro de los mismos ingenios. Una vez obtenido el néctar, se traslada por procesos de clarificación, evaporación, cocción, centrifugado y refinado, logrando con ello, el azúcar de caña que se conoce comúnmente. (SIAP, 2018).

Hasta el 2020 y según la información proporcionada por las agrupaciones de cañeros a nivel nacional, informaron que la agroindustria de la caña se ubica en 267 municipios rurales en donde habitan más de 13 millones de personas en 15 estados del país, lo que genera un motor económico y de desarrollo que representa el 2.6% del producto interno bruto manufacturero, el 13.8% del PIB agropecuario y el 11.6% del PIB en la industria alimentaria. (CONADESUCA, 2020).

El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) informó que Chiapas durante los últimos 10 años ha crecido su producción de caña de azúcar en un 12.55 por ciento, colocándose así en el cuarto lugar nacional con mayor cosecha. (CONADESUCA, 2020).

Según los datos del FAOSTAT el consumo promedio del azúcar se ha mantenido constante, la cual consta de 400 gramos de azúcar por persona al año, mientras

que en 2018 era de 410 gramos, sorpresivamente se observa una gran caída en el consumo de este producto (FAOSTAT, 2020).

2.3 Jarabe de maíz rico en fructuosa

Es un producto transparente y líquido, con notables propiedades de pureza, obtenido de la molienda húmeda del grano de maíz. Existen dos tipos de JMRF, de acuerdo al contenido de fructosa: el JMRF-42 y el JMRF-55. El JMRF-42 contiene 42% de fructosa, 53% de glucosa y 5% de otros azúcares como Maltosa y Dextrosa. El JMRF-55 contiene 55% de fructosa, 41% de glucosa y 4% de otros azúcares. Ambos pueden contener hasta un 20 % de agua (Kasangian, 2010).

La ingesta de azúcares fue muy baja hasta el siglo XVIII, pero con el desarrollo tecnológico y la industrialización en la extracción de azúcares, éste se convirtió rápidamente en un producto popular, inicialmente utilizado como edulcorante en té y café, luego su uso se extendió a otros productos como la pastelería. Ya en el siglo XX, los azúcares se convirtieron en uno de los principales constituyentes de la dieta (Tappy & Lê, 2010). A partir de la información generada por la industria, se estima que el consumo promedio de bebidas gaseosas endulzadas con fructosa, ha aumentado sostenidamente en los últimos años y es equivalente a 300 ml al día por persona, a nivel mundial (Crovetto & Uauy, 2010).

El jarabe de maíz es muy utilizado en productos industrializados por presentar bajo costo y un alto poder edulcorante, está presente en golosinas, pasteles y bebidas endulzadas, siendo el principal mecanismo de la ingesta excesiva de fructosa por la población (Tappy & Lê, 2010). Se considera que el alto consumo de fructosa libre (presente en bebidas endulzadas con JMRF) es un importante contribuyente a la "epidemia de la obesidad" (Glendinning et al., 2010).

2.4 El piloncillo

El piloncillo es considerado un endulzante natural proveniente de la concentración de los azúcares del jugo de caña. Es conocido como azúcar no centrifugado, por lo que el producto final está constituido por componentes esenciales de la caña de azúcar, como minerales, vitaminas, aminoácidos, proteínas y antioxidantes (De María, 2013).

La Comisión Internacional de Comercio de los Estados Unidos de América definió que el piloncillo contiene solamente micro-cristales anhédricos, con bordes irregulares, no visibles a simple vista los cuales están rodeados de melazas residuales y otros constituyentes de la caña de azúcar (United States International Trade Commission, 2014).

El piloncillo o “chancaca” proviene del náhuatl *chiancaca*, que significa “azúcar morena”. Es preparado a partir del jugo no destilado de la caña de azúcar. (SIAP, 2018).

El piloncillo o panela es un sólido, obtenido por la concentración de jugo de caña clarificado, y tradicionalmente comercializado en bloques de diferentes formas y tamaños (negro, café, trigueño, blanco, cono, tapón, cuadreta, pilón, pirinola, granulado, orgánico u otros). Este producto para el consumo directo y la industria de alimentos puede considerarse un edulcorante integral con los nutrimentos naturales derivados del jugo de caña de azúcar (Guerra & Mujica, 2010).

En 1493, en la época de la conquista de América por los españoles, durante el mestizaje culinario se introdujo el cultivo de la caña de azúcar. Junto con este nuevo cultivo llegaron los trapiches, la molienda y sus diferentes productos. En aquel periodo era la principal fuente endulzante para campesinos y habitantes del medio rural. Actualmente se necesitan en promedio entre 10 y 12 toneladas de caña de azúcar para obtener una de piloncillo, dependiendo de la humedad y

concentración de azúcares. Es importante recordar que es un edulcorante natural sin químicos añadidos. (SIAP, 2018).

Por sus ventajas de consumo, comparado con el azúcar común y el proceso de elaboración artesanal del piloncillo, resulta necesario el estudio de diversos factores socioeconómicos, ambientales y de competitividad directamente en el proceso (Martínez *et al.* 2016).

2.5 Demanda:

La demanda de mercado se puede definir como las cantidades alternativas de un bien o un servicio que todos los consumidores adquieren según cambie el precio en el mercado particular, permaneciendo constantes los demás factores determinante. Esta demanda total o de mercado es generada por la suma de las demás demandas individuales (Garcia Mata, Garcia Salazar, & Garcia Sánchez, 2003).

Según Paul Krugman el modelo de la oferta y la demanda explica el funcionamiento de un mercado competitivo; un mercado competitivo es aquel en el que hay muchos vendedores y compradores de un mismo bien. (Krugman & Wells, 2006).

La demanda del consumidor individual, es definida como las distintas cantidades de un producto específico que el consumidor está dispuesto y puede pagar por periodo según varíe su precio, permaneciendo constantes los demás factores determinantes de la demanda (Tomek & Robinson, 1982).

2.5.1 Elasticidades de la demanda

La mayor parte de las elasticidades de demanda comúnmente utilizadas se derivan de la función de demanda de Marshalliana $x(P_x, P_Y, I)$. En concreto, se utilizan las siguientes definiciones (Nicholson, 2005):

- a) Elasticidad precio de la demanda (e_x, p_x): Esto mide el cambio proporcional en la cantidad demandada en respuesta a un cambio proporcional en el precio propio de un bien. Matemáticamente:

$$e_x, p_x = \frac{\Delta x/x}{\Delta p_x/p_x} = \frac{\Delta x}{\Delta p_x} * \frac{P_x}{x} = \frac{\partial x}{\partial p_x} * \frac{P_x}{x}$$

- b) Elasticidad ingreso de la demanda (e_x, I): Esto mide el cambio proporcional en la cantidad demandada en respuesta a un cambio proporcional en la renta. En términos matemáticos:

$$e_x, I = \frac{\Delta x/x}{\Delta I/I} = \frac{\Delta x}{\Delta I} * \frac{I}{x} = \frac{\partial x}{\partial I} * \frac{I}{x}$$

- c) Elasticidad cruzada de la demanda (e_x, p_y): Esto mide el cambio proporcional en la cantidad de x requerida en respuesta a un cambio proporcional en el precio de algún otro bien (y):

$$e_x, p_y = \frac{\Delta x/x}{\Delta p_y/p_y} = \frac{\Delta x}{\Delta p_y} * \frac{P_y}{x} = \frac{\partial x}{\partial p_y} * \frac{P_y}{x}$$

Las elasticidades precio pueden ser derivadas de la ecuación de demanda marshalliana o la ecuación de la demanda Hicksiana. La ecuación de demanda marshalliana se obtiene de la maximización de la utilidad sujeta a la restricción presupuestaria, mientras que la ecuación de la demanda hicksiana se deriva de la resolución del problema dual de minimización del gasto a un nivel de utilidad determinado. Las elasticidades derivadas de la demanda marshalliana se llaman no compensadas o elasticidades Marshallianas, y la elasticidad de la demanda derivada de Hicks se llaman hicksianas o elasticidades compensadas (Nicholson, 2005).

2.5.2 Demanda marshalliana

La curva de demanda de Marshalliana resume la cantidad total de un bien demandado a cada precio posible. Los cambios en el precio inducen tanto efectos de sustitución como de renta que provocan movimientos a lo largo de la curva. Para un bien normal, $x_i = p_i > 0$ a lo largo de esta curva. Si los ingresos, los precios de otros bienes o las preferencias cambian, entonces la curva puede cambiar a una nueva ubicación (Nicholson, 2005).

2.5.3 Demanda hicksiana

La función de demanda Hicksiana nos dice cómo varía el consumo óptimo cuando varían los precios y/o el nivel de utilidad de referencia. La demanda compensada nos dice cómo variará el consumo del individuo suponiendo que la variación de precios no tiene efectos sobre la renta. En otras palabras, mide la variación en el consumo si *compensamos* al individuo por el efecto de la variación de los precios sobre su renta. Esta variación representa un desplazamiento a lo largo de la curva de indiferencia correspondiente al nivel de utilidad que el consumidor tiene como objetivo. De forma parecida, si mantenemos fijos los precios y por alguna razón el consumidor varía su objetivo de utilidad, la función de demanda compensada nos determinará un plan de consumo sobre una nueva curva de indiferencia. (Varian, 2010)

La curva de demanda compensada muestra la relación entre el precio de un bien y la cantidad comparada en el supuesto de que otros precios y la utilidad se mantienen constantes. La curva (que a veces se denomina curva de demanda "hicksiana" después del economista británico John Hicks) por lo tanto sólo ilustra los efectos de sustitución. Matemáticamente, la curva es una representación bidimensional de la función de demanda compensada. (Nicholson, 2005).

$$x = x^c(P_x, P_y, U)$$

Para un bien normal la curva de demanda compensada es algo menos sensible a los cambios de precios que la curva no compensada. Esto se debe a que esta última refleja tanto los efectos de sustitución como los efectos de renta de las variaciones de precios, mientras que la curva compensada refleja únicamente efectos de sustitución (Nicholson, 2005).

Como conclusión las curvas de demanda compensadas ilustran los movimientos a lo largo de una determinada curva de indiferencia por los precios alternativos. Se construyen manteniendo constante la utilidad y exhiben sólo los efectos de sustitución de un cambio de precio. Por lo tanto, su pendiente es inequívocamente negativa (Nicholson, 2005).

La elección entre utilizar curvas de demanda compensadas o no compensadas en el análisis económico es en gran medida una cuestión de conveniencia. En la mayoría de los trabajos empíricos, las curvas no compensadas (que a veces se denominan "curvas de demanda marshallianas") se utilizan porque los datos sobre precios e ingresos nominales necesarios para estimarlos están fácilmente disponibles. (Nicholson, 2005).

2.6 Modelos de demanda

El modelo Rotterdam junto con el modelo AIDS, se incluyen en la categoría más amplia de sistemas de demanda conocidas como Formas Funcionales Flexibles. Este modelo permite estimar simultáneamente ecuaciones de demanda de n bienes (Ruzo, *et al.*, 2005).

A diferencia del modelo AIDS, no asume una función de utilidad en particular o una proporción correspondiente del gasto a un producto en específico durante un periodo de tiempo. En lugar de eso, toma un promedio de la porción del presupuesto destinada al consumo del bien en cuestión en periodos de tiempo actuales y anteriores (Clark, 2006).

El modelo Rotterdam propuesto por Barten (1964) y Theil (1965) se puede expresar de la siguiente forma:

$$w_{it}dln(q_{it}) = \theta_i dln(Q_t) + \sum_j \pi_{ij} dln(p_{jt}) + \varepsilon_{it}$$

Donde w_{it} es la proporción del gasto destinado al producto i en el periodo t ; q_{it} es el consumo per cápita; θ_i es la propensión marginal a gastar en el bien i , y junto π_{ij} son los parámetros a estimar; $dln(Q_t) = \sum_i w_i dln(q_{it})$, es el índice Divisia, que en la ecuación es considerado como un índice representativo del cambio porcentual en el gasto total real; p_{jt} es el precio del producto j en el periodo de tiempo t , y ε_{it} es el término de error.

Al igual que el AIDS, las propiedades de la demanda de aditividad, homogeneidad y simetría son impuestas en el modelo. A pesar de las similitudes que guardan el modelo AIDS y Rotterdam, lo cual los hace preferibles para los investigadores, es pertinente destacar ciertas. Una diferencia es que la proporción del gasto-ingreso (w), así como los términos de Slutsky son asumidos como constantes, mientras que en el modelo AIDS se asumen como funciones de la proporción del ingreso. Lo que permite hacer ejercicios de predicción (Taljaard *et al.*, 2006).

2.6.1 Modelo AIDS

Las ecuaciones de demanda asociadas al modelo AIDS se representan en términos de participaciones del bien i en el gasto total. Este último calculado a partir de todos los bienes incluidos en el sistema de demanda. En el modelo AIDS w_i , la participación del bien i en el gasto total, queda descrita como:

$$W_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^n Y_{ij} \log p_{jt} + \beta_i \log \left(\frac{Y_t}{P_t} \right)$$

$$W_{it} = \alpha_i + \sum_j Y_{ij} \ln p_{jt} + \beta_i (\ln X - \ln P)$$

$$X = \sum_{i=1}^n p_i q_i$$

Siendo Y_t ó X el gasto en los n bienes y P_t un índice de precios definido de la siguiente forma:

$$\log P_t = \alpha_0 + \sum_{k=1}^n \alpha_k \log(P_{kt}) + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \gamma_{kj} \log(P_{kt}) \log(P_{jt})$$

$$\ln P = \alpha_0 + \sum_j \alpha_j \ln(P_j) + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \ln P_i \ln P_j$$

Como el índice de precio es no lineal en sus parámetros, es común utilizar una aproximación lineal de este índice de precio para hacerla más sencilla.

La ecuación es considerada como:

$$W_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^n Y_{ij} \ln p_{jt} + \beta_i \ln(Y_t/P_t) + u_{it} \quad (i = 1, 2, \dots, 5)$$

Donde $i, j = 1, 2, \dots, n$, n es el total de bienes en el subgrupo; $t=1, 2, \dots, T$. Donde T es el número total de observaciones en la muestra; w_{it} es la i -ésima proporción de gasto, es decir:

$W_{it} = p_{it} q_{it} / \sum_{j=1}^n p_{jt} q_{jt}$, p_j son los precios del bien j en el tiempo t ; β_i , α_i y Y_{ij} , son los parámetros a estimar, Y_t , es el gasto total en los n bienes; \ln denota logaritmo natural; y P es un índice de precios translog, cuyo algoritmo para expresar el modelo en ecuaciones lineales se define como:

$$\ln (P)_t = \sum_{j=1}^n W_{ij} \ln(P_{jt})$$

El Sistema Casi Ideal de Demanda surge como una alternativa a los modelos de Rotterdam y Translogarítmico, pero, con la característica de poseer simultáneamente las ventajas de los dos modelos (Deaton & Muellbauer, 1980).

El modelo AIDS (Deaton & Muellbauer, 1980) está definido por la siguiente ecuación:

$$w_i = \alpha_i + \sum_j Y_{ij} \log(P_j) + \beta_i \log(X/P) \dots \text{Ecuación 1}$$

donde: w_i = es la participación del i -ésimo bien en el gasto del grupo; α_i = son las ordenadas al origen; P_j = son los precios de los bienes en el grupo; Y_{ij} = son los coeficientes de los precios; β_i = son los coeficientes del gasto; X = es el gasto total en los bienes considerados; \log = denota logaritmo natural; y P = es un índice de precios Translog, cuyo logaritmo se define como:

$$\log P = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \log(P_k) + \frac{1}{2} \sum_k \sum_{\ell} \gamma^{k\ell} \log(P_k) \log(P_{\ell})$$

donde: P_k, P_{ℓ} = son los precios de los bienes en el grupo; α_0, α_k y γ^{ℓ} = son parámetros.

El modelo se considera como una aproximación de primer orden a la relación general entre $w_i, \log(X)$ y $\log(P_j)$. Bajo las siguientes restricciones paramétricas el modelo propuesto por Deaton y Muellbauer (1980), satisface las restricciones de la teoría de la demanda: aditividad, homogeneidad y simetría.

La aditividad requiere:

$$\sum_k \alpha_k = 1, \sum_k \beta_k = 0, \sum_k \gamma_{kj} = 0, (k = 1, 2, \dots, n)$$

La homogeneidad es satisfecha si y sólo si para toda j:

$$\sum_j \gamma_{jk} = 0$$

La simetría es satisfecha si:

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$$

El agregador de precios P de la Ecuación 1, puede ser reemplazado por un índice de precios, de tal manera que se obtiene un sistema de demanda lineal en la etapa de estimación. Deaton y Muellbauer (1980) proponen reemplazar P por el índice de precios Stone P^s , cuyo logaritmo se define como:

$$\log(P^s) = \sum_{i=1}^n w_{it} \log(P_{it})$$

Debido a que el índice Stone no satisface la propiedad de invariabilidad ante los cambios de unidad de medida, Moschini (1995) propone sustituir a P por el índice Tornqvist (PT) que es una aproximación discreta al índice Divisia:

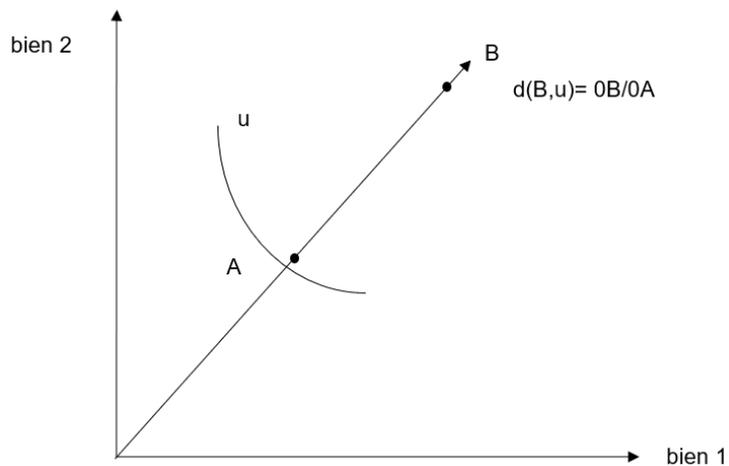
$$\log(P_t^T) = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (w_{it} + w_{io}) \log(P_{it}/P_{io})$$

En este modelo se pueden incluir variables no económicas como explicatorias de la demanda tales como, la edad, el género, y otras variables tipo dicótomas o ficticias (*dummy*) (Deaton & Muellbauer, 1980).

Algunos atributos deseables que tiene este modelo son: a) es una aproximación arbitraria de primer orden para cualquier sistema de demanda; b) satisface los axiomas de elección; c) cumple la condición de agregación sobre los consumidores; d) su forma funcional es consistente con los datos del gasto familiar y e) es fácil de estimar (Mdafri y Brorsen, 1993).

2.6.2 Modelo IAIDS

El modelo IAIDS parte de una representación alternativa de preferencias que es la función distancia (en forma breve esta muestra la cantidad por la cual todas las cantidades consumidas deben ser multiplicadas para alcanzar un cierto nivel de utilidad), esta proporción resulta de la división entre dos segmentos que se forman al tocar dos puntos sobre curvas de indiferencia distintas a lo largo de un rayo que parte del origen, al dividir estos dos segmentos resulta un escalar que nos indica en que monto deben reducirse o incrementarse las cantidades de los bienes para alcanzar una curva de indiferencia particular (Moschini y Visa, 1992).



Gráfica 2. Representación de la función Distancia para dos bienes

FUENTE: *Elaboración propia.*

Como se ilustra en la Gráfica 2. Representación de la función Distancia para dos bienes para dos bienes la función distancia $d(q, U)$ es definida implícitamente por $U\{q/d(q, u)\} = u$. La función distancia es la inversa de la función directa de utilidad $v(q)$ solo en el caso en que $d(q, u) = 1$, esto es:

$$u = v(q) \text{ si y sólo si } d(q, u) = 1.$$

La función distancia $U\{q/d(q, u)\} = u$ tiene las siguientes propiedades según Deaton y Muellbauer (1980):

1. $d(q, u)$ es no decreciente en q y decreciente en u .
2. $d(q, u)$ es linealmente homogénea en q .
3. $d(q, u)$ es cóncava en q .
4. $d(q, u)$ es continua en q y
5. La derivada de $d(q, u)$ respecto a q_i es $a_i(q, u)$ la demanda inversa compensada para el bien i , lo que es lo mismo que:

$$a_i(q, u) = \frac{\partial d(q, u)}{\partial q_i} = \pi_i$$

Donde:

q = un vector de bienes $q \times 1$.

U = un índice de utilidad o bienestar.

π_i = son los precios normalizados por el gasto en todos los bienes π_i/x , la derivada de la función distancia respecto a q_i da la demanda inversa compensada.

Moschini y Visa (1992), parten de una función distancia logarítmica dada en (1):

$$\ln D(u, q) = (1 - u) \ln a(q) + u \ln b(q) \quad (1)$$

La función distancia tiene las mismas propiedades que la función de gasto cuando se sustituyen precios por cantidades Eales, et. al. (1994), Moschini y Visa (1992), $\ln a(q)$ y $\ln b(q)$ se definen como funciones agregadas de cantidad Moschini y Visa (1992).

$$\ln a(q) = a_0 + \sum_j^n \alpha_j \ln q_j + \frac{1}{2} \sum_i^n \sum_j^n \gamma_{ij} * \ln q_i \ln q_j \quad (2)$$

$$\ln b(q) = \beta_0 \prod_{j=1}^n q_j^{\beta_j} + \ln a(q)$$

Donde $\ln a(q)$ es un índice cuadrático de cantidad y $\ln b(q)$ es un índice Cobb Douglas de cantidad. Sustituyendo las dos expresiones $\ln a(q)$ y $\ln b(q)$ de 2 y 3 en 1 y simplificando se tiene:

$$\ln D(u, q) = \ln a(q) - u \ln a(q) + U \beta_0 \prod_{j=1}^n q_j^{\beta_j} + u \ln a(q)$$

$$\ln D(u, q) = \ln a(q) + U \beta_0 \prod_{j=1}^n q_j^{\beta_j}$$

$$\ln D(u, q) = a_0 + \frac{1}{2} \sum_i^n \sum_j^n \gamma_{ij} * \ln q_i + \ln q_j + U \beta_0 \prod_{j=1}^n q_j^{\beta_j} \quad (4)$$

Diferenciando (3) $\ln d(u, q)$ con respecto a $\ln q_i$ se obtienen las proporciones del gasto w_i también llamadas las funciones de demanda inversas compensadas (por estar en función de $\ln q_i$).

$$\frac{\partial \ln D(q, u)}{\partial \ln q_i} = w_i = \alpha_i + \sum_j^n \gamma_{ij} \ln q_i + \beta_i U \beta_0 \prod_{j=1}^n q_j^{\beta_j} \quad (5)$$

Donde $\gamma_{ij} = 0.5 (Y^*_{ji} + Y^*_{ij})$

Para explicar la obtención de w_i en (5) se tiene que la propiedad número cinco de la función distancia señala que $\frac{\partial d(q,u)}{\partial q_i} = \pi_i$ donde π_i , son los precios normalizados por el gasto en todos los bienes p_i/x , la derivada de la función distancia respecto a q_i da la demanda inversa compensada Deaton (1980). Esto puede ser multiplicando ambos lados por $\frac{q_i}{d(q,u)}$ además si se recuerda que q es la canasta para la cual $v(q) = U$ entonces $d(q,u) = 1$ así se entenderá la obtención de w_i .

Por otro lado, el tercer término del lado derecho en 4 se obtiene de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \frac{\partial(U\beta_0 \prod_{j=1}^n q_j^{\beta_j})}{\partial \ln q_i} &= \frac{\partial(U\beta_0 \prod_{j=1}^n q_j^{\beta_j})}{\partial q_i/q_i} = \frac{\partial(U\beta_0 \prod_{j=1}^n q_j^{\beta_j})}{\partial q_i^{-1}} \\ &= \frac{(\beta_i U \beta_0 \prod_{j=1}^n q_j^{\beta_j} q_i^{\beta_j} \partial q_i^{-1})}{\partial q_i^{-1}} = \beta_i U \beta_0 \prod_{j=1}^n q_j^{\beta_j} \end{aligned}$$

La inversión de la función distancia en el óptimo da la función directa de utilidad que puede ser usada para eliminar U de 4 y obtener las ecuaciones de participaciones W_i .

$$U(q) = -\ln a(q) / \{\ln b(q - \ln a(q))\} \quad (6)$$

$$U(q) = \ln a(q) / \{\beta_i U \beta_0 \prod_{j=1}^n q_j^{\beta_j}\} \quad (7)$$

Así 5, 6 y 7 producen el sistema de funciones de demanda inversa denominado IAIDS por sus siglas en inglés (Inverse Almost Ideal Demand System), Sistema inverso de demanda casi ideal.

$$w_i = \alpha_i + \sum_j y_{ij} * \ln q_j - \beta_i \ln Q \quad \dots (8)$$

Donde $\ln Q$ es dado por:

$$\ln Q = \alpha_0 + \sum_j^n \alpha_j \ln q_j + \frac{1}{2} \sum_i^n \sum_j^n \gamma_{ij} \ln q_i \ln q_j \quad \dots (9)$$

La función distancia es homogénea de grado uno en q, por su parte las restricciones de homogeneidad y simetría pueden ser impuestas o contrastadas como restricciones paramétricas.

Las propiedades de las funciones de la demanda:

$$\text{Aditividad:} \quad \sum_i \alpha_i = 1 ; \quad \sum_i \gamma_{ij} = 0 ; \quad \sum_i \beta_i = 0$$

$$\text{Homogeneidad:} \quad \sum_j \gamma_{ij} = 0$$

$$\text{Simetría:} \quad \gamma_{ij} = \gamma_{ji}$$

La restricción de aditividad se impone al eliminar una ecuación antes de la estimación para evitar una matriz singular de covarianzas, los coeficientes de la ecuación excluida son estimados sobre la base de las restricciones de aditividad.

El modelo planteado en la expresión 8 como tal requiere de una estimación no lineal, por lo que es conveniente sustituir la ecuación 9 por un índice de cantidad que no dependa de parámetros desconocidos como el índice Stone de cantidad. Según Moschini y Visa (1992), la mayor ventaja de esta aproximación es la linealidad y es una buena forma de estimación del sistema verdadero Steen (2000). Jensen et. al (2003), y Jaffry et al (2005), coinciden en reemplazar el índice dado en 7 por otro de tal manera que $\ln Q^*$ construido para la estimación de las proporciones del gasto w_i sea una aproximación lineal del índice de cantidad que es un agregado geométrico, así, el conjunto de ecuaciones que resulta constituye una aproximación lineal del sistema IAIDS.

$\ln Q^*$ puede estar definido por alguno de los siguientes índices:

$$\ln Q^* = \sum_i^n w_{it} \ln q_i \quad \dots (10)$$

Que es el índice Stone de cantidad

$$\ln Q_t = \sum_i^n w^0_i \ln \left(\frac{q_{it}}{q_i^0} \right) \dots (11)$$

Índice de cantidad Stone versión Laspeyres

$$\ln Q_t = \frac{1}{2} \sum_i^n (w_{it} + w^0_i) \ln \left(\frac{q_{it}}{q_i^0} \right) \dots (12)$$

Índice de cantidad Stone versión Tornqvist

$$\ln Q_t = \sum_i^n w_{it} \ln \left(\frac{q_{it}}{q_i^0} \right) \dots (13)$$

w^0_i = proporción del gasto en el bien i en periodo base (puede ser la media).

q_i^0 = cantidad del bien i en el período base.

Eales y Unnevehr (1992), desarrollaron paralelamente a Moschini una versión para el sistema inverso de demanda, ellos tomaron una especificación del índice agregador Cobb-Douglas $\ln(b)$ con la diferencia de que el exponente de q_j con signo negativo ($-\beta_j$).

$$\ln a(q) = a_0 + \sum_j^n \alpha_j \ln q_j + \frac{1}{2} \sum_i^n \sum_j^n \gamma_{ij} * \ln \ln q_j \dots (2b)$$

$$\ln b(q) = \beta_0 \prod_{j=1}^n q_j^{-\beta_j} + \ln a(q) \dots (3b)$$

De esta manera llegan a:

$$w_i = a_i + \sum_j^n \gamma_{ij} \ln q_j + \beta_i \ln Q \dots (8b)$$

Donde $\ln Q$ es el mismo que en (9). Las flexibilidades que se obtienen de esta especificación son idénticas en monto y signo, sus fórmulas difieren en un signo respecto a las que se obtienen siguiendo a Moschini (1992), sin embargo, al

momento de estimar el signo se invierte por lo que los resultados son idénticos, estas se reportan en el Cuadro (4).

Si se pretende medir el bienestar con el sistema inverso definido en (8) se debe tomar en cuenta lo siguiente:

$$w_i = p_i q_i / \sum_i^n p_i q_i = \alpha_i + \sum_j^n \gamma_{ij} \ln q_j - \beta_i \ln Q \quad \dots (8)$$

Multiplicando (8) ambos lados por $\sum_i^n p_i q_i$ resulta lo siguiente:

$$p_i q_i = \sum_i^n p_i q_i (\alpha_i + \sum_j^n \gamma_{ij} \ln q_j - \beta_i \ln Q) \quad \dots (14)$$

Esta puede ser escrita como:

$$p_i q_i (1 - (\alpha_i + \sum_{j=1} \gamma_{ij} \ln q_j - \beta_i \ln Q)) = \sum_{j=1} p_j q_j (\alpha_i + \sum_{j=1} \gamma_{ij} \ln q_j - \beta_i \ln Q) \quad \dots (15)$$

Resolviendo 9 para p_i se tiene la curva de demanda:

$$p_i = \frac{\sum_{j=1} p_j q_j (\alpha_i + \sum_{j=1} \gamma_{ij} \ln q_j - \beta_i \ln Q)}{q_i (1 - (\alpha_i + \sum_{j=1} \gamma_{ij} \ln q_j - \beta_i \ln Q))} \quad \dots (16)$$

Diferenciando de 10 con respecto a q_i se tiene la pendiente de la función de demanda:

$$\frac{\partial p}{\partial q_i} = - \frac{(\alpha_i + \sum_{j=1} \gamma_{ij} \ln q_j - \beta_i \ln Q)}{(q_i)^2 (1 - (\alpha_i + \sum_{j=1} \gamma_{ij} \ln q_j - \beta_i \ln Q))} \quad \dots (17)$$

Si $(\alpha_i + \sum_{j=1} \gamma_{ij} \ln q_j - \beta_i \ln Q) > 1$ y $(1 - (\alpha_i + \sum_{j=1} \gamma_{ij} \ln q_j - \beta_i \ln Q)) < 0$ la pendiente de la curva de demanda será positiva de lo contrario si $0 < (\alpha_i + \sum_{j=1} \gamma_{ij} \ln q_j - \beta_i \ln Q) < 1$ y $(1 - (\alpha_i + \sum_{j=1} \gamma_{ij} \ln q_j - \beta_i \ln Q)) < 0$ la pendiente será negativa.

2.6.2.1 Flexibilidades en el modelo IAIDS

Según Eales y Unnevehr (1994), la interpretación se puede hacer de manera análoga a las elasticidades, la demanda por un bien es inflexible si a un incremento de 1% en el consumo del bien le sigue un decremento menor a 1% en la valoración marginal del bien consumido, esto es su precio normalizado (precio dividido por el gasto total en la canasta), los bienes son q-sustitutos si su flexibilidad precio cruzada es negativa y q-complementarios si es positiva.

La flexibilidad precio propia describe el cambio porcentual en el precio de un bien cuando la demanda de dicho bien se incrementa en 1%, considerando valores absolutos si la flexibilidad es menor que $|-1|$ el precio es inflexible si es mayor que $|-1|$ el precio es flexible. (Eales & Unnevehr, 1994).

La flexibilidad precio cruzada es definida como el cambio en el precio de un bien cuando la demanda de otro se incrementa en 1%, si la flexibilidad tiene valor negativo el bien es sustituto y si es positivo el bien es complementario; entre menor sea la flexibilidad precio cruzada los bienes serán perfectos sustitutos y entre mayor sea serán perfectos complementarios (Eales & Unnevehr, 1994).

La flexibilidad escala es el cambio porcentual en precios normalizados o valoración marginal de un bien cuando el consumo agregado de todos los bienes de la canasta cambia en 1%, si el valor de la flexibilidad escala en valor absoluto es menor que $|-1|$ los bienes se consideran como de lujo si el valor es mayor que $|-1|$ serán necesarios (Eales & Unnevehr, 1994).

Como los precios normalizados son proporcionales a la utilidad marginal si el consumo de todos los bienes de la canasta se incrementa (disminuye) en 1%, la utilidad marginal en los bienes necesarios disminuirá (crecerá) más que proporcionalmente (flexibilidad escala $>|-1|$) y en los bienes de lujo la utilidad marginal disminuirá (crecerá) menos que proporcionalmente (flexibilidad escala $<|-1|$) (Eales & Unnevehr, 1994).

2.6.2.2 Derivación de las flexibilidades en el modelo IAIDS.

Las Flexibilidades del sistema de demanda inverso casi ideal son derivadas según Eales & Unnevehr (1994) de la siguiente manera:

La i -ésima ecuación del IAIDS es:

$$w_i = a_i + \sum_j^n \gamma_{ij} \ln q_j - \beta_i \ln Q \quad \dots (1)$$

$$\ln Q = a_0 + \sum_j^n \alpha_j \ln q_j + \frac{1}{2} \sum_i^n \sum_j^n \gamma_{ij} \ln q_i \ln q_j \quad \dots (2)$$

Diferenciando respecto a $\ln q_j$

$$\frac{\partial w_i}{\partial \ln q_j} = Y_{ij} - \beta_i \frac{\partial \ln Q}{\partial \ln q_j} = Y_{ij} - \beta_i (Y_{ij} - a_i + \sum_k \gamma_{ik} \ln q_k)$$

Pero:

$$\frac{\partial w_i}{\partial \ln q_j} = \frac{\partial \ln(p_i q_i / x)}{\partial \ln q_j} = \frac{\partial (p_i) q_i}{\partial \ln q_j x} = \frac{\partial \ln p_i p_i q_i}{\partial \ln q_j x} = f_{ij} w_i$$

Lo cual implica para $i \neq j$

$$f_{ij} = \{\gamma_{ij} - \beta_i (a_i + \sum_k \gamma_{ik} \ln q_k)\} / w_i \quad \dots (3)$$

Para la Flexibilidad precio propia hay un segundo término:

$$\frac{\partial q_i}{\partial \ln q_i} \frac{1}{w_i} - \delta_{ij} \quad \dots (4)$$

Donde $\delta_{ij} = 1$, si $i = j$ y 0 de otra forma:

Para el modelo IAIDS esto da la siguiente formula de flexibilidad precio:

$$f_{ij} = -1 + \{\gamma_{ij} - \beta_i (a_i + \sum_k \gamma_{ik} \ln q_k)\} / w_i \quad \dots (5)$$

Si se sustituye el valor de $\ln Q$ por otro índice de cantidad para su aproximación lineal.

$$w_i = a_i + \sum_j^n \ln q_j - \beta_i \ln Q \quad \text{Donde} \quad \ln Q = \sum_i^n w_{it} \ln q_j$$

$$\frac{\partial w_i}{\partial \ln q_i} = \gamma_{ij} - \beta_i w_j \quad \text{(6)} \quad \text{y se aplica la definición general de flexibilidad obtenida en}$$

(4) entonces se tiene $f_{ij} = (Y_{ij} - \beta_i w_j) \frac{1}{w_i} - \delta_{ij}$ reordenando se tiene:

$$f_{ij} = \frac{\gamma_{ij}}{w_i} - \beta_i \left(\frac{w_j}{w_i} \right) - \delta_{ij} \quad \text{(7)} \quad \text{que es la flexibilidad precio no compensada. Donde}$$

$\delta_{ij} = 1$ si $i = j$ y 0 de otra forma.

Otra forma de obtener esta fórmula sería continuar de la expresión dada en 6:

$$\frac{\partial w_i}{\partial \ln q_i} = \gamma_{ij} - \beta_i w_j \quad \text{de aquí se tiene que } w_i = \frac{p_i q_i}{x} \quad \text{por lo tanto:}$$

$$\frac{\partial w_i}{\partial \ln q_j} = \frac{\partial (p_i q_i / x)}{\partial \ln q_j} = \frac{\partial (p_i)}{\partial \ln q_j} \frac{q_i}{x} = \frac{\partial \ln p_i}{\partial \ln q_j} \frac{p_i q_i}{x} = f_{ij} w_i = \gamma_{ij} - \beta_i w_j$$

Y como definimos en general a la flexibilidad como en **(4)** le agregamos el $(-\delta_{ij})$

a la expresión que se obtiene y entonces $f_{ij} = \frac{\gamma_{ij}}{w_i} - \beta_i \left(\frac{w_j}{w_i} \right) - \delta_{ij}$ **(7)**.

Para derivar la expresión correspondiente a la flexibilidad escala se considera lo siguiente:

Según Eales y Unnevehr (1994), para ser consistente con la teoría, las curvas de demanda ordinaria deben satisfacer la condición de homogeneidad, así como las relaciones de agregación de Cournot y Engel. Para las funciones inversas de demanda Anderson. (1980), muestra las expresiones análogas así si f_{ij} , f_i , y w_i son la flexibilidad precio cruzada no compensada, flexibilidad Escala y las proporciones o participaciones del gasto respectivamente, entonces las

flexibilidades deben satisfacer las siguientes relaciones de agregación y homogeneidad:

$$\sum_i^n f_{ij} = f_i \text{ Condición de homogeneidad ... (8)}$$

$$\sum_i^n w_i f_{ij} = -w_j \text{ Relación de agregación de Cournot ... (9)}$$

$$\sum_i^n w_i f_i = -1 \text{ Relación de agregación de Ángel ... (10)}$$

Así la flexibilidad Escala f_i se puede derivar de la condición de homogeneidad que señala que es la sumatoria sobre j de las flexibilidades precio cruzadas no compensadas f_{ij} por lo tanto:

$$f_i = \sum_j f_{ij} = \sum_j \left[\frac{\gamma_{ij}}{w_i} - \beta_i \left(\frac{w_j}{w_i} \right) - \delta_{ij} \right] = \sum_j -\delta_{ij} + \frac{\{\sum_j \gamma_{ij} - \beta_i \sum_j w_j\}}{w_i} = -1 - \frac{\beta_i}{w_i}$$

$$f_i = -1 - \frac{\beta_i}{w_i} \quad (11) \quad \text{Flexibilidad escala.}$$

Donde δ_{ij} es un delta Kronecker y para entender el resultado anterior debe recordarse que $\sum_j \gamma_{ij} = 0$ y $\sum_j w_j = 1$ por la restricción de aditividad y $\sum_j^n \gamma_{ij} = 0$ por homogeneidad.

Así como existen elasticidades compensadas para demandas ordinarias, la flexibilidad precio compensada puede ser definida para demandas inversas.

Antonelli (1886), derivó una relación para las demandas inversas. Si la demanda inversa compensada es denotada por $a_i(q, u)$ y la demanda inversa ordinaria es $i_i(q, \lambda)$ como función de las cantidades y la escala de consumo $\lambda = d(q, u)$ entonces $a_i(q, u) \equiv i_i(q, d(q, u))$ es una identidad.

Diferenciando con respecto a q_j se tiene:

$$\frac{\partial a_i(q, u)}{\partial q_j} = \frac{\partial i_i(q, \lambda)}{\partial q_j} - \pi_j \frac{\partial i_i(q, \lambda)}{\partial \lambda}$$

Según Eales, (1994) si se multiplican ambos lados por a_i/π_j se llega a la ecuación de Antonelli: $fi * j = f_{ij} - w_j f_j \dots$ **(11)**

Donde $fi * j$ es la flexibilidad precio compensada.

Esta expresión dice que la flexibilidad precio compensada es la suma de la flexibilidad no compensada más la proporción del gasto en el bien j por la flexibilidad escala del bien j .

Para encontrar la fórmula de la flexibilidad Hicksiana o compensada solo se sustituyen las fórmulas para las flexibilidades no compensadas y escala obtenidas en 7 y 11: $fi * j = \frac{\gamma_{ij}}{w_i} - \beta_i \left(\frac{w_j}{w_i}\right) - \delta_{ij} - w_j \left(-1 - \frac{\beta_i}{w_i}\right)$

$$fi * j = \frac{\gamma_{ij}}{w_i} - \beta_i \left(\frac{w_j}{w_i}\right) - \delta_{ij} + w_j + \beta_i \frac{w_j}{w_i}$$

Donde $\delta_{ij} = 1$, si $i = j$ o $\delta_{ij} = 0$ si $i \neq j$.

Simplificando se obtiene la fórmula para la flexibilidad compensada o hicksiana:

$$fi * j = \frac{\gamma_{ij}}{w_i} + w_j - \delta_{ij} \dots$$
 (12)

En la Tabla 1. Valores nutricionales de la miel por 100g. Tabla 3 se muestra un resumen de las flexibilidades obtenidas en pasos anteriores.

Tabla 3. Fórmulas para el cálculo de las flexibilidades

Versión Eales, 1994	Versión Moschini, 1992
---------------------	------------------------

Modelo	$w_i = a_i + \sum_j^n \gamma_{ij} \ln q_i + \beta_i \ln Q$	$w_i = a_i + \sum_j^n \gamma_{ij} \ln q_j + \beta_i \ln Q$
Flexibilidades no compensadas	$f_{i * j} = \frac{\gamma_{ij}}{w_i} + \beta_i \left(\frac{w_j}{w_i} \right) - \delta_{ij}$	$f_{i * j} = \frac{\gamma_{ij}}{w_i} - \beta_i \left(\frac{w_j}{w_i} \right) - \delta_{ij}$
Flexibilidades compensadas	$f_{i * j} = \frac{\gamma_{ij}}{w_i} + w_j - \delta_{ij}$	$f_{i * j} = \frac{\gamma_{ij}}{w_i} - w_j - \delta_{ij}$
Flexibilidades de escala	$f_i = -1 + \frac{\beta_i}{w_i}$	$f_i = -1 - \frac{\beta_i}{w_i}$

FUENTE: Eales, 1994 & Moschini, 1992.

2.7 Relación entre elasticidades y flexibilidades

Comúnmente los investigadores que realizan estimaciones de demanda piensan que las elasticidades y flexibilidades son una la inversa de la otra, Eales (1994), menciona que la inversa de la matriz de Elasticidades precio E_p es la matriz de flexibilidades F_p si la matriz de elasticidades es derivada de $d \ln q = E_p d \ln p$; si esta relación funcional es continuamente diferenciable uno a uno, entonces, es invertible $d \ln p = E_p^{-1} d \ln q = F_p d \ln q$, por lo que E_p y F_p son la inversa de la otra.

Sin embargo, Huang, k (1994), muestra que cuando se procede a la inversión de las matrices para lograr elasticidades o flexibilidades, partiendo de una para obtener la otra, se llegan a datos diferentes que contienen errores importantes al compararlos con las conseguidas directamente del modelo directo o inverso de demanda, según sea el caso; incluso, cuando se hace con una sola ecuación también se obtienen diferencias importantes (Huang, 1994), en dicho artículo Huang justifica por qué no es correcto obtener flexibilidades de elasticidades y viceversa por inversión. Menciona que las matrices de flexibilidades y elasticidades obtenidas con un buen procedimiento de funciones de demanda no son recíprocas la una de la otra porque los dos conjuntos de líneas de regresión

difieren unos de otros; en un sistema directo de demanda la suma de los residuales es minimizada a lo largo del eje de cantidades, mientras que en el sistema inverso de demanda la suma de los residuales se minimiza a lo largo del eje de los precios.

Al invertir la matriz de demanda se ignora la naturaleza estocástica de los estimadores estadísticos y se tratan como números exactos los parámetros estimados, por tanto, los resultados pueden ser inestables.

Las fórmulas de elasticidades (AIDS) y flexibilidades no compensadas son idénticas, solo difieren en su estimación ya que los parámetros β_i y γ_{ij} provienen de diferentes sistemas de demanda, unos en función de los precios y otros en función de las cantidades.

$$f_{ij} = \frac{\gamma_{ij}}{w_i} - \beta_i \left(\frac{w_j}{w_i} \right) - \delta_{ij} \text{ Flexibilidades no compensadas en un IAIDS.}$$

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\gamma_{ij}}{w_i} - \beta_i \left(\frac{w_j}{w_i} \right) - \delta_{ij} \text{ elasticidades no compensadas en un AIDS.}$$

En los cuadros 3 y 4 se muestran elasticidades provenientes de la estimación de un sistema de demanda casi ideal con los mismos datos del presente estudio definido como:

$$w_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^n \gamma_{jk} \ln(P_k) + \beta_i \ln(M/IP^T)$$

Donde IP^T es un índice de precios que para lograr la aproximación lineal del sistema puede ser el Stone, Torqvist o Divisia.

2.8 Estudios con aplicación del modelo AIDS

En este apartado se muestra la revisión de algunos estudios analizados, y que utilizan el modelo AIDS para sus investigaciones:

Martínez, Mora y Téllez (2016), plantearon como objetivo estudiar la demanda de carne de pavo como parte de una canasta compuesta por carne de res, pollo, cerdo y huevo, mediante un modelo AIDS; Y saber si la industria debe competir por el precio o gasto. Se utilizó un modelo de demanda casi ideal, para representar una asignación óptima de bienes a través de ecuaciones de participación de gasto en función de precios y gasto total real en la canasta elegida. Los resultados que se obtuvieron indican que la demanda de carne de pavo es inelástica con respecto al precio y es un bien normal, y que la respuesta al gasto es casi unitaria. El gasto es el factor más relevante en la demanda seguido del precio en menor grado.

García y Flores (2018), plantearon como objetivo analizar el impuesto de las gasolinas sobre la distribución del gasto familiar en bienes de consumo en México, mediante un modelo AIDS; Con el objetivo del estudio fue explicar el comportamiento de consumo de las familias y para predecir el impacto que un aumento en el precio de la gasolina tiene sobre el presupuesto familiar. Considerando 4 escenarios de precios simulando un impuesto sobre las gasolinas del 4%, 10%, 20% y 30%. Los resultados obtenidos explican que, al aumentar la edad y el nivel de ingreso, y al cambiar el lugar de residencia (estado de la república), el gasto en gasolinas disminuye. Aunque el ingreso tiene una relación positiva en el comportamiento del gasto de los distintos bienes de la canasta familiar; mientras que un aumento en el precio de las gasolinas afectará de manera negativa la proporción del gasto en otros bienes.

Kido-Cruz y Kido-Cruz (2010), estudiaron el comportamiento en la estructura de consumo en el mercado de carnes norteamericano para el periodo 1960 a 2005 (res, pollo y puerco) con el objetivo de entender el comportamiento de los hogares frente a cambios de precios e ingresos, mediante un modelo AIDS. Los resultados obtenidos demuestran que se ha presentado un cambio en la estructura del consumo de carne en el mercado norteamericano en donde las preferencias y

gustos por la carne de pollo aumentado mientras que las preferencias por el consumo de res disminuyeron; las elasticidades precio resultaron negativas. La carne de vacuno y de pollo presentan las demandas más elásticas, mientras que en el caso del puerco la demanda es relativamente inelástica.

Martínez *et al.* (2019), relacionaron el ingreso de la población y la demanda de carnes en México de 1980 a 2016, mediante un modelo AIDS. Los resultados obtenidos nos muestran que la carne de bovino, porcino y caprino son bienes normales necesarios, mientras que las elasticidades precio cruzadas muestran que la caída en el consumo de porcino no se debió al precio de la carne de res porque tienen un efecto sustitución muy débil. El precio de la carne de pollo es la que tiene un mayor efecto de sustitución sobre el consumo de porcino; Y el consumo de carne de pollo y ovino responden en mayor proporción a los cambios en el ingreso de la población.

Pérez *et al.* (2017), estimaron las elasticidades de la demanda Marshallianas y Hicksianas aplicado para 5 productos (maíz, sorgo, caña de azúcar, cebada y trigo), mediante la aplicación de un modelo AIDS. Los resultados obtenidos se observaron que la elasticidad del gasto indica que solo el maíz se comporta como un bien superior, mientras que la caña de azúcar, cebada, trigo y sorgo se comportan como bienes normales y, que los cinco productos tienen una demanda inelástica, sin embargo, el maíz es el único que mostró ser un bien superior, por lo que se requiere aumentar y redistribuir la producción de maíz.

Ramírez *et al.* (2011), estimaron las elasticidades de la demanda Marshallianas y Hicksianas para los diferentes productos mencionados, mediante el modelo de demanda AIDS. Donde su objetivo principal fue pronosticar cambios en la demanda, por lo que, ante un aumento del 10 % en los precios de los productos en estudio. La tortilla como complementaria con todos los cortes y con el huevo, las elasticidades gasto indican que los cárnicos y el huevo se establecen como bienes normales necesarios. En el caso de las elasticidades precio cruzadas:

bistec de bovino con cortes especiales de bovino, porcino y pollo entero, la otra combinación es cortes especiales con porcino.

Martínez y Vargas (2004), en la que su investigación realizada se basó la estimación de las elasticidades de la demanda para diversas frutas que integran una canasta de consumo característica del consumidor mexicano, para el gasto y las elasticidades se utilizó el modelo AIDS con el método de Stone y Divisia. Como objetivo de saber cuáles son los factores que conforman la canasta típica del consumidor mexicano. Las elasticidades Marshallianas y Hicksianas precio propias, las cruzadas y las del gasto obtenidas con el índice Stone y Divisia. Los resultados obtenidos fueron que los coeficientes de elasticidad precio propia estimados clasifican a las frutas analizadas como bienes inelásticos. En cuanto a la elasticidad del gasto, catalogan al mango y plátano como bienes normales y al melón y naranja como bienes superiores.

Miranda, Hernández y Retes (2019), estimaron las elasticidades de 5 frutos de exportación, con estas se estimaron cambios esperados en la demanda ante un cambio en la relación peso/dólar y la imposición de un arancel del 25%, esto usando el paquete estadístico SAS. Las demandas de los 5 productos resultaron inelásticas y complementarias, las demandas Hicksianas indicaron que todos los bienes presentan una demanda inelástica, las elasticidades del del gasto (el melón y la naranja se comportaronn como bienes superiores, mientras que el mango y el plátano como bienes normales). Se encontraron 2 tipos diferentes de elasticidades del gasto: bienes superiores (aguacate, limón, sandía y mango), inferiores (uva).

García y Alvarado (2018), estimaron las elasticidades precio de la demanda, precio cruzadas y de ingreso para grandes grupos de bienes y servicios en el Perú de 2004 al 2014 a partir de datos de encuestas de hogares, utilizando los modelos AIDS y QUAIDS. El uso del modelo AIDS se utilizó para evaluar la consistencia de los resultados. Mientras que los resultados obtenidos fueron que

los servicios de cuidado, conservación de la salud, transportes y comunicaciones, esparcimiento, diversión, servicios culturales, y servicios de enseñanza y otros constituyen bienes de lujo, aunque existe heterogeneidad en los resultados si se realiza un mayor nivel de desagregación.

De Jesús *et al.* (2019), estimaron las elasticidades de la demanda, marshallianas y hicksianas, para cinco oleaginosas con el objetivo de obtener algún indicio de las posibles repercusiones en las importaciones de estos productos ante una depreciación del peso mexicano frente al dólar, para lo cual se utilizó un modelo de tipo AIDS con el propósito de vislumbrar el posible impacto según a las elasticidades precio y gasto, compensadas y no compensadas, siendo este estudio realizado durante el periodo 1985-2013. Para los resultados obtenidos se observó que en las elasticidades precios propias, el algodón ($\varepsilon = -0.18$), la copra ($\varepsilon = -0.15$), el cártamo ($\varepsilon = -0.75$), y el girasol ($\varepsilon = -0.21$) revelaron tener una demanda inelástica, mientras que la demanda de soya resultó ser elástica ($\varepsilon = 1.21$). Además, las elasticidades precio cruzadas mostraron que el cártamo ($\varepsilon_{xy} = 0.01$) y el girasol ($\varepsilon_{xy} = 0.06$) se comportan como sustitutos de la soya.

Barrios, Martínez y Hernández (2019), realizaron la estimación y análisis de las elasticidades precio propias marshallianas, hicksianas y del gasto, de cinco productos de una canasta ovolactovegetariana, huevo, leche, papa, zanahoria y garbanzo, por medio de un sistema de demanda casi ideal (AIDS) para el periodo 1987-2016 con el método de ecuaciones aparentemente no relacionadas (SUR) y el índice de precios Stone. Los resultados que se obtuvieron demostraron que las elasticidades precio propias marshallianas y hicksianas de los productos pertenecientes a la canasta ovolactovegetariana presentan una demanda inelástica. Mientras que la elasticidad gasto muestra que el huevo, la zanahoria y el garbanzo se comportan como bienes superiores, mientras que la leche y la papa son bienes normales.

González *et al.* (2019), analizaron el consumo de cinco granos básicos en México (avena, cebada, maíz, sorgo y trigo) para el periodo 1980-2016, calcularon las elasticidades marshallianas, hicksianas y del gasto, con el método de ecuaciones aparentemente no relacionadas (SUR) para realizar la interpretación de éstas. De acuerdo con las elasticidades precio propias marshallianas, resultaron ser del signo esperado y menores a la unidad para todos los granos de la canasta seleccionada, con excepción de la cebada; estos productos presentan una demanda inelástica, con poca reacción al precio. La elasticidad gasto muestra que el trigo es un bien inferior, el maíz y la cebada son bienes superiores y la avena y el sorgo son bienes normales.

2.9 Estudios con aplicación del modelo IAIDS

A continuación, se muestra la revisión de artículos con la aplicación del modelo IAIDS.

Rentería *et al.* (2019), realizaron la estimación de las elasticidades de la demanda y las flexibilidades de los precios para diversas hortalizas que integraron en una canasta básica para el consumidor mexicano (brócoli, repollo, coliflor, pepino y lechuga). Los resultados que obtuvieron indicaron que los coeficientes de elasticidad precio propia estimados clasifican a las hortalizas analizadas como bienes inelásticos. En cuanto a la elasticidad del gasto, catalogan al brócoli, repollo y coliflor como bienes superiores y al pepino y la lechuga como bienes normales. Los coeficientes de flexibilidad precio propia estimados clasifican a las hortalizas como bienes inflexibles. Respecto a las flexibilidades de escala, se cataloga al brócoli, repollo, coliflor y lechuga como bienes de lujo, y al pepino como bien necesario.

Martínez y Hernández (2012), estimaron el efecto que tiene el incremento de importaciones en el precio del arroz, maíz, frijol, trigo y sorgo. En donde los resultados obtenidos indicaron que, en términos proporcionales, dicho efecto es

menor que uno, por tanto, una política de regulación de precios basada en importaciones resulta costosa en gasto.

Grant, Lambert y Foster (2010), desarrollaron un sistema de demanda inversa ajustada estacionalmente usando datos de importación mensual de Canadá y México junto con datos de envíos estatales de EE.UU. para abordar tanto la estacionalidad como la sustituibilidad del producto en el mercado del tomate fresco, esto quiere decir que se demostró que la inferencia con respecto a la sustituibilidad entre los tomates frescos de Estados Unidos, México y Canadá depende de si las variedades de tomate fresco están "en temporada". para lo anterior se encontró que el equilibrio del mercado y el grado de sustitución del producto se ven afectados por la estacionalidad y la disponibilidad del producto en el conjunto de opciones del consumidor.

Huang P. (2014) estudió la estructura de la demanda del mercado de cangrejos azules en la bahía de Chesapeake de 1994 - 2007. Los resultados empíricos mostraron comportamientos de mercado variables según la estación. Los resultados también indican la presencia de endogeneidad en el sistema de demanda. Este análisis muestra que es necesario tener en cuenta los efectos de políticas específicas en otras categorías, especialmente con la presencia de endogeneidad.

Galdeano y Jaén (2003) analizaron el consumo de hortalizas frescas en España considerando, en primer lugar, las relaciones dentro del agregado de frutas y hortalizas, y, en segundo lugar, llevando a cabo un análisis más específico de los productos hortícolas de consumo en fresco. El estudio se realizó a partir de los datos de consumo de productos hortofrutícolas para el período 1987-1999, elaborados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Los resultados obtenidos indicaron cómo las hortalizas y las frutas frescas como de bienes de lujo respecto a los mismos productos transformados. Del mismo modo, los productos frescos presentaron flexibilidades propias no compensadas más

bajas que los productos transformados, indicando la menor reducción del precio ante incrementos en la cantidad ofrecida o consumido.

Sheng-Ju y Jia-Jan (2018), centraron un modelo de estimación del sistema de demanda inversa de los frutos taiwaneses teniendo en cuenta los efectos de las fluctuaciones estacionales. Los ajustes del modelo se ajustaron de acuerdo con la verificación obtenida a partir de pruebas documentales. Las frutas taiwanesas las dividieron en cinco categorías, como plátanos, piñas, cítricos, melones y otras. Los resultados mostraron que la flexibilidad de escala y la flexibilidad de precios propios no compensados de cada categoría de fruta fue negativa, lo que era coherente con el requisito teórico. Los signos de una flexibilidad cruzada de precios no compensada resultaron mixtos, lo que revelaba que existían relaciones complementarias y de sustitución entre diferentes categorías de frutos. Los efectos de fluctuación estacional de los frutos existían en el sistema de demanda inversa.

2.10 Literatura citada

Al-Waili, N. S., Salom, K., Butler, G. & Al Ghamdi, A. A. (2011). Honey and microbial infections: a review supporting the use of honey for microbial control. *J. Med. Food*, 14,10, 1079-1096.

Anderson W., R. (1980). Some theory of inverse demand for applied demand analysis. *European Economic Review*, 14, 281-290.

Antonelli, G. (1886). The marginal revolution in economics: Interpretation and evaluation. Durham: Duke University Press.

BANXICO. (2020). Banco de México. Principales índices mensuales - (CP154). Consultado en <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?action=consultarCuadro&idCuadro=CP154&locale=es>

Barrios C. G., Martínez M.A., Hernández J. (2019). Sistema AIDS de canasta ovolactovegetariana (1987-2016), México. Estudios recientes sobre economía ambiental y agrícola en México, 1, 264-276.

Barten, A. P. (1964). Consumer Demand Functions under Conditions of Almost Additive Preferences. *Econometrica*, 32, 1-28, doi:10.2307/1913731.

Cámara de diputados. (2001). La agroindustria azucarera en México. *Centro de estudios de las finanzas públicas*, 34.

CEDRSSA. (2019). Las abejas y la apicultura. Consultada en http://www.cedrssa.gob.mx/post_la_n-abejas-n_y_la_apicultura_.htm

Clark G. (2006). Mexican Meat Demand Analysis: A Post-NAFTA Demand System Approach. Thesis of Master of Science in Agricultural and Applied Economics. Texas Tech University. Texas. 66 p.

CONADESUCA. (2017) Perspectiva del Azúcar de Caña frente a la inclusión de Edulcorantes Artificiales. Nota informativa. Consultado en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/201026/Nota_Febrero.pdf.

CONADESUCA. (2020). Concluye la zafra 2019/2020. Consultado en <https://www.gob.mx/conadesuca/prensa/concluye-la-zafra-2019-2020?idiom=es>

Coordinación general de ganadería. (2010). Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. *Claridades agropecuarias*, 199, 3-6. Consultado en <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/199/ca199-3.pdf>.

Crovetto, M. & Uauy, R. (2010) Cambios en el consumo aparente de nutrientes en el Gran Santiago 1988-1997 en hogares según ingreso y su probable relación con patrón de enfermedades crónicas no transmisibles. *Rev. Med. Chile*, 138(9):1091-108.

Deaton, A. & Muellbauer J. (1980). An almost ideal demand system. *The American Economic Review*, 70, 312–326.

Deaton, A. & Muellbauer, J. (2009), *Economics and consumer behavior*. U.S: Cambridge University Press.

De Jesús M., Barrios G., Álvarez Z., Hernández J. (2019). Impacto de una posible depreciación del peso mexicano en las importaciones mexicanas de oleaginosas. *Revista mexicana de agronegocios*, 44, (Año 23), 208-220.

De Maria, G. (2013) Panela: The natural nutritional sweetener. *Agro Food Industry Hi-Tech* 24,6,44-48

Durán, A. S., Cordon, A. K. y Rodríguez, N. M. P. 2013. Edulcorantes no nutritivos, riesgos, apetito y ganancia de peso. *Rev Chil Nutr*, 40(3), 309-314.

Eales, J. S. (1994). The Inverse Lewbel Demand System. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 19 (1),173-182.

Eales, J., Durham, C. & Wessells, C.R. (1997). Generalized Models of Japanese Demand for Fish. *American Journal of Agricultural Economics*, 79,1153-1163, doi:10.2307/1244272.

Eales, J. S. & Unnevehr, L. J. (1994). The Inverse Almost Ideal Demand System. *European Economic Review*, 38, 101-115, doi: 10.1016/0014-2921(94)90008-6.

FAO (Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura). (2020). Miel. Consultado en <http://www.fao.org/documents/card/es/c/ca4657es/>

FAOSTAT. (2020). Cosechas procesadas. Consultado en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QD>

FAOSTAT. (2020). Nuevos balances de alimentos. Consultada en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/FBS>

Galdeano G., E. & Jaén, G. M. (2003). Análisis del consumo de frutas y hortalizas en España: una aplicación del sistema de demanda inversa. *Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 198, 123-149.

García C., D. (2003). El Sistema Casi Ideal de Demanda: un estado del arte. *Ecos de Economía*, 16, 77-93.

García, J. M & Alvarado E., A. (2018). Estimación de elasticidades de demanda de bienes y servicios en Perú mediante los modelos AIDS y QUAIDS. *ResearchGate*, Paper No. 89992, 13, 1-25.

García M., R., García S., A. & García S., R. (2003). Teoría del mercado de productos agrícolas. México: Colegio de postgraduados.

García S., G & Flores A., Y. V. (2018). Impacto del impuesto al precio de las gasolinas sobre la distribución del presupuesto de consumo en las familias de México. *Multidiscip. Bus. Rev*, 11 (1), 27-40.

González J., A., Hernández O., J., Valdivia Á., R. & Cervantes L., J.O. (2019). Un sistema de demanda casi ideal (AIDS) aplicado a cinco granos en México. *Estudios recientes sobre economía ambiental y agrícola en México*, 1, 235-244.

Grant, J. H., Lambert, D.M. & Foster, K.A. (2010). A Seasonal Inverse Almost Ideal Demand System for North American Fresh Tomatoes. *Canadian journal of agricultural economics*, 58 (2), 215-234, doi: 10.1111/j.1744-7976.2009.01176.

Guerra, M. J. & Mujica, M. V. (2010). Physical and chemical properties of granulated cane sugar" panelas". *Food Science and Technology (Campinas)*, 30(1), 250-257, doi: 10.1590/S0101-20612010005000012.

Hayes, D. J., Wahl, T. I. and Williams G. (1990), Testing Restrictions on a Model of Japanese Meat Demand, *American Journal of Agricultural Economics*, 72, 556-66.

Huang K. S. (1994) A further Look at Flexibilities and Elasticities. *American Journal Agricultural Economics*, 76, 313-317.

Huang, P. (2014). An Inverse Demand System for Blue Crab in the Chesapeake Bay: Endogeneity and Seasonality. *Agricultural & Applied Economics Association's*, 1-30, doi: 10.22004/ag.econ.169827.

INEGI (Instituto nacional de estadística y geografía). (2015). Estadísticas históricas de México 2014: 12. Industrias manufactureras.

Jaffry, S., Taylor, G. & Pascoe, S. (2005). An inverse demand system for fish species in Spain. Centre for the Economics and Management of Aquatic Resources (CEMARE), 2.

Jensen, F. Nielsen, M. & Roth, E. (2003) Application of the Inverse Almost Ideal Demand System to Welfare Analysis. Dinamarca: University of Southern Denmark.

Kasangian, J. H. (2010). Jarabe de maíz de alta fructose y su relación con la obesidad. Consultado 13-09-2015 en <http://www.intramed.net/contenido/ver.asp?contenidoID=67306>

Kido C., A. & Kido C., M. T. (2010). Estimación de un modelo de demanda casi ideal para determinar cambios en la estructura de consumo de carnes en los Estados Unidos de América. *CIMEXUS (Revista nicolaita de políticas públicas)*, 5 (2), 47-57.

Krugman P., Wells R. (2006). *Microeconomía*, Barcelona, España:Editorial Reverté.

Martínez D., M. A. & Hernández O., J. (2012). Importaciones de granos básicos y precio interno en México: un enfoque de sistema de demanda inverso. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 9 (4), 401-410.

Martínez D., M. Á., Mora F., J. S. & Téllez D., R. (2016). Demanda por carne de pavo: efecto precio o efecto gasto. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 19 (2), 139-144.

Martínez D., M. Á. & Vargas O., J. A. (2004). Un sistema de demanda casi ideal aplicado a once frutas en México (1960-1998). *Revista fitotecnia mexicana*, 27 (1), 367-375.

Martínez G., E., Muñiz M., D., Reyes L., C., Morales V., I., & Wong P., J. (2016). Estudio de los factores que influyen en la producción de piloncillo de caña de azúcar. *Agronomía Colombiana*, 34(1), S668-S669.

Martínez L. D. & Caamal C., I. (2019). Impacto de los cambios en el ingreso sobre la demanda de carnes en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10 (3), 510-522.

Mdafri, A. y B. W. Brorsen. (1993). Demand for red meat, poultry, and fish in Morocco: an almost ideal demand system. *Agricultural Economics*, 9(2), 155-163. doi:10.1016/0169-5150(93)90010-A.

Miranda M., A., Hernández O., J. & Retes M., R. F. (2019). Efecto de un arancel y depreciación del peso en las exportaciones de frutas mexicanas aplicando un sistema de demanda casi ideal (AIDS). *EconomíaUNAM*, 17 (49), 136-146, doi: 10.22201/fe.24488143e.2020.49.511.

Moschini, G. (1995). Units of measurements and the Stone index in demand system estimation. *Am J Agr Econom*, 77, 63-68.

Moschini, G. & A. Vissa (1992). A Linear Inverse Demand System. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 17: 294-302.

Navarro, M. (2012). Aspectos Bromatológicos y Toxicológicos de los edulcorantes. En M. Repetto, & C. A.M. (Edits.), *Toxicología Alimentaria* (págs. 475-497). España: Díaz de Santos.

Nicholson, W. & Snyder, C. (2005). *Microeconomic theory: Basic principles and extensions* (10th ed). US: South Western.

Organización de las naciones unidas (ONU – FAO). (2016). *Las abejas: un indicador para comprobar la salud de los ecosistemas agrícolas*, Inforural, México. Consultado en <http://www.fao.org/news/story/es/item/415604/icode/>.

Park, H. & Thurman, W. (1999). On Interpreting Inverse Demand Systems: A Primal Comparison of Scale Flexibilities and Income Flexibilities. *American Journal of Agricultural Economics*, 81, 950-958.

Pérez F. A., Rivas M., M., Camaal C., I. & Martínez L., D. (2017). La producción de bioetanol y su impacto en el precio de productos agrícolas en México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 4 (12), 597-602.

Ramírez T., J., Martínez D., M. A., García M., R, Hernández G., A. & Mora F., J.S. (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) 39-51.

Ramos Á., M., Barrios P., G., Hernández Á., Z. & Hernández O., J. (2019). Impacto de una posible depreciación del peso mexicano en las importaciones mexicanas de oleaginosas. *Revista mexicana de agronegocios*, 44, 208-220.

Rentería G., I., Hernández O., J. & Valdivia A., R. (2019). Un sistema de demanda casi ideal (AIDS) y un sistema inverso de demanda casi ideal (IAIDS) aplicado a cinco hortalizas en México (1980-2007). *Estudios recientes sobre economía ambiental y agrícola en México*, 1, 287-302.

Ruzo S., E., Losada P., F & Barreiro, J. M. (2005). Análisis competitivo del mercado a través del modelo Rotterdam: una aplicación empírica al mercado de pan de molde. *Revista Española de Investigación de Marketing*, 9(2), 127-163.

SADER. (2020). La miel mexicana va endulzando el mundo. Consultado en <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-miel-mexicana-va-endulzando-el-mundo?idiom=es>

SADER. (2020). Yucatán se encuentra entre los principales productores de miel del país. Consultado en <https://www.gob.mx/agricultura/yucatan/articulos/yucatan-se-encuentra-entre-los-principales-productores-de-miel-del-pais?idiom=es>

Santillán F. A., García C., L. R., Vázquez B., N., Santoyo C., V.H., Melgar M., M., Pereira, W., Larrahondo A., J.E. & Merino G. A. (2017). Impacto de la sustitución del azúcar de caña por edulcorantes de alta intensidad en México. Chapingo, Estado de México. México: Universidad Autónoma Chapingo. Consultado en <http://ciestaam.edu.mx/publicaciones2018/libros/edulcorantes.pdf>

Schencke, C., Vázquez, B., Sandoval, C. & Del sol, M. (2016). El rol de la miel en los procesos morfofisiológicos de reparación de heridas. *Int. J. Morphol.*, 34(1), 385-395. Consultado en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v34n1/art56.pdf>

Sheng-Ju, H. & Jia-Jan, L. (2018). Verification of seasonal fluctuation effects of fruits in the inverse demand system: the evidence from Taiwan. *Asian Journal of Economic Modelling*, 6 (1), 74-82.

SIACON. (2021). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. 1995-2019. Consultado en <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>.

SIAP. (2013). Azúcar que endulza mi vida. Consultado en: <http://siaprendes.siap.gob.mx/contenidos/3/03-cana-azucar/contexto-3.html>

SIAP. (2018). La producción de caña de azúcar supera los 55 millones de toneladas en 2018. Consultado en <https://www.gob.mx/siap/articulos/la-produccion-de-cana-de-azucar-supera-las-55-millones-de-toneladas-en-2018?idiom=es>

SIAP. (2018). Piloncillo: endulzante artesanal que conquista el paladar. Consultado en <https://www.gob.mx/siap/articulos/piloncillo-endulzante-artesanal-que-conquista-el-paladar?idiom=es>

SIAP. (2020). Producción mensual agrícola. Consultado en https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/

SNIIM. (Sistema nacional de información e integración de mercados). (2008). Precio de Ingredientes para la formulación de raciones. Consultado en http://www.economia-sniim.gob.mx/SNIIM-Pecuarios-Nacionales/e_Ing.asp?pag=1&prod=0&origen=0&del=&al=&mes=07&anio=2008&RegPag=25

SNIIM. (Sistema nacional de información e integración de mercados). (2021). Promedio del Precio Frecuente Mensual en Centrales de Abasto. Precio del azúcar. Consultado en <http://www.economia->

sniim.gob.mx/AzucarAnualPorMes.asp?Cons=D&prod=T&AnioZafCal=Zaf&Anio=2000&Formato=Nor&submit=Ver+Resultados

Steen, M. (2000) Price-Quantity Relationships in the Market for Cut Flowers- Application of an inverse almost ideal demand system Discussion Paper #D-20/2000 Department of Economics and Social Sciences Agricultural. Noruega: University of Norway.

Taljaard, P.R., Alemu, Z. G. & Van Schalkwyk, H.D. (2006). A linearized Almost Ideal Demand System (LA/AIDS) estimation of the demand for meat in South Africa. Consultado en <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/19088/1/cp03ta01.pdf>

Tappy, L. & Lê, K. A. (2010) Metabolic effects of fructose and the worldwide increase in obesity. *Physiol. Rev.*, 90(1):23-46

Tappy, L.; Randin, J. P.; Felber, J. P.; Chiolero, R.; Simonson, D. C.; Jequier, E. & DeFronzo, R. A. (1986) Comparison of thermogenic effect of fructose and glucose in normal humans. *Am. J. Physiol.*, 250(6 Pt. 1): E718-24.

Theil, H. (1975). *Theory and Measurement of Consumer Demand*. Amsterdam: North-Holland,1.

Tomek, L. & Robinson, J. (1982). *Agricultural, Product, Prices*. US: Cornell University.

Trade map. (2020). Lista de los mercados proveedores para un producto importado por México. Consultado en http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=3|484|||0409||4|1|1|1|2|1|2|1|1

United States International Trade Commission. (2014). *Harmonized Tariff Schedule of the United States*. USITC Publication 4446, 1989, 1-3536.

Varian H., R. (2010). *Análisis Microeconómico*. España: Antoni Bosch editor, 113-133.

Varian H., R. (2013). *Microeconomía intermedia - Un enfoque actual*. University of California, Berkeley: Antoni Bosch.

Zbucheá, A. (2014). Up-to-date use of honey for burns treatment. *Ann Burns Fire Disasters*, 27(1), 22-30.

3. ARTÍCULO CIENTÍFICO

LA DEMANDA DE LA MIEL Y OTROS EDULCOLORANTES EN MÉXICO (MODELO AIDS E IAIDS): 1995 -2019

Teresa Rosalía **Venegas Hernández**¹

Juan **Hernández Ortiz**²

Gerónimo **Barrios Puente**³

Ramón **Valdivia Alcalá**⁴

RESUMEN

En México los edulcorantes han cobrado relevancia en los últimos años ya que es más común verlos presentes en alimentos de consumo humano, mismo que ha provocado un incremento tanto en su producción como en su consumo, posicionándolo por arriba de los endulzantes agrícolas como lo son la miel y el azúcar. En la presente investigación se realizó la estimación de las elasticidades de la demanda y las flexibilidades de los precios para diversos edulcorantes que integran una canasta básica para el consumidor mexicano (miel azúcar, jarabe de maíz y piloncillo). Para estimar la estructura del gasto y el cálculo de las elasticidades de la demanda se utilizó el sistema de demanda casi ideal, y para estimar las flexibilidades de los precios se usó el sistema inverso de demanda casi ideal. Los coeficientes de elasticidad precio propia estimados clasifican al piloncillo como bien con demanda elástica, y a los otros 3 bienes con demandas inelásticas. En cuanto a las elasticidades gasto catalogan al azúcar y el jarabe de maíz como bienes superiores, mientras que la miel y el piloncillo como bienes normales. Los coeficientes de flexibilidad precio propia clasifican a los edulcorantes como bienes inflexibles. Respecto a las flexibilidades de escala, se cataloga al azúcar como bien de lujo, mientras que la miel, el jarabe de maíz y el piloncillo como bienes necesarios.

Palabras clave: Miel, edulcorante, elasticidad, flexibilidad, modelo AIDS, modelo IAIDS.

¹División de Ciencias Económico Administrativas-Universidad Autónoma Chapingo. (rosaliateresa3@gmail.com). ²División de Ciencias Económico Administrativas-Universidad Autónoma Chapingo (jhdzo@yahoo.com). ³División de Ciencias Económico Administrativas-Universidad Autónoma Chapingo (gbarriospuente55@gmail.com). ⁴División de Ciencias Económico Administrativas-Universidad Autónoma Chapingo (ramvaldi@gmail.com)

THE DEMAND FOR HONEY AND OTHER SWEETENERS IN MEXICO (AIDS AND IAIDS MODEL): 1995-2019

Teresa Rosalía Venegas Hernández¹

Juan Hernández Ortíz²

Gerónimo Barrios Puente³

Ramón Valdivia Alcalá⁴

ABSTRACT

In Mexico, sweeteners have gained importance in recent years since it is more common to see them present in food for human consumption, which has led to an increase in both production and consumption, placing it above agricultural sweeteners such as honey and sugar. In the present investigation, the demand elasticities and price flexibilities were estimated for various sweeteners that make up a basic basket for the Mexican consumer (sugar honey, corn syrup and piloncillo). The near-ideal demand system was used to estimate the structure of expenditure and the calculation of demand elasticities, and the near-ideal reverse demand system was used to estimate price flexibilities. The estimated own price elasticity coefficients classify the piloncillo as elastic, and the other 3 goods as inelastic. In terms of spending elasticities, they list sugar and corn syrup as superior goods, while honey and piloncillo as normal goods. Own price flexibility coefficients classify sweeteners as inflexible goods. Regarding scale flexibilities, sugar is classified as luxury goods, while honey, corn syrup and piloncillo are necessary goods.

Key words: Honey, sweetener, elasticity, flexibility, AIDS model, IAIDS model.

¹División de Ciencias Económico Administrativas-Universidad Autónoma Chapingo. (rosaliateresa3@gmail.com). ²División de Ciencias Económico Administrativas-Universidad Autónoma Chapingo (jhdzo@yahoo.com). ³División de Ciencias Económico Administrativas-Universidad Autónoma Chapingo (gbarriospuente55@gmail.com). ⁴División de Ciencias Económico Administrativas-Universidad Autónoma Chapingo (ramvaldi@gmail.com)

INTRODUCCIÓN

Los edulcorantes naturales han tenido una marcada preferencia desde épocas ancestrales, entre ellos se encuentran la miel de caña, la miel de abejas, el azúcar de caña o remolacha azucarera, la panela, entre otros. Pese a la importancia del sector azucarero en el país, el mercado de los edulcorantes en México está cambiando; la estructura actual del consumo de azúcar y otros edulcorantes, como los jarabes de maíz de alta fructosa (JMRF) y los edulcorantes bajos en calorías es diferente a la que había hace tres décadas, cuando el azúcar prácticamente no tenía competencia. (Santillán, *et al.*, 2017).

El patrón de consumo de edulcorantes a nivel nacional se concentra principalmente en el azúcar, y más recientemente en el jarabe de maíz rico en fructosa (JMRF) y los productos No Calóricos (NC). Los productos no calóricos o edulcorantes artificiales son sustitutos del azúcar, y están elaborados de forma artificial e industrial, fabricados o procesados químicamente. Su valor principal es el de ser bajos en calorías o el de aportar muchísimo más dulzor que el azúcar, de modo que con una cantidad mucho menor se obtiene el mismo resultado, disminuyendo también así la ingesta de calorías (CONADESUCA, 2017).

Según la Real Academia Española (RAE) se define azúcar como una sustancia cristalizada utilizada para endulzar. En cambio, un edulcorante es aquella sustancia que endulza los alimentos, bebidas o medicamentos, ya sea de origen natural (como la miel o el azúcar) o sintético. Por tanto, la finalidad tanto del azúcar como de los edulcorantes es la misma, endulzar cualquier alimento.

Los edulcorantes ayudan a reducir el consumo de azúcares en los alimentos y ayudan a frenar la obesidad, por lo que en ocasiones la población está más dispuesta a consumir este tipo de alimentos para evitar enfermedades, aunque de igual manera no se considera a la miel como el principal sustituto de los azúcares, ya sea por la falta de conocimientos de los beneficios que aportan a la salud siendo este un producto agrícola, por la falta de cultura o por el precio de este producto.

El AIDS se ha utilizado con mayor frecuencia en México para estimar parámetros básicos de elasticidades de productos agrícolas, principalmente para estimar las elasticidades de la demanda de frutas y hortalizas en México, y para determinar las elasticidades precio, propias, cruzadas y del gasto.

De Jesús *et al.* (2019), aplicaron el sistema AIDS a las importaciones mexicanas de cinco oleaginosas en el periodo de 1985-2013, para estimar las elasticidades de la demanda, marshallianas y hicksianas para las cinco oleaginosas, los resultados obtenidos se observó que en las elasticidades precios propias, el algodón ($\varepsilon = -0.18$), la copra ($\varepsilon = -0.15$), el cártamo ($\varepsilon = -0.75$), y el girasol ($\varepsilon = -0.21$) revelaron tener una demanda inelástica, mientras que la demanda de soya resultó ser elástica ($\varepsilon = -1.21$). Además, las elasticidades precio cruzadas mostraron que el cártamo ($\varepsilon_{xy} = 0.01$) y el girasol ($\varepsilon_{xy} = 0.06$) se comportan como sustitutos de la soya.

Por otra parte, (Barrios *et al.*, 2019) realizaron un estudio similar en el cual estiman un modelo de demanda casi ideal en la cual estiman y analizan las elasticidades precio propias de cinco productos de una canasta ovolactovegetariana, huevo, leche, papa, zanahoria y garbanzo. Los resultados que se obtuvieron demuestran que las elasticidades precio propias marshallianas y hicksianas de los productos pertenecientes a la canasta ovolactovegetariana presentan una demanda inelástica. Mientras que la elasticidad gasto muestra que el huevo, la zanahoria y el garbanzo se comportan como bienes superiores, la leche y la papa son bienes normales.

De igual manera para el modelo IAIDS se ha utilizado para los mismos estudios que el modelo AIDS, pero para estimar las flexibilidades de los precios de los productos.

Rentería *et al.* (2019), aplicaron el sistema inverso de demanda a cinco hortalizas en México, para el periodo (1980-2007), para estimar las elasticidades de la demanda y las flexibilidades de los precios. Los resultados que obtuvieron indicaron que los coeficientes de elasticidad precio propia estimados clasifican a las hortalizas analizadas como bienes inelásticos. En cuanto a la elasticidad del gasto, catalogan al brócoli, repollo y coliflor como bienes

superiores y al pepino y la lechuga como bienes normales. Los coeficientes de flexibilidad precio propia estimados clasifican a las hortalizas como bienes inflexibles. Respecto a las flexibilidades de escala, se cataloga al brócoli, repollo, coliflor y lechuga como bienes de lujo, y al pepino como bien necesario.

Martínez y Hernández (2012) estimaron el efecto que tiene el incremento de importaciones en el precio del arroz, maíz, frijol, trigo y sorgo. En donde los resultados obtenidos indicaron que, en términos proporcionales, dicho efecto es menor que uno, por tanto, una política de regulación de precios basada en importaciones resulta costosa en gasto.

Por lo descrito anteriormente, en la presente investigación se realizó la búsqueda de factores que determinan el consumo nacional de los cinco edulcorantes que conforman la canasta seleccionada para el consumidor mexicano. Uno de los objetivos principales fue el de estudiar la demanda de la miel como parte de una canasta básica compuesta por edulcorantes conformada por el azúcar, jarabe de maíz, piloncillo y miel, empleando el sistema de demanda casi ideal (AIDS), esto con la finalidad de analizar la estructura del gasto ante cambios en el precio de los productos. El segundo objetivo se basó en analizar la demanda de endulzantes agrícolas conformada por la miel, azúcar, jarabe de maíz y piloncillo, y los productos seleccionados en la canasta, empleando el sistema inverso de demanda casi ideal (IAIDS).

MATERIALES Y MÉTODOS

Modelo de demanda casi ideal (AIDS).

El sistema de demanda casi ideal (AIDS) utilizado en esta investigación se tomó a consideración debido a que es un sistema superior porque cumple con las restricciones aditivas de homogeneidad, simetría, los cuales son muy cercanos a la realidad. De la misma manera, este modelo relaciona la cantidad de productos consumidos con relación a las tendencias de los precios a lo largo de determinados periodos de tiempo.

El modelo AIDS de Deaton y Muellbauer (1980) está definido por la siguiente ecuación:

$$w_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^m \gamma_{ij} \log(P_j) + \beta_i \log(X_t/P^s) + \mu_{it} \dots \text{Ec. 1}$$

donde: w_i = es la participación del i -ésimo bien en el gasto del grupo; α_i = son las ordenadas al origen; p_j = son los precios de los bienes en el grupo; γ_{ij} = son los coeficientes de los precios; β_i = son los coeficientes del gasto; X = es el gasto total en los bienes considerados; \log = denota logaritmo natural; y P = es un índice de precios Translog, cuyo logaritmo se define como:

$$\log P = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \log(P_k) + \frac{1}{2} \sum_k \sum_\ell \gamma_{k\ell} \log(P_k) \log(P_\ell)$$

donde: P_k, P_ℓ = son los precios de los bienes en el grupo; α_0, α_k y γ_{ℓ} = son parámetros.

Las siguientes restricciones paramétricas el modelo propuesto por Deaton y Muellbauer (1980), satisface las restricciones de la teoría de la demanda: aditividad, homogeneidad y simetría.

La aditividad requiere:

$$\sum_k \alpha_k = 1; \sum_k \beta_k = 0; \sum_k \gamma_{kj} = 0, (k = 1, 2, \dots, n)$$

La homogeneidad es satisfecha si y sólo si para toda j : $\sum_j \gamma_{jk} = 0$

La simetría es satisfecha si: $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$

El agregador de precios P de la Ec.1, puede ser reemplazado por un índice de precios, de tal manera que se obtiene un sistema de demanda lineal en la etapa de estimación. Deaton y Muellbauer (1980) proponen reemplazar P por el índice de precios Stone P_s , cuyo logaritmo se define como:

$$\ln(P)_t = \sum_{j=1}^n W_{ij} \ln(P_{jt})$$

Debido a que el índice Stone no satisface la propiedad de invariabilidad ante los cambios de unidad de medida, Moschini (1995) propone sustituir a P por el índice Tornqvist (PT) que es una aproximación discreta al índice Divisia:

$$\log(P_t^T) = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (w_{it} + w_{i0}) \log(P_{it}/P_{i0})$$

Se empleó el método de regresiones aparentemente no relacionadas (SUR) para la estimación de los parámetros, al imponer las restricciones de simetría y homogeneidad. Debido a la restricción de aditividad, la matriz contemporánea de covarianzas es singular y, por tanto, una ecuación fue eliminada del sistema, en este caso el agregado. Los parámetros estimados son los mismos sin importar cuál ecuación es omitida.

Para el cálculo de elasticidades se aplicaron las siguientes ecuaciones:

Elasticidades precio propias Marshallianas: $\epsilon_{ii} = \frac{\gamma_{ii}}{w_i} - \beta_i - 1$

Elasticidades precio propias hicksianas: $\delta_{ii} = \frac{\gamma_{ii}}{w_i} - w_i - 1$

Elasticidades precio cruzadas marshallianas: $\epsilon_{ij} = \frac{\gamma_{ij}}{w_i} - \beta_i(w_j/w_i)$

Elasticidades precio cruzadas hicksianas: $\delta_{ij} = \frac{\gamma_{ij}}{w_i} + w_j$

Elasticidades del gasto: $n_i = 1 + \frac{\beta_i}{w_i}$

Donde γ_{ij} y β_i son los estimadores de los parámetros del modelo; y w_i es la proporción media del gasto para cada i-ésimo grupo de productos.

Modelo de demanda inverso (IAIDS).

Para el sistema de demanda inversa (IAIDS) las preferencias se representan mediante la función de distancia, la que nos muestra cómo todas las cantidades consumidas pueden

cambiar proporcionalmente para lograr un determinado nivel de utilidad. Moschini y Vissa (1992) siguen esta aproximación y desarrollan un sistema inverso de demanda casi ideal (IAIDS). La ecuación del porcentaje de gasto, w , de un bien i siguiendo dicho modelo se representa de la siguiente forma:

$$w_i(t) = \alpha_t + \sum_{j=1}^n \pi_{ij} \ln q_j(t) + \beta_i \ln Q(t) + u_i(t)$$

Donde $w_i(t)$ es el porcentaje de gasto en el periodo t ; $q_j(t)$ es la cantidad consumida *per cápita* de cada bien j considerado; $Q(t)$ es el índice de cantidades, el cual se define como:

$$\ln Q(t) = \alpha_i + \sum_i^n \ln (q_{it}/q_{0i})$$

Donde $u_i(t)$ es el término de error y α_t , π_{ij} y β_i son los parámetros a estimar, el cuál corresponde al índice de cantidad de Stone versión Paasche.

Se empleó el método de regresiones aparentemente no relacionadas (SUR) para la estimación de los parámetros, al imponer las restricciones de homogeneidad y simetría. Debido a la restricción de aditividad, la matriz de covarianzas es singular y por tanto una ecuación fue eliminada del sistema. La interpretación de la estructura del consumo en los sistemas de demanda inversa se realiza en términos de flexibilidades, equivalentes a las elasticidades tradicionalmente calculadas en los sistemas de demanda directa (Galdeano y García, 2003).

Las flexibilidades son:

Flexibilidades precio marshallianas o no compensadas:

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

Donde δ_{ij} es el delta de Kronecker (para $i = j$, o para $i \neq j$).

Flexibilidades precio hicksianas o compensadas: $f_{ij}^* = \left(\frac{\gamma_{ij}}{w_i} \right) + w_j - \delta_{ij}$

Donde $\delta_{ij}=1$, y 0 para $i = j$.

Flexibilidades de escala:

$$f_i = -1 - \left(\frac{\beta_i}{w_i}\right)$$

Información utilizada.

Para la estimación de ambos modelos de demanda (AIDS e IAIDS) Se utilizaron series de precios (precio medio rural), cantidades anuales de producción (toneladas), ambas comprendidas para el periodo 1995-2019.

Con la finalidad de corroborar alguna relación entre las elasticidades y flexibilidades, se utilizaron las elasticidades del modelo AIDS que se obtuvieron en la primera etapa de la investigación y, se estimaron las flexibilidades invirtiendo la matriz de elasticidades, asimismo con la matriz de las flexibilidades del sistema inverso de demanda se obtuvieron las elasticidades usando el mismo procedimiento, buscando alguna relación entre ambas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sistema de demanda casi ideal (AIDS)

Con el objetivo de estimar los efectos que pueden tener los cambios en los precios de los productos se realizó el siguiente análisis del sistema de demanda casi ideal, el cual se presenta en la Tabla 4, donde a través de la utilización del procedimiento SYSLIN/SUR de SAS se obtuvieron los estimadores de los parámetros con la imposición de las restricciones de aditividad, homogeneidad y simetría.

Tabla 4. Parámetros estimados utilizando el índice de precios de Stone

PRODUCTO	Intercepto	Miel (MI)	Azúcar (AZ)	JMRF (JM)	Piloncillo (PI)	MR
-----------------	-------------------	----------------------	------------------------	----------------------	----------------------------	-----------

Miel	0.046008 (0.0111)	0.003914 (0.000329)	-0.00018 (0.000318)	-0.00427 (0.000272)	0.000536 (0.000325)	-0.00236 (0.000701)
Azúcar	0.270451 (0.2906)	-0.00018 (0.000318)	0.082951 (0.00945)	-0.084 (0.00919)	0.001229 (0.000807)	0.001329 (0.0174)
JMRF	0.607262 (0.2826)	-0.00427 (0.000272)	-0.084 (0.00919)	0.095073 (0.00899)	-0.006803 (0)	0.004496 (0.0170)
Piloncillo	0.076279 (0.0269)	0.000536 (0.000325)	0.001229 (0.000807)	-0.006803 (0)	0.005038 (0.000655)	-0.003465 (0.00169)
Agregación y homogeneidad	$\sum \alpha_i = 1$	$\sum_{=0} \gamma_i^{MI}$	$\sum_{=0} \gamma_i^{AZ}$	$\sum \gamma_i^{JM} = 0$	$\sum \gamma_i^{PI} = 0$	$\sum \beta_i^{MR} = 0$

FUENTE: Elaboración propia con los resultados obtenidos con el software SAS.

*Los números entre paréntesis son las desviaciones estándar.

Las elasticidades precio propias marshallianas resultaron ser menores a la unidad para todos los edulcorantes que conforman el presente estudio (Tabla 5); por lo tanto, esos productos presentan una demanda inelástica. En cuanto a las elasticidades cruzadas, existe una muy cercana simetría (en un sólo caso el signo de la elasticidad entre productos cruzados es diferente).

Los resultados indican que la miel se comporta como un bien sustituto del azúcar y del piloncillo (cuando aumenta el precio propio, aumenta la demanda por otro bien, el sustituto), mientras que con respecto al jarabe de maíz este se comporta como bien complementario (cuando aumenta el precio propio, disminuye la demanda por otro bien, el complementario), el Azúcar se comporta como sustituto del piloncillo y, el piloncillo se comporta como sustituto con respecto a la miel y el azúcar.

Las elasticidades del gasto presentaron dos tipos de comportamiento para los productos estudiados. El azúcar y el JMRF se comportan como bienes superiores, esto es debido a que su coeficiente de elasticidad es mayor a la unidad (a una unidad más del gasto, el incremento

en demanda es superior a la unidad). Por otro lado, la miel y el piloncillo muestran una elasticidad menor a la unidad, lo que indica que se comportan como bienes normales (cuando aumenta el ingreso de un individuo, aumenta el consumo de este producto) para una unidad más de gasto dentro del grupo.

Tabla 5. Elasticidades marshallianas

	Miel	Azúcar	JMAF	Piloncillo	E. del gasto
Miel	-0.0469	0.0219	-0.5346	0.1329	0.4267
Azúcar	-0.0016	-0.2770	-0.7436	0.0107	1.0116
JMRF	-0.0049	-0.0964	-0.8961	-0.0078	1.0051
Piloncillo	0.1189	0.3513	-0.8135	0.0920	0.2513

Fuente: Elaboración propia con datos de la salida de SAS.

Las elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas (Tabla 6) en general muestran un patrón de comportamiento distinto al descrito en la tabla 2. Los resultados de las elasticidades propias indican nuevamente que se trata de bienes con demanda inelástica, dado que su coeficiente de elasticidad es negativo y menor a la unidad. Los coeficientes de las elasticidades cruzadas tienen similitud a las marshallianas. En particular, demandas hicksianas cruzadas se observa que la miel toma la función de bien sustituto con el piloncillo (cuando aumenta el precio propio, aumenta la demanda por otro bien, el sustituto), para el azúcar la combinación con el piloncillo se da como producto sustituto.

Tabla 6. Elasticidades hicksianas

PRODUCTO	Miel	Azúcar	JMAF	Piloncillo
-----------------	-------------	---------------	-------------	-------------------

Miel	-0.0534	-0.0015	-0.0048	0.0613
Azúcar	-0.0015	-0.3902	-0.0847	0.0103
JMRF	-0.0048	-0.0847	-0.7683	-0.0077
Piloncillo	0.0613	0.0103	-0.0077	0.0839

Fuente: Elaboración propia con datos de la salida de SAS.

Sistema inverso de demanda (IAIDS)

Con el objetivo de estimar los efectos que se presentar en los precios de los edulcorantes ante cambios en la producción de los bienes estudiado, se estimó el modelo restringido por homogeneidad y simetría de acuerdo con la teoría económica de las funciones de demanda.

Se estimó el modelo restringido por homogeneidad y simetría de acuerdo con la teoría económica de las funciones de demanda. Los parámetros del modelo restringido por homogeneidad y simetría, así como las estadísticas del sistema se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Parámetros del modelo reducido por homogeneidad y simetría

ECUACIÓN	α_i	Miel (γ_{ij})	Azúcar (γ_{ij})	JMAF (γ_{ij})	Piloncillo (γ_{ij})	β_i
Miel	0.006781 (0.0153)	0.000238 (0.00329)	0.004081 (0.00263)	-0.00494 (0.00337)	0.000621 (0.00082)	0.00092 (0.00244)
Azúcar	0.141525 (0.0165)	0.004081 (0.00263)	0.117067 (0.0597)	-0.12579 (0.0615)	0.004642 (0.00248)	-0.10798 (0.0447)

JMRF	0.833194 (0.0205)	-0.00494 (0.00337)	-0.12579 (0.0615)	0.140307 (0.0636)	-0.00957 (0)	0.102998 (0.0462)
Piloncillo	0.0185 (0.00535)	0.000621 (0.00082)	0.004642 (0.00248)	-0.00957 (0)	0.12205 (0.00088)	-0.01033 (0.00218)

FUENTE: Elaboración propia con los resultados obtenidos con el software SAS.

*Los números entre paréntesis son las desviaciones estándar.

Las flexibilidades precio propias marshallianas presentan signos negativos para los edulcorantes del presente estudio, excepto para el caso del azúcar el cual su coeficiente de flexibilidad es positivo (Tabla 8); Dado que los coeficientes de las flexibilidades precio propias son menores a $|-1|$; por lo tanto, los precios de los edulcorantes analizados son inflexibles (ante cambios que existan sobre su producción, estos son relativamente pequeños ante variaciones en la demanda de dichos bienes), lo que significa que los ajustes sobre los precios son relativamente pequeños ante variaciones en la demanda de dichos bienes. Respecto a las flexibilidades cruzadas, existe una muy cercana simetría ya que los signos de la flexibilidad entre productos cruzados son iguales.

La mitad de los resultados resultaron negativos y la otra mitad con resultados positivos. Para los resultados que mostraron signo negativo existe una relación de sustitución entre los productos. Las flexibilidades cruzadas marshallianas o no compensadas indican que el jarabe de maíz es sustituto con los demás edulcorantes y los demás edulcorantes se comportan de manera diferente en comparación con los resultados de las elasticidades marshallianas.

Las flexibilidades escala presentaron dos tipos diferentes de comportamiento para los productos estudiados. El azúcar se comporta como bien de lujo (si el consumo agregado de todos los bienes de la canasta cambia en 1%, el cambio porcentual en precios normalizados o valoración marginal de un bien cambiará menos que proporcionalmente) esto debido a que su coeficiente de flexibilidad es menor que $|-1|$. Por el contrario, la miel, el jarabe de maíz y el piloncillo se comportan como bienes necesarios (si el consumo agregado de todos los

bienes de la canasta cambia en 1%, el cambio porcentual en precios normalizados o valoración marginal de un bien será más que proporcionalmente) esto se debe a que su coeficiente de flexibilidad es mayor que $|-1|$.

Tabla 8. Flexibilidades marshallianas

PRODUCTO	Miel	Azúcar	JMRF	Piloncillo	Escala
Miel	-0.9439	0.9522	-1.3762	0.1477	-1.22025
Azúcar	0.0403	0.1479	-0.2746	0.0456	-0.04077
JMRF	-0.0061	-0.1564	-0.9433	-0.0114	-1.11722
Piloncillo	0.1316	0.9116	-2.8638	-0.0643	-1.88489

FUENTE: Elaboración propia con datos de la salida de SAS.

Los resultados de las flexibilidades precio propias y cruzadas hicksianas (Tabla 9) en general muestran un patrón de comportamiento similar a la tabla 5, ya que indican nuevamente que se trata de bienes con cambios en precios inflexibles, dado que su coeficiente de flexibilidad es menor a la unidad (lo que significa que los ajustes sobre los precios son relativamente pequeños ante variaciones en la demanda de dichos bienes). Los coeficientes de las flexibilidades cruzadas hicksianas guardan una relación de similitud con las flexibilidades cruzadas marshallianas.

Tabla 9. Flexibilidades hicksianas

PRODUCTO	Miel	Azúcar	JMAF	Piloncillo
Miel	-0.9472	0.9744	-2.0613	0.411

Azúcar	0.0421	-0.1726	-1.9961	0.0636
JMRF	-0.0056	-0.2557	-0.7190	-0.0105
Piloncillo	0.1611	0.9887	-2.9650	-0.0648

FUENTE: Elaboración propia con datos de la salida de SAS.

Simulaciones.

Una aplicación de los resultados del modelo AIDS es predecir la magnitud en que cambiará la demanda de los bienes ante los cambios en los precios de los productos considerados; Por lo tanto, en la tabla 7 se presenta una simulación de los cambios que se presentaría en las elasticidades de los productos ante un aumento del 10% en los precios.

De acuerdo a la Tabla 10, y bajo el supuesto de que se presenten cambios de temperatura muy altos por el calentamiento global, provocando de esta manera sequías y en consecuencia pérdidas de los productores cañeros, y falta de abejas para la producción de miel; Por lo anterior, debido a la escasez de dichos productos el precio de los bienes aumentará en el supuesto que sea en un 10% y, el comportamiento que tendrán los bienes será de dos tipos: los bienes con demanda inelástica serán la miel y el piloncillo indicando de esta manera una pequeña caída en la demanda de dichos productos, donde la miel caerá 0.469% en su demanda, mientras el piloncillo presentará una pérdida de la demanda de un 0.92%.

Ahora bien, para el caso del azúcar y el JMRF al existir un aumento del 10% en los precios provocará que los bienes se comporten de manera elástica (lo cual nos indica que el cambio en la demanda es muy significativo), donde la pérdida de la demanda del azúcar disminuirá en 2.77%, mientras que la pérdida de la demanda del JMRF será del 8.961%, los cuales presentarán la situación más grave en su demanda.

Tabla 10. Variación en la demanda ante cambios en los precios (10%)

PRODUCTO	Elasticidades	Aumento % en la demanda
Miel	-0.0469	-0.469
Azúcar	-0.277	-2.77
JMRF	-0.8961	-8.961
Piloncillo	0.092	0.92

FUENTE: Elaboración propia con datos de la salida de SAS.

Para el caso de los resultados del modelo IAIDS una aplicación es predecir la magnitud en que cambiarán los precios normalizados ante los cambios en las cantidades del mercado debido a aumentos en la producción o aumento en las importaciones. Por lo tanto, en la tabla 8 se presenta una simulación de los cambios en el comportamiento de los precios de los productos, ante un aumento del 10% en las cantidades (aumento en la producción de los bienes).

De acuerdo a la Tabla 11, y bajo el supuesto de que el gobierno decida aumentar la producción de edulcorantes para incentivar el consumo de los edulcorantes y apoyando a los productores con subsidios para aumentar su producción, esto provocará que aumenten su producción, con el supuesto de que sea en un 10%. Lo anterior provocará que el comportamiento en los precios sea de dos tipos: para la miel, el azúcar y el jarabe de maíz los cambios en su precio serán flexibles, indicando de esta manera que existirá una gran disminución en el precio de los endulzantes el precio disminuirá 9.43% para la miel disminuirá 1.47% en su precio y para el jarabe de maíz disminuirá 9.43%; Ahora bien, para la situación del piloncillo este se comporta como un bien inflexible (ante cambios que existan sobre su producción, estos son relativamente pequeños ante variaciones en la demanda de dichos bienes), por lo tanto el precio del bien disminuirá en 0.64%.

Tabla 11. Variación en la demanda ante cambios en la producción (10%)

PRODUCTO	Flexibilidades	Aumento % en los precios
Miel	-0.9439	-9.439
Azúcar	0.1479	1.479
JMRF	-0.9433	-9.433
Piloncillo	-0.0643	-0.643

FUENTE: Elaboración propia con datos de la salida de SAS.

Discusión

La elasticidad de la demanda es la variación porcentual de la cantidad dividida por la variación porcentual del precio. Por lo que una subida del precio en un 10% es una subida del 10%, ya sea en la medida de la moneda en uso (Varian, 2010).

De acuerdo con los resultados obtenidos las elasticidades precio de la demanda marshallianas clasifican a los productos analizados como bienes de demanda inelásticos (los bienes de demanda inelásticos se les denomina a aquellos en los que al existir un cambio porcentual en la cantidad demandada es menor que el cambio porcentual en el precio [Varian, 2010]). Por lo anterior, las elasticidades precio propias de la demanda resultaron acordes a la teoría económica, es decir, las elasticidades precio presentaron signos negativos a excepción del piloncillo, también se comprobó que, de acuerdo a la hipótesis inicial, la miel es un bien con demanda inelástica.

Las elasticidades del gasto catalogan al azúcar y el JMRF como bienes superiores, en donde un bien superior se refiere al bien que al aumentar el ingreso de un individuo aumenta la demanda de dichos bien (Varian, 2010).

La miel y el piloncillo resultaron bienes normales, donde según Varian (2010) los bienes normales son los bienes que cuando aumenta el ingreso en 1, la demanda del producto aumenta en 1; entonces, cuando un bien es normal, la cantidad demandada siempre varía de la misma forma que el ingreso.

La flexibilidad precio propia describe el cambio porcentual en el precio de un bien cuando la demanda de dicho bien se incrementa en 1%, considerando valores absolutos si la flexibilidad es menor que $|-1|$ el precio es inflexible si es mayor que $|-1|$ el precio es flexible. (Eales & Unnevehr, 1994).

Las flexibilidades marshallianas precio propias clasifican a los edulcorantes analizados como inflexibles, mientras que las flexibilidades de escala catalogan al azúcar como un bien de lujo; mientras que la miel, el jarabe de maíz y el piloncillo como bienes necesarios,

De acuerdo a la definición de Eales y Unnevehr, (1994) definen a la flexibilidad escala como el cambio porcentual en precios normalizados o valoración marginal de un bien cuando el consumo agregado de todos los bienes de la canasta cambia en 1%, si el valor de la flexibilidad escala en valor absoluto es menor que $|-1|$ los bienes se consideran como de lujo si el valor es mayor que $|-1|$ serán necesarios; Por lo anterior y de acuerdo a la teoría vemos que se cumple este concepto, donde las flexibilidades escala presentaron dos tipos diferentes de comportamiento, el azúcar como bien de lujo; mientras que por el otro lado la miel, el jarabe de maíz y el piloncillo se comportan como bienes necesarios, esto quiere decir que para la dieta de un consumidor mexicano el jarabe de maíz, el piloncillo y la miel son bienes que deben estar presentes en su canasta básica.

Como los precios normalizados son proporcionales a la utilidad marginal si el consumo de todos los bienes de la canasta se incrementa (disminuye) en 1%, la utilidad marginal en los bienes necesarios disminuirá (crecerá) más que proporcionalmente (flexibilidad escala $>|-1|$) y en los bienes de lujo la utilidad marginal disminuirá (crecerá) menos que proporcionalmente (flexibilidad escala $<|-1|$) (Eales & Unnevehr, 1994).

Cuando existen cambios en el precio no se presentan cambios en la demanda de la miel, tampoco se presentan cambios cuando hay cambios en la producción. Así mismo, si hablamos del azúcar, que es el principal producto sustituto de la miel, al cambiar el precio y la producción se sigue consumiendo, sin embargo y, de acuerdo a los datos obtenidos por CONADESUCA (2017), el consumo de este producto ha sido constante y se consume regularmente en la población mexicana.

CONCLUSIONES

Las elasticidades y flexibilidades son parámetros que permiten realizar análisis de política económica. Las elasticidades obtenidas mediante el modelo AIDS y las flexibilidades estimadas mediante el modelo IAIDS son mejores que las obtenidas con otra metodología, debido a que son insesgadas en el sentido económico, al provenir de un modelo que satisface las restricciones que establece la teoría económica.

Las aplicaciones de los modelos AIDS, e IAIDS son importantes en el ámbito agrícola, ya que con base en los resultados obtenidos se puede estimar el comportamiento de cada producto estudiado cuando existen variaciones debido al precio o a la producción.

Las principales limitantes presentadas en esta investigación se basan principalmente en la falta de información de endulzantes alternativos a la investigación, ya que los sitios de búsqueda utilizados no se encuentran actualizados a fechas recientes y también carece mucho de información relacionada con otros endulzantes agrícolas como la estevia que se ha utilizado recientemente en estudios y, de los cuales se puede encontrar información no muy lejana, si no hasta 5 a 10 años.

Algunas alternativas que se podrían considerar para esta investigación podrían ser el de utilizar información para un periodo de tiempo más extenso, otra alternativa podría ser el de analizar las diferencias en el comportamiento de las familias en los distintos de estados de la república, ya que en ciertos estados se producen determinados productos y de esta

manera podría haber cambios en los consumos de los productos por los cambios en los precios y producción de los mismos.

LITERATURA CITADA

Barrios C. G., Martínez M.A., Hernández J. (2019). Sistema AIDS de canasta ovolactovegetariana (1987-2016), México. Estudios recientes sobre economía ambiental y agrícola en México, 1, 264-276.

CEDRSSA. (2019). Las abejas y la apicultura. Consultada en http://www.cedrssa.gob.mx/post_la_n-abejas-n-y_la_apicultura_.htm

CONADESUCA. (2017) Perspectiva del Azúcar de Caña frente a la inclusión de Edulcorantes Artificiales. Nota informativa. Consultado en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/201026/Nota_Febrero.pdf.

Deaton, A. & Muellbauer J. (1980). An almost ideal demand system. The American Economic Review, 70,312–326.

Deaton, A. & Muellbauer, J. (2009), Economics and consumer behavior. U.S: Cambridge University Press.

De Jesús M., Barrios G., Álvarez Z., Hernández J. (2019). Impacto de una posible depreciación del peso mexicano en las importaciones mexicanas de oleaginosas. Revista mexicana de agronegocios, 44, (Año 23), 208-220.

De Maria, G. (2013) Panela: The natural nutritional sweetener. Agro Food Industry Hi-Tech 24,6,44-48

Eales, J. S. & Unnevehr, L. J. (1994). The Inverse Almost Ideal Demand System. European Economic Review, 38, 101-115, doi: 10.1016/0014-2921(94)90008-6.

FAOSTAT. (2020). Nuevos balances de alimentos. Consultada en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/FBS>

García C., D. (2003). El Sistema Casi Ideal de Demanda: un estado del arte. Ecos de Economía, 16, 77-93.

Martínez G., E., Muñiz M., D., Reyes L., C., Morales V., I., & Wong P., J. (2016). Estudio de los factores que influyen en la producción de piloncillo de caña de azúcar. Agronomía Colombiana, 34(1), S668-S669.

Moschini, G. (1995). Units of measurements and the Stone index in demand system estimation. Am J Agr Econom, 77, 63-68.

Moschini, G. & A. Vissa (1992). A Linear Inverse Demand System. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 17: 294-302.

Nicholson, W. & Snyder, C. (2005). *Microeconomic theory: Basic principles and extensions* (10th ed). US: South Western.

Rentería G., I., Hernández O., J. & Valdivia A., R. (2019). Un sistema de demanda casi ideal (AIDS) y un sistema inverso de demanda casi ideal (IAIDS) aplicado a cinco hortalizas en México (1980-2007). *Estudios recientes sobre economía ambiental y agrícola en México*, 1, 287-302.

Varian, HR (2010). *Microeconomía intermedia: un enfoque actual* (8va edición). Barcelona: Antoni Bosch editor.

4. CONCLUSIONES GENERALES

En la presente investigación se analizó el impacto de aumentos en el precio y de las cantidades de los productos de canasta básica compuesta por endulzantes, principalmente por la miel, esto para el periodo de 1995 a 2019. Para ello, se estimaron dos sistemas de demanda, el modelo AIDS y el modelo IAIDS, para explicar y observar el comportamiento del gasto de las familias cuando aumenta el precio o la producción de los productos en cuestión. Se utilizaron fuentes de información pública como el Sistema de información agroalimentaria y pesquera (SIAP), Sistema de información agroalimentaria y de consulta (SIACON), entre otros.

De acuerdo con los resultados obtenidos, las elasticidades precio de la demanda tanto marshallianas como hicksianas, presentan resultados acordes a la teoría económica; es decir, que las elasticidades precio presentaron signos negativos; también se comprobó la hipótesis que indica que la miel es un bien con demanda inelástica.

Se observó que entre los endulzantes estudiados la miel es el producto con un rango de precios menor, lo cual quiere decir que este producto es un poco menos consumido considerando primeramente su precio, y los cambios en su consumo afectan solamente cuando son muy altos.

La demanda de miel resultó ser uno de los productos con un rango de precio bajo, lo cual quiere decir que para este producto no afecta mucho el precio para las decisiones de consumo y por lo tanto el consumo de este producto se mantiene constante debido a que como no afecta el precio, el consumo se mantiene igual. Lo anterior da por acertada la hipótesis planteada al inicio de la investigación lo cual indica que al haber cambios en el precio de la miel no existe algún cambio en la población que consume este producto.

Para las elasticidades cruzadas, no se obtuvo el resultado que se esperaba ya que se consideraba cada uno de ellos como bienes sustitutos, a excepción de algunos pares de productos si se obtuvo el resultado considerado, en este caso el par que lo conforman: la miel con el azúcar, la miel con el piloncillo y, el azúcar con el piloncillo.

Ahora bien, para las elasticidades ingreso la miel y el piloncillo se clasifican de acuerdo a los resultados como bienes normales lo cual indica que mientras aumente el ingreso, aumenta el consumo de estos bienes; Resultando de esta manera como un resultado no esperado, ya que en la hipótesis inicial se consideraba que la miel era un bien con demanda inelástica.

Para el análisis de las elasticidades del gasto de los productos estudiados, la miel y el piloncillo resultaron ser bienes normales, es decir, que al tener cambios en el precio no afecta la demanda de los productos en cuestión. Mientras que en las demandas hicksianas cruzadas se observa que la miel es un bien complementario, a excepción con la combinación que surge con el piloncillo.

La finalidad de obtener las flexibilidades fue para permitir cuantificar de que tamaño es el efecto que sufren los precios de los cuatro productos de este estudio ante cambios en la producción llegando a las siguientes conclusiones:

De acuerdo al valor de las flexibilidades marshallianas los precios de los cuatro productos se comportan de manera inflexible a los cambios en las cantidades consumidas de los productos, de igual manera se observó una relación de sustitución entre los mismos productos, mientras que entre los pares de productos complementarios resultaron: Miel y azúcar, miel y piloncillo, azúcar y piloncillo, lo cual no se esperaba porque se consideraban estos pares de productos como sustitutos.

Entre los resultados de las flexibilidades precio propias compensadas, tres de los cuatro productos, resultaron ser inflexibles ante cambios en sus precios, dado que su coeficiente de flexibilidad es menor a la unidad.

Por lo tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos la miel no cambia su demanda cuando existen cambios en el precio ni cuando existen cambios en la producción, de igual manera para el azúcar que es el principal producto sustituto de la miel, al cambiar el precio y la producción de este producto se sigue consumiendo, pero de acuerdo a los datos obtenidos por CONADESUCA, el consumo de este producto ha sido constante y se consume regularmente en la población mexicana.

Algunas alternativas que se podrían considerar para esta investigación podrían ser el de utilizar información para un periodo de tiempo más extenso, otra alternativa podría ser analizar las diferencias en el comportamiento de las familias en los distintos de estados de la república, ya que en ciertos estados se producen determinados productos y de esta manera podría haber cambios en los consumos de los productos por los cambios en los precios y producción de los mismos.