



**El Colegio
de la Frontera
Norte**

**DETERMINANTES DEL PRECIO DEL MAÍZ EN EL
PERIODO 2000-2011 Y SUS EFECTOS EN EL BIENESTAR
DE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS**

**Tesis presentada por
Rafael Pérez Peña**

**para obtener el grado de
MAESTRO EN ECONOMÍA APLICADA**

**Tijuana, B.C., México
2014**

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Director de Tesis:

 Dr. Óscar Peláez Herreros

Aprobada por el Jurado Examinador:

1. _____

2. _____

3. _____

A mi familia que tanto extraño cada que salgo de casa y quienes me esperan con los brazos abiertos cada que vuelvo: a mi hermano Robert quien siempre me ha defendido en todo; a mi gran señora madre por darme la vida y todos los medios para llegar a mis metas; a mi papá que con su apoyo incondicional y sus palabras siempre me reconforta. A mi Pingüi por haber estado en todos los momentos difíciles de este proceso.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo brindado para la realización de mis estudios. Sin la beca de esta institución, única a nivel mundial, no me hubiera sido posible realizar una maestría. También agradezco a El Colegio de la Frontera Norte (COLEF) por el contenido de la maestría y su apoyo institucional.

Además manifiesto el mayor agradecimiento al Dr. Óscar Peláez Herreros, quien estuvo al pendiente en todos los aspectos académicos del proceso de la maestría y a quien debo la realización de esta tesis y el cumplimiento de esta etapa de estudios. De igual manera, agradezco su apoyo para la presentación de las tres ponencias de los avances de la presente investigación. También agradezco al Dr. Salvador González y al Dr. John Urbanchuk por sus observaciones y correcciones a la tesis.

Agradezco al Dr. Daniel de la Torre por brindarme la oportunidad de realizar una estancia de investigación en el Centro de Análisis de Política Agrícola de la Universidad de Tennessee y al Dr. Schafer Harwood de la misma institución por sus recomendaciones y consejos. Por otra parte, agradezco a Henrique Pacini, Encargado de Asuntos Económicos de la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) por sus invitaciones a colaborar en sus proyectos sobre biocombustibles y por sus consejos de seguir adelante y defender mi tema de investigación. Agradezco al Dr. Mark Jacobsen y al Dr. Richard Carson de la Universidad de California en San Diego (UCSD) por permitirme exponer en su Seminario de Economía Ambiental.

Aprovecho para agradecer a Alan Pezeshki, a Carlos Grisgby y a Ari Beorlegui por sus correcciones en la traducción de mi tesis.

RESUMEN

El objetivo central de esta tesis es analizar los determinantes del alza del precio del maíz en el periodo de 2000-2011 en Estados Unidos y el efecto de dicha alza en el bienestar de los agentes en México y EE.UU. Con esta finalidad, modificando el modelo planteado por Park y Fortenbery (2008), se estima un sistema de ecuaciones simultáneas mediante las técnicas de Mínimos Cuadrados en dos Etapas (MC2E), Mínimos Cuadrados en tres Etapas (MC3E) y Máxima Verosimilitud con Información Completa (FIML). Para la variación del bienestar se especifican funciones lineales de oferta y demanda las cuales se complementan con funciones de elasticidad constante, posteriormente se calcula la variación del excedente del productor y consumidor en ambos países. Mediante MC3E, se tiene que ante un incremento del 1 por ciento en la población de EE.UU., en la caída del *Dollar Index*, en el consumo de maíz en China e India y en la producción de etanol, el precio del maíz se incrementa en 2.3413, 0.0460, 0.0227 y 0.4588 por ciento, respectivamente. En cuanto a la variación del bienestar, en EE.UU. se presenta una ganancia de 49,881.9 millones de dólares mediante la especificación lineal y de 36,618.4 millones mediante la especificación de elasticidad constante. En cambio, en México se identifica una pérdida de 3,236 y 4,468 millones de pesos mediante la especificación lineal y de elasticidad constante, respectivamente.

Palabras clave: Precio del maíz, producción de etanol, depreciación del dólar, crecimiento de la población, consumo de maíz en China e India, excedentes de los agentes económicos.

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to analyze the determinants of the raising corn price in the period 2000-2011 in the United States and the effect of this increase in the welfare of agents in Mexico and US. To this aim, modifying the model proposed by Park and Fortenbery (2008), it is estimated a simultaneous equation system using Two Least Squares (2SLS), Three Least Squares (3SLS) and Full Information Maximum Likelihood (FIML) techniques. For the welfare's variation it is specified a linear functions of supply and demand which are complemented by constant elasticity functions, and then it is calculated the change in consumer and producer surplus in both countries. Furthermore, using 3SLS estimates, we obtain that an increase of 1 percent in the U.S. population, the fall of the *Dollar Index*, the corn consumption in China and India, and in the production of ethanol, the corn price increases at 2.3413, 0.0460, 0.0227 and 0.4588 percent, respectively. For the welfare variation, it is obtained that US presents a gain of 49,881.9 million dollars by considering linear specification and 36,618.4 million by specifying constant elasticity functions. By contrast, in Mexico a loss of 3,236 and 4, 468 million pesos is identified by linear and constant elasticity specification, respectively.

Keywords: Price of corn ethanol production, dollar depreciation, population growth, consumption of maize in China and India, surplus traders.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL Y ESTADO DEL ARTE	9
I.1. Antecedentes del concepto de elasticidad	9
I.2. Recorrido histórico del comercio internacional de cereales.....	10
I.2.1. Concepción mercantilista	10
I.2.2. Adam Smith ante la Ley de cereales	11
I.2.3. Malthus y su explicación al incremento en los precios de las provisiones .	11
I.2.4. David Ricardo: ventaja absoluta, ventajas relativas y ganancias del comercio	12
I.2.5. Debate Ricardo-Malthus.....	16
I.2.6. Comercio internacional desde una visión estructuralista	17
I.3. Recapitulación marco teórico-conceptual y estado del arte.	21
CAPÍTULO II MARCO CONTEXTUAL	23
II.1. Producción y consumo de maíz de los agentes de Estados Unidos	23
II.1.1. Oferta de maíz en Estados Unidos.....	23
II.1.2. Demanda de maíz en Estados Unidos.....	26
II.2. Producción y consumo de maíz de los agentes en México.....	30
II.2.1. Oferta de maíz en México.....	30
II.2.2. Demanda de maíz en México	33
II.3. Alza en el precio de maíz en Estados Unidos y su vinculación con México.....	35
II.4. Variación en el bienestar de México y Estados Unidos.....	39
II.5. Recapitulación marco contextual.....	39
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y FUENTES DE DATOS	40
III. 1. Cálculo de los determinantes del precio del maíz	40
III. 1.1. Especificación del sistema de ecuaciones simultáneas	45
III. 1.2. Cálculo de elasticidades cruzadas	47
III. 2. Cálculo de la variación de excedentes en México y Estados Unidos.....	48
III. 3. Fuentes de información	50
III. 4 Recapitulación Metodología de análisis y fuentes de datos	53
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
IV. 1. Estimación del Sistema de Ecuaciones	54
IV.2. Análisis de Sensibilidad (elasticidades cruzadas)	61
IV.3. Variación de excedentes en Estados Unidos y México.....	62
IV.3.1. Variación de excedentes en Estados Unidos.....	62
IV.3.2. Variación de excedentes en México	64
IV.4. Recapitulación de resultados y discusión.....	68
CAPÍTULO V CONCLUSIONES	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
BANCO DE DATOS	82

Índice de Figuras y Tablas

Figuras y Tablas del Capítulo I

Figura 1.1. Frontera de posibilidades de producción de México y EE.UU.	14
Figura 1.2. Equilibrio autárquico en México y EE.UU.	14
Figura 1.3. Apertura comercial y ganancias del comercio.	15
Figura 1.4. Sistema Centro-Periferia	19

Figuras y Tablas del Capítulo II

Figura 2.1. Producción de maíz en Estados Unidos	25
Figura 2.2. Superficie cultivada de maíz en Estados Unidos	26
Figura 2.3. Participación nacional del grupo de cereales en 2011	30
Figura 2.4. Mapa de participación por cultivo del grupo de cereales	31
Figura 2.5. Mapa de producción de maíz por entidad federativa	32
Figura 2.6. Consumo aparente de maíz y población en México	34
Figura 2.7. Comparativo de precios Estados Unidos-México	37
Figura 2.8. Gráficas comparativas del INPC y los precios del maíz en México ..	38

Figuras y Tablas del Capítulo III

Tabla 3.1. Descripción detallada de las fuentes de datos	51
--	----

Figuras y Tablas del Capítulo IV

Tabla 4.1. Estimación de la ecuación 1: Oferta	54
Tabla 4.2. Estimación de la ecuación 2: de Alimentación Ganadera	54
Tabla 4. 3. Estimación de la ecuación 3: Exportaciones	55
Tabla 4.4. Estimación de la ecuación 4: Alimentos, Alcohol y Usos Industriales.....	56
Tabla 4. 5. Estimación de la ecuación 5: Precios	56
Tabla 4.6. Elasticidades cruzadas	60
Tabla 4.4.1. Funciones de oferta y demanda de EE.UU.....	62
Tabla 4.4.2. Variación de excedentes en EE.UU.	62
Tabla 4.4.3. Funciones de oferta y demanda de México	64
Tabla 4.4.4. Variación de excedentes en México	64
Tabla 4.4.5. Cambios en el excedente económico provenientes de shocks de demanda inducidos por el etanol	65
Tabla 4.4.6. Variaciones de los excedentes anuales de los productores y consumidores de maíz en México.....	66

INTRODUCCIÓN

El maíz es un producto esencial para los agentes económicos de México. Por parte de los consumidores, representa el insumo de la tortilla, principal alimento en la dieta de la población. A este respecto, Mestries (2009) afirma que alrededor del 33 por ciento de las proteínas y el 40 por ciento de las calorías diarias que consumen los mexicanos son atribuibles al maíz. Por el lado de los productores, el maíz representa cerca del 52 por ciento de la superficie total cultivada de la nacional en 2011, produciendo 27 millones de toneladas (SAGARPA, 2012). Aunque México ocupa el quinto lugar de los principales productores de maíz (FAO, 2012), su escala de producción no es suficiente para satisfacer su demanda nacional al contar con una productividad de 3.18 toneladas por hectárea (Ídem).

Estados Unidos es el principal productor de maíz a nivel mundial. Para 2011 alcanzó una producción de 273 millones de toneladas, lo que representó el 31 por ciento de la producción mundial de este cereal. De igual manera, reportó una productividad de 5.59 toneladas por hectárea (USDA, 2013). Por estas características cuenta con poder de mercado, por lo que está en posibilidad de modificar el precio internacional de este cereal. Por otra parte, debido al tamaño de su economía y a los acuerdos comerciales firmados entre ambos países, Estados Unidos representa el principal socio comercial de México.

Debido a su estructura económica y como resultado de la falta de apoyo por parte del gobierno en el sector primario, lo que se traduce en un atraso tecnológico, México presenta una alta dependencia en el mercado de maíz con Estados Unidos. Esta dependencia se ve reflejada en el hecho de que alrededor del 37 por ciento de su consumo nacional es importado, del cual el 90 por ciento proviene de Estados Unidos (SAGARPA, 2012). Como consecuencia de estas características, un shock en la demanda o en la oferta de este cereal en el mercado de Estados Unidos impacta directamente tanto a los productores como a los consumidores de México.

En el periodo de 2000 a 2011, el precio del maíz en Estados Unidos presentó un incremento sin precedentes. Ayala y Chapa (2011) confirman este argumento mencionando

que a partir del año 2005 los precios de los principales productos agrícolas, dentro de los cuales se encuentran el maíz, el trigo y el arroz, han presentado un incremento acumulado de dos o tres dígitos en los años posteriores. Como consecuencia de la tendencia alcista en el precio del maíz en el contexto internacional y consecuente impacto en el mercado nacional, los precios de los productos derivados de este cereal se vieron modificados, impactando en los hogares de México en donde la tortilla, -producto cuyo insumo principal es el maíz-, es un alimento primordial en la dieta de los hogares. A este respecto Barkley *et al.* (2011) indican que el precio de la harina de maíz, utilizada para hacer tortillas en México, se duplicó debido al incremento en el precio del maíz de \$2.80 USD a \$4.20 USD el bushel.

Algunos autores han identificado los principales factores del alza en el precio del maíz. Dentro de dichos factores figuran: el incremento poblacional, la depreciación del dólar frente a otras monedas, el incremento en la demanda de maíz derivada del consumo de carne en China e India y el cambio en sus políticas agrícolas y el incremento en la producción de etanol en Estados Unidos (Schnepf, 2006; Park y Fortenbery, 2008; Vitettoe, 2009; Lagi *et al.*, 2011). Por otra parte, Mitchel (2008) identifica una relación positiva entre el precio de la energía y el precio de los fertilizantes y químicos, explicando que los procesos de producción de fertilizantes y químicos son intensivos en energía; un incremento en el precio de la energía implica un aumento en el costo de transporte, lo que a su vez incentiva a la producción de etanol, lo cual implica una mayor demanda de maíz por parte de la industria de biocombustibles.

La producción de etanol en Estados Unidos está fuertemente subvencionada por el gobierno. De esta manera los apoyos gubernamentales consisten en un crédito fiscal otorgado a los productores de etanol de \$0.51 USD por galón, el cual se redujo para 2008 en \$0.45 USD; un arancel proteccionista que consiste en un impuesto de \$0.54 USD por galón importado de cualquier país que no pertenezca al TLCAN; y un mandato al consumo establecido el cual se incrementó cada año del periodo en cuestión. Aunado a ello existen apoyos otorgados por los gobiernos de 38 estados (Birur *et al.*, 2008; McPhail y Babcock, 2012). Esta situación, además de posicionar a Estados Unidos como el principal productor

de etanol a nivel mundial afecta la elasticidad precio de la demanda (McPhail y Babcock., 2012).

Ante el incremento en el precio del maíz se modifica el bienestar de la sociedad tanto mexicana como estadounidense, al generar variaciones en los excedentes de los productores y consumidores de este cereal. A este respecto, Barkley *et al.* (2011) mencionan que, en México, el incremento en el excedente del productor compensa a la pérdida en el excedente del consumidor de manera más que proporcional, argumento que se evaluará en la presente tesis. En cambio González y Brugués (2010) mencionan que el escenario de México en este contexto reporta una pérdida en bienestar social debido a un incremento en los precios.

La explicación del fenómeno se sustenta en la teoría económica, en particular en las disciplinas de Microeconomía, Comercio Internacional, Economía Agrícola y de los Recursos; también se hace uso de la Econometría para el apartado metodológico. El estudio cabe en el campo de la primera disciplina al analizar conceptos como: excedentes del productor y del consumidor, elasticidad precio de la demanda y de la oferta. Por otra parte, se trata el tema desde el Comercio Internacional debido a la interacción entre México y Estados Unidos, desde el cual se abordan conceptos como precio internacional del maíz, precio doméstico y precio extranjero. El tema es abordado desde la Economía Agrícola y de los Recursos al estar implicado el maíz como objeto de estudio, así como la producción de alimentos y etanol, interviniendo los conceptos de precio y producción de estos bienes.

El periodo analizado cuestiona la teoría del deterioro secular de los términos de intercambio de la Escuela Estructuralista Latinoamericana, pues durante los años de 2000 a 2011 el precio del maíz presentó una tendencia a la alza en un país central. Por este motivo, la tesis se sustenta de la teoría neo-estructuralista la cual surge como crítica al deterioro secular propuesto por la escuela estructuralista latinoamericana. Para ello se lleva a cabo un estudio en retrospectiva del mercado de maíz en Estados Unidos con la finalidad de determinar los factores que explican dicha alza. Una vez explicado el contexto y sustentado teóricamente, se analizan los efectos en el bienestar de los productores y consumidores de maíz en México y en Estados Unidos provocados por este incremento en el precio del maíz.

A partir de la teoría neo-estructuralista y de la evidencia empírica presentada se plantean las siguientes preguntas de investigación:

Pregunta principal:

- ¿Cuáles fueron los determinantes que explican el alza del precio del maíz durante el periodo de 2000 a 2011 y qué incidencia tuvo esta variación en el bienestar de productores y consumidores en México y Estados Unidos?

Preguntas particulares:

- ¿En qué medida influyó la producción de etanol en Estados Unidos en la determinación del precio del maíz?
- ¿Cómo repercutió el crecimiento de la población en Estados Unidos al precio del maíz?
- ¿Cómo impactó el incremento en el consumo de maíz en China e India en el precio de este cereal?
- ¿Cuál fue el impacto de la depreciación del dólar frente a otras monedas en el incremento del precio del maíz?
- ¿Cómo fue la variación de excedentes provocada por el incremento de precios y cómo dio lugar a pérdidas y ganancias de bienestar en México y en Estados Unidos?

Con la finalidad de direccionar el estudio de la presente tesis, se incluyen sus objetivos.

Objetivo general:

- Determinar los factores que intervinieron en el alza del precio del maíz en el periodo 2000-2011 y analizar la incidencia de la misma en el bienestar de los agentes de México y Estados Unidos.

Objetivos específicos:

- Determinar el impacto de la producción de etanol en Estados Unidos en el precio del maíz.
- Identificar la repercusión del crecimiento de la población en Estados Unidos al precio del maíz.
- Calcular el impacto del incremento en el consumo de maíz en China e India en el precio de este cereal.
- Cuantificar el impacto de la depreciación del dólar frente a otras monedas en el incremento del precio del maíz.
- Medir la variación de excedentes de los agentes provocada por la variación de precios y analizar cómo esto dio lugar a pérdidas y ganancias de bienestar en México y Estados Unidos.

Resulta pertinente el tema al analizar la tendencia de precios del maíz, pues alcanzó los niveles más altos en el periodo de 2000 a 2011. Por otra parte, se presentaron cambios estructurales en el mercado de maíz debido a la intensificación de la producción de etanol de primera generación. Se considera relevante al tomar en consideración que cuatro de cada cinco productores agrícolas en México cultivan maíz, ocupando cuarenta por ciento de la superficie cultivable del país (Mestries, 2009). Pese a estas cifras, 37 por ciento del consumo nacional aparente de maíz es importado, del cual, 90 por ciento proviene de Estados Unidos.

El impacto social del estudio se presenta al considerar el papel que juega el maíz en la sociedad mexicana, al involucrar cuestiones socioeconómicas e histórico-culturales que colocan a este producto como indispensable en la dieta de los mexicanos, asimismo aporta respectivamente, treinta y tres y cuarenta por ciento de las proteínas y calorías a las familias mexicanas (*Ibidem*).

El problema del incremento en el precio del maíz debe ser abordado tanto desde la perspectiva del consumidor como del productor. Resulta pertinente su abordaje desde los consumidores, al considerar las características económicas de México, pues al contar con

una estructura económica en desarrollo, su población es afectada en mayor magnitud por el aumento en el precio de los alimentos. A este respecto Mitchel (2008) menciona que el incremento acelerado en los precios de los alimentos afecta en gran medida a los pobres de los países en desarrollo, ya que cerca de la mitad del ingreso de los hogares es destinado para alimentos.

Por su parte, Barkley *et al.* (2011) sostienen que el incremento en el precio de maíz de Estados Unidos ocasionó un aumento en el precio de las tortillas en México al final de 2006, advirtiendo la magnitud del problema al mencionar que las importaciones que la economía doméstica adquiere de Estados Unidos representan 80 por ciento de la cantidad total importada de maíz. Por otra parte, incluye que México cuenta con aproximadamente la mitad de los 107 millones de habitantes en pobreza, para quienes la tortilla representa la fuente principal de calorías. De estos puntos se justifica la investigación desde la perspectiva de los consumidores.

Para los productores de maíz en México, el incremento en el precio de este cereal representa una oportunidad comercial. A causa del aumento en el precio del maíz, su producción se incrementó durante el periodo en cuestión, lo cual puede reflejarse en la extensión de hectáreas cultivadas, o bien en la explotación de la tierra de manera intensiva.

Para llevar a cabo el estudio se utilizan fuentes de información secundaria. Más específicamente libros, -tanto impresos como electrónicos-, artículos de revistas de divulgación científica económica, documentos de trabajo y bases de datos electrónicas. Estas últimas se obtienen de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), particularmente del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP); de la base de datos *FAOSTAT* de la *Food and Agriculture Organization* (FAO); del *International Trade Center* (ITC); del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); del *Economic Statistics, and Market Information System* del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (ERS-USDA); de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) particularmente de *Monthly Monetary and Financia Statistics*; del *United States Federal Reserve Board of Governors of the Federal Reserve System*; del *World Economic Outlook* del Fondo

Monetario Internacional (FMI); del *US Census del United States Census Bureau*; de la *U.S. Energy Information Administration* particularmente de la sección de *Petroleum and Other Liquids*; y del *Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI)* particularmente de la *Elasticity Database*.

Las hipótesis general que se prueba en la presente tesis es:

- Los principales factores que explican el alza del precio del maíz son: la depreciación del dólar frente a otras monedas, el crecimiento de la población en Estados Unidos, el incremento en el consumo de maíz en China e India y la demanda de este cereal por parte de la industria de etanol. Esto ha llevado a un incremento del bienestar económico de los agentes estadounidenses al tiempo que se deterioraba el bienestar en México.

Las hipótesis específicas son:

- La producción de etanol presenta una relación positiva con el precio del maíz.
- La depreciación del dólar frente a otras monedas tiene una relación negativa con el precio del maíz.
- El crecimiento de la población en Estados Unidos cuenta con una relación positiva respecto al precio del maíz.
- A mayor consumo de maíz en China e India mayor será el precio del maíz en Estados Unidos.
- La pérdida de bienestar de los consumidores de México ha sido superior a la ganancia de los productores. En Estados Unidos, las ganancias de los productores han superado a las pérdidas de los consumidores, a diferencia de lo expuesto por Barkley *et al.* (2011).

Con la finalidad de probar las hipótesis planteadas se aplica un sistema de ecuaciones simultáneas para medir los determinantes del precio del maíz, partiendo del modelo propuesto por Park y Fortenbery (2008). Se utiliza un modelo de cinco ecuaciones de las cuales una corresponde a la ecuación de oferta y se desagrega la demanda de maíz en tres ecuaciones, por último se incorpora la ecuación de equilibrio del sistema. Para estimar el

sistema se utilizan métodos econométricos de información completa e incompleta: Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E), Mínimos Cuadrados en Tres Etapas (MC3E), Máxima Verosimilitud con Información Completa (FIML). Posteriormente, se llevan a cabo análisis de sensibilidad mediante el cálculo de elasticidades cruzadas.

Para el cálculo de la variación del bienestar se utilizan los conceptos de excedente del productor y del consumidor de la teoría neoclásica. Se consideran funciones de oferta y demanda con elasticidad constante y se complementan con funciones lineales para el caso de la economía mexicana. En este contexto se utilizan las elasticidades precio de la oferta y de la demanda que se proporcionan en FAPRI (2012). Por otra parte para el cálculo de la variación de excedentes en el caso de la economía estadounidense se utilizan las elasticidades que arrojan el sistema de ecuaciones simultáneas aplicado al trabajo.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL Y ESTADO DEL ARTE

En esta sección se abordan las escuelas del pensamiento en las que se soporta teóricamente el problema analizado en la presente tesis. La sección se estructura de la siguiente manera: en primer lugar se trata el recorrido histórico que sigue el problema de investigación; comenzando con los antecedentes del concepto de elasticidad precio de la demanda, cuyo origen se desarrolla en torno al análisis de los cereales; posteriormente se sigue con el abordaje y las posturas respecto del libre comercio por parte de algunos pensadores. De manera similar se explica la concepción de la escuela estructuralista latinoamericana respecto del libre comercio así como su evolución hasta el desarrollo y surgimiento de la escuela neo-estructuralista, corriente del pensamiento económico en la que se soporta la presente tesis. Los postulados de los autores que pertenecen a dichas escuelas se organizan de manera cronológica.

I.1. Antecedentes del concepto de elasticidad

De esta manera, se comienza por hacer referencia a los trabajos de King (1696) y Davenant (1699) considerados como los cimientos del concepto de elasticidad precio de los alimentos. Analizando datos estadísticos sobre el precio del trigo en Inglaterra, estos pensadores identificaron que los aumentos en el precio del trigo respondían a las cantidades cosechadas de manera inversa; sentando con ello una primera aproximación al concepto de curva de demanda y elasticidad-precio. De manera similar advirtieron que, ante caídas de la producción, los precios de los cereales sobre-reaccionaban, lo que posteriormente se denominó ley de King-Davenant, situación que se presenta en el problema analizado en cuanto al precio del maíz, identificándose la existencia de una elasticidad precio de demanda muy baja (Ricardo, [1821]1987:144-5; Campos, 1962; Parkin *et al.*, 2006:89).

I.2. Recorrido histórico del comercio internacional de cereales

I.2.1. Concepción mercantilista

Para continuar con el estado del arte del problema estudiado, es necesario incorporar el recorrido histórico en cuanto al comercio internacional de alimentos. Con esta finalidad resulta pertinente comenzar la discusión situándose en el siglo XVII en el sistema de pensamiento mercantilista. Este sistema se desarrolló en un entorno institucional acompañado de la concepción de la nación-estado, este contexto explica las características del intervencionismo del estado en asuntos económicos. Las reglas principales de la economía nacional propuestas por Von Hornick ([1684] 1924) constituyen un resumen de los principios mercantilistas (Ekelund y Hébert, 2013) de los cuales cabe resaltar la postura que se tenía en cuanto al consumo interno de las materias primas encontradas en el país, las cuales deberían ser utilizadas como insumos de bienes manufacturados nacionales ante la identificación de un mayor valor de los bienes acabados. Por otra parte, se imponía la obstaculización de las importaciones de bienes extranjeros, éstas estaban limitadas a las materias primas que pudieran agotarse en el país. Por último, cabe resaltar que se prohibía la importación de aquellos bienes en los que se contaba con existencias de modo suficiente y adecuado en el país.

En este sentido, cabe advertir que el mercantilismo se desarrolló de distinta manera en los países en los que se presentó. Particularmente en Inglaterra se impulsaron medidas proteccionistas hacia el mercado de los alimentos. En este contexto se impuso la ley de cereales, que consistió en regulaciones para gravar impuestos a la importación de maíz, trigo, cebada y avena, hacia Inglaterra. Ante esta situación y como consecuencia de una presión ejercida por parte de la población hacia la demanda de alimentos, se provocó un aumento en los precios de los mismos, así como en las rentas y la inversión. El trigo constituyó el centro de atención en dicha situación al haber sido el grano que resultó mayormente afectado en comparación con los otros alimentos, particularmente su precio sufrió un incremento en más de la mitad en el periodo comprendido entre de 1809 a 1813 (Saudreth y Colender, 1974).

I.2.2. Adam Smith ante la Ley de cereales

En este contexto resulta preciso incorporar la postura de Adam Smith ante la concepción mercantilista del comercio internacional, particularmente en cuanto a la Ley de Cereales. En contraste a las medidas proteccionistas postuladas en dicha ley, Smith (1789) sostiene como tesis las ventajas de la libertad económica, advirtiendo la pérdida de eficiencia al obstaculizar el mecanismo de la mano invisible y con ello una caída en las ganancias derivadas del libre mercado. Para Smith, las restricciones proteccionistas a la importación de productos originan un monopolio en el mercado interior en algunas industrias. Esto se traduce en ventajas a dichas industrias en el sentido de que se dirige una mayor proporción del trabajo y del capital de la nación que si se contara con apertura comercial (Napoleoni, 1981).

Por otra parte, en una situación con restricciones a las importaciones, los particulares invierten su capital en la producción de mercancías de manera ineficiente. Si se produjeran dichas mercancías en el extranjero a menor costo que en el interior se estuviera en posibilidad de incrementar los volúmenes de producción y de esta manera los intereses públicos no estarían sesgados a los intereses privados conducidos por los particulares. Concluía que ninguna política resulta más eficaz, en la promoción de la riqueza nacional, que la mano invisible que mediante la estimulación de la conveniencia privada impulsa a los particulares, sin que ellos lo sepan, a promover un fin, esto es, la ventaja general la cual no forma parte en ningún momento de sus intenciones (Ibídem).

I.2.3. Malthus y su explicación al incremento en los precios de las provisiones

Para dar continuidad al recorrido histórico del tema, se presenta la postura de Malthus (1798, 1800 y 1836) en cuanto a la producción de alimentos y la concepción del comercio internacional, así como un trabajo elaborado para explicar la causa del incremento en los precios de las provisiones que se presentó con mayor pronunciación en Inglaterra para los años 1798-1799. En el primer punto, la tesis sostenida por parte de Malthus giraba en torno a que la población crecía de manera exponencial mientras que la producción de alimentos lo hacía de manera aritmética, lo cual resultaría en un desabasto; por este motivo sostenía

que los alimentos no deberían participar en comercio internacional para prolongar más el desabasto de alimentos.

Resulta conveniente incluir en esta discusión el trabajo que desarrolló Malthus (1800) para explicar la causa del incremento en los precios de las provisiones en Inglaterra alrededor de 1798-1799. Atribuyó dicha alza en los precios al afán de incrementar, en proporción con el precio del maíz, los apoyos (*allowances*) a las parroquias por parte del reino. Explicando que esta situación, se pudo llevar a cabo debido a la riqueza del país. Planteó a esta como la única causa del incremento en el precio de las provisiones, más allá de la escasez de la producción de las mismas, el cual superaba al incremento presentado en otros países. El estudio lo llevó a cabo para desmentir las acusaciones generalizadas que se tenían en Londres hacia los comerciantes que fungían como intermediarios entre productores y consumidores de alimentos, -particularmente cereales-, como responsables del incremento dichos productos.

I.2.4. David Ricardo: ventaja absoluta, ventajas relativas y ganancias del comercio

Posteriormente, en este recorrido histórico destaca la posición de David Ricardo respecto del comercio internacional quien sostuvo una postura a favor del mismo. Este pensador de corte clásico publica su obra *Principios de política económica y tributación* en 1817 en la cual presenta la ley de la ventaja comparativa. Su mayor contribución es la determinación de las condiciones bajo las cuales es posible que se lleve a cabo el comercio entre dos países. Postulaba que la apertura comercial era benéfica para la economía en su conjunto. Dentro de los conceptos clave de su teoría se encuentran las ventajas absolutas y las ventajas comparativas. La tesis que sostuvo fue que los países se deben especializar, y por ende exportar aquellos bienes en los que cuenten con una mayor ventaja relativa, o bien como menciona una menor desventaja relativa (Gandolfo, 1998).

Planteaba como condición necesaria para la existencia del comercio internacional a la presencia de un diferencial entre los costos comparativos. Estos costos se pueden definir como la razón entre los costos unitarios o absolutos de los dos bienes dentro del mismo país. Otra manera de considerarlos es como la razón entre los costos unitarios del mismo bien dentro de los dos países; de esta manera:

Si se considera que a_1 y a_2 representan el costo unitario de producción de un bien en el país 1 y el país 2, respectivamente, y b_1 y b_2 , el costo unitario del otro bien, entonces:

$$(a_1/b_1 = a_2/b_2) \leftrightarrow (b_1/a_1 = b_2/a_2) \leftrightarrow (a_1/a_2 = b_1/b_2) \leftrightarrow (a_2/a_1 = b_2/b_1)$$

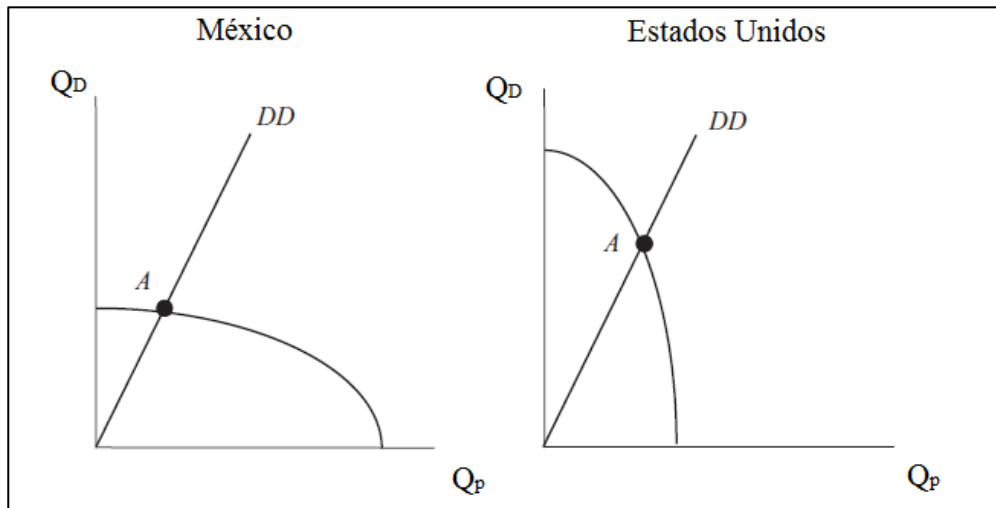
$$(a_1/b_1 \geq a_2/b_2) \leftrightarrow (b_1/a_1 \geq b_2/a_2) \leftrightarrow (a_1/a_2 \geq b_1/b_2) \leftrightarrow (a_2/a_1 \geq b_2/b_1)$$

Por ende, no existe diferencia si se compara entre a_1/b_1 y a_2/b_2 o entre a_1/a_2 y b_1/b_2 , y así sucesivamente. Por otra parte, la condición suficiente consiste en que los términos internacionales del comercio se encuentren entre los costos comparativos. De esta manera, cuando las dos condiciones se satisfacen, le resultará benéfico a cada país especializarse en la producción de un bien. Cada país se especializará en el bien en el que tiene la mayor ventaja relativa o la menor desventaja relativa (Ibídem).

Por otra parte, Reinert (2012) define el concepto de ventaja absoluta como la posibilidad de que, debido a las diferencias en las condiciones de oferta, un país puede producir un producto a un precio más bajo que otro país. Mientras que la ventaja comparativa la define como una situación en la que la relación precio autárquico relativo en un país de un bien en términos de otro bien es más bajo que el de otros países en el mundo. En otras palabras, la ventaja absoluta la tiene aquel país que requiere menos trabajo para producir un bien; mientras que en la ventaja comparativa se toma como base los requerimientos laborales en otros países para medir los requerimientos laborales domésticos.

Con la finalidad de ilustrar el concepto de las ganancias del comercio internacional según el modelo clásico ricardiano se plantea un ejemplo hipotético. Para ello se supone que los únicos países en el mundo son México y Estados Unidos y cada país produce dos bienes: petróleo y derivados con un solo factor de producción (trabajo). Otro de los supuestos consiste en considerar que México cuenta con una mayor posibilidad de producir petróleo y una menor posibilidad de producir derivados debido a sus recursos tecnológicos, por otra parte, se asume que Estados Unidos se comporta de manera inversa. De esta manera, se presentan las siguientes fronteras de posibilidades de producción (FPP).

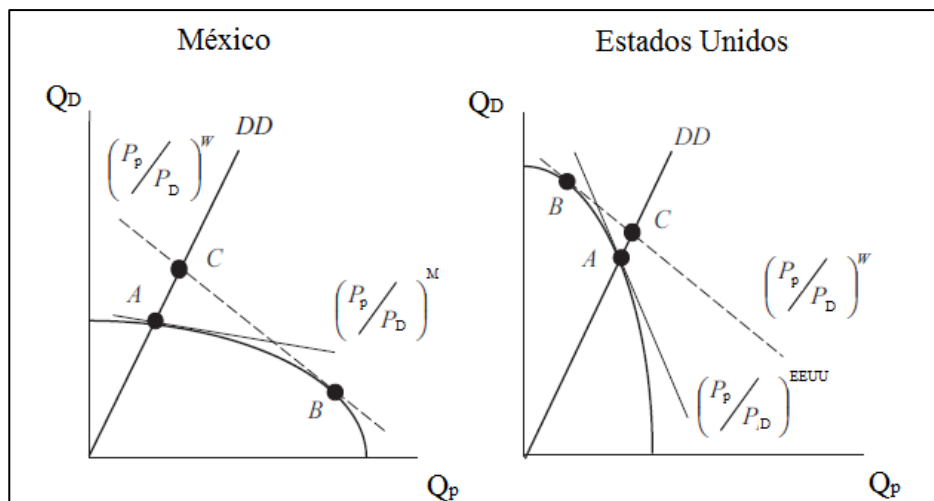
Figura 1.1. Frontera de posibilidades de producción de México y EE.UU.



Fuente: Elaboración propia con base en Reinert (2012)

En la gráfica de la izquierda se ilustra la FPP de México así como la demanda diagonal, mientras que de lado derecho se incluye la situación para Estados Unidos, país con mayores recursos tecnológicos y por tanto mayor disponibilidad de producir derivados del petróleo. El eje de las abscisas refiere a la cantidad producida de petróleo, mientras que la de las ordenadas representa la cantidad producida de derivados.

Figura 1.2. Equilibrio autárquico en México y EE.UU.

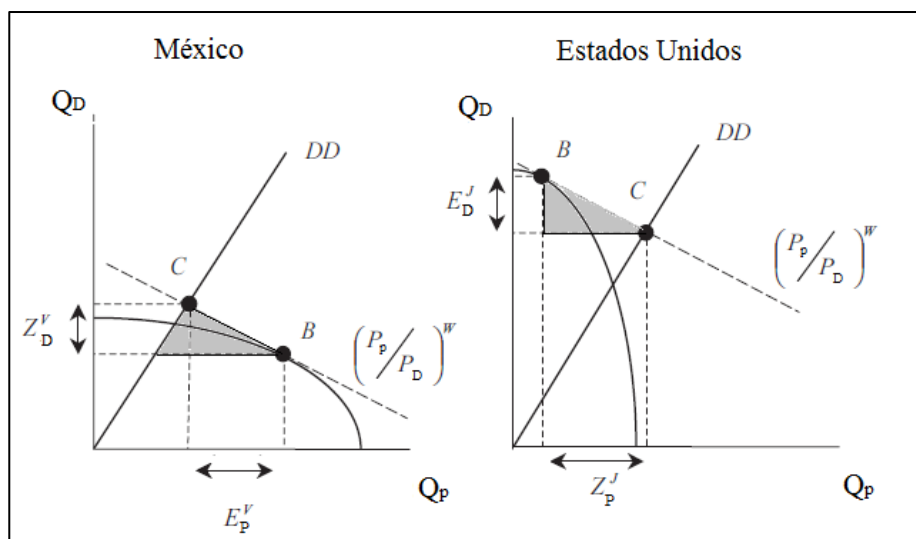


Fuente: Elaboración propia con base en Reinert (2012)

En esta figura, DD representa la curva de demanda diagonal mientras que $(P_p/P_D)^W$, $(P_p/P_D)^M$, $(P_p/P_D)^{EE.UU.}$, los precios relativos del petróleo respecto de los derivados para el mundo, para México y para Estados Unidos, respectivamente. En la situación de autarquía cada país sólo puede producir en los puntos que se encuentran dentro de sus fronteras de posibilidades de producción. Para este ejemplo en particular se asumió que Estados Unidos tiene ventaja comparativa sobre México en la producción de derivados de petróleo. A pesar de que cada país cuenta con ventajas relativas en un determinado bien –petróleo para el caso de México y derivados para el caso de Estados Unidos–, se está en desequilibrio internacional, puesto que si comerciaran ambas economías se podrían alcanzar mayores niveles de bienestar.

Si se considera que se apertura el comercio y México se especializa en la producción de petróleo y Estados Unidos en la producción de derivados, y cada uno de ellos exporta el excedente del producto en el que presentan ventajas comparativas sobre el otro país, se tiene el escenario que a continuación se muestra:

Figura 1.3. Apertura comercial y ganancias del comercio.



Fuente: Elaboración propia con base en Reinert (2012)

Una vez llevado a cabo el comercio internacional, las ganancias que derivan de este se reflejan en una mayor producción y con ello un mejoramiento en el bienestar social. De esta manera cada país exporta el bien en el que presenta mayor ventaja comparativa y por

ende en el que se especializa, alcanzando en ambas gráficas el punto C. Dicha cesta no es posible de alcanzar en las situaciones de autarquía debido a que se encuentra fuera de las FPP de ambos países.

En este escenario ya no se habla de precios relativos para cada país en particular, sino que estos convergen a un precio mundial en el que se alcanzan mayores niveles de bienestar global. De esta manera México se especializa en petróleo y comercia su excedente, mientras que Estados Unidos se especializa en derivados y sigue la misma acción. De este modo, las ganancias del comercio se pueden ilustrar mediante las áreas sombreadas en los gráficos correspondientes.

I.2.5. Debate Ricardo-Malthus

Dentro de sus trabajos, Ricardo (1815) genera una serie de críticas a los estudios de Malthus (1815), en cuanto a sus planteamientos en contra de la política del libre comercio. Al conjunto de estos estudios se les denomina el debate Malthus-Ricardo. De estos trabajos se desarrolló la Ley de Cereales de 1815 (Salvadori y Signorino, 2013).

De esta forma se comienza por referir a la postura de Malthus (1815), quien declaró su opinión a favor de algunas restricciones en la importación de maíz del extranjero. Con ello apoyaba a una política de auto-suficiencia alimenticia encaminada a orillar a Gran Bretaña a depender de las importaciones sólo en los años en que se contara con cosechas escasas. Malthus en un principio se mostraba imparcial en cuanto al libre comercio de maíz entre Inglaterra y otros países; sin embargo, su postura se vio modificada cuando Francia estableció una política restrictiva a las exportaciones de este grano. Malthus argumentaba que la caída en el precio del maíz a causa de su libre importación implicaría una caída drástica y permanente de los precios del mercado británico de maíz así como la creación de expectativas deflacionarias en el mismo. El abandono del cultivo de tierras marginales británicas y una desaceleración del progreso tecnológico en la agricultura serían otros aspectos que estarían presentes ante el libre cambio. En tal escenario, Gran Bretaña se convertiría en estructuralmente dependiente de las importaciones de maíz del extranjero ya que la producción media de maíz en las tierras fértiles británicas no sería suficiente para satisfacer las necesidades de consumo interno y marginal. Las tierras menos fértiles, una

vez abandonadas, requerirían tiempo e inversión de capital considerable para ponerlas de nuevo en un estado productor (Salvadori y Signorino, 2013).

Ante la postura proteccionista adoptada por Malthus, Ricardo responde con una serie de contrarréplicas a favor del libre cambio. Las críticas que realizó Ricardo se basaron en los resultados analíticos a los que llegó Malthus respecto de la relación entre la renta y los beneficios. Ricardo mencionaba que, dados los salarios reales y la tecnología agrícola, la mala calidad de una tierra, otorga mayor beneficios a la tierra próxima más productiva. Otra de las críticas que Ricardo realizó a Malthus fue en cuanto a su concepción de la naturaleza de la renta como transferencia de pagos. Ricardo argumentaba que cualquiera que sea la causa que reduce la renta agregada, reduce los beneficios, tal redistribución de poder de compra de los terratenientes a los agricultores deja intacto el gasto agregado (Ibídem).

I.2.6. Comercio internacional desde una visión estructuralista

En el contexto del estudio de las concepciones del comercio internacional, resulta relevante incorporar la postura de la Escuela Estructuralista Latinoamericana. Esta corriente surge a finales de la Segunda Guerra Mundial como respuesta de organismos internacionales como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de Naciones Unidas (Cepal).

Resulta pertinente incorporar una explicación de los fundamentos de la escuela estructuralista latinoamericana. Dicha escuela estaba basada en la concepción del sistema centro-periferia, el cual plantea una diferenciación entre economías en relación a la estructura del comercio mundial, caracterizado por el intercambio de manufacturas por materias primas. Cabe mencionar el interés de la escuela estructuralista hacia los temas concernientes a la concepción del desarrollo y el subdesarrollo, clasificación que se basa en el análisis de las diferencias en las estructuras productiva y económica entre países avanzados y rezagados. En cuanto a las estructuras productivas, resulta relevante mencionar la diferenciación entre centro y periferia presente en los estudios de esta escuela, refiriéndose por economía central a una economía grande en términos de su estructura productiva y avances tecnológicos además de contar con diversificación y homogeneidad.

En cambio, la economía periférica es una economía pequeña con atraso tecnológico la cual presenta especialización y heterogeneidad (Rodríguez, 2006).

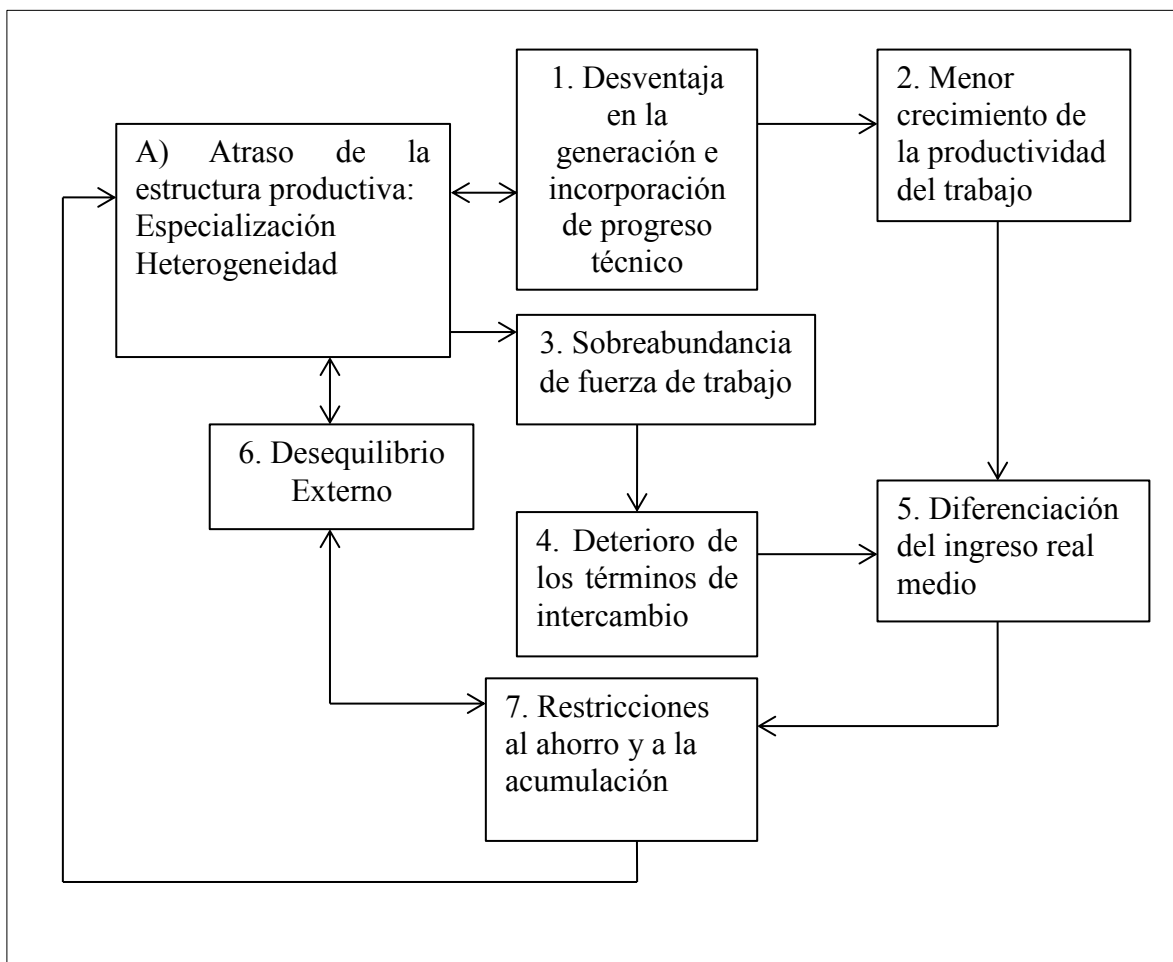
Por otra parte, Bielschowsky (2010) menciona que la etapa estructuralista del sistema analítico de la CEPAL consiste en examinar las especificidades productivas, sociales, institucionales y la inserción internacional de los países de América Latina y el Caribe, en su carácter de periféricos, contrastándolas con las economías centrales. El principal precursor de esta corriente del pensamiento económico fue Raúl Prebisch. Cabe mencionar que según las primeras tres obras del estructuralismo, los países periféricos, contrario a los países centrales, presentan características compartidas como la especialización en bienes del sector primario, niveles de productividad desiguales entre los sectores, oferta de mano de obra ilimitada, ingresos cerca del nivel de subsistencia, estructura institucional que no se inclina por la inversión y progreso técnico.

La inserción internacional de los países periféricos formaba parte de los principales enfoques de la CEPAL. La idea central de Raúl Prebisch era la existencia de una asimetría entre el dinamismo de la demanda mundial de los productos primarios que se originan en la periferia y el dinamismo de la demanda de la periferia de productos industriales originados en el centro (Ídem); lo cual enlaza con el planteamiento de Adam Smith al considerar que:

“el deseo de alimento se halla limitado en todos los seres humanos por la limitada capacidad de su estómago, pero el deseo de conveniencias, aparato, mobiliario, ornato en la construcción, vestido y equipaje, parece que no tiene límites ni conoce fronteras.” Smith ([1789] 1984:159)

De esta manera, el enfoque estructuralista aborda al comercio internacional desde una perspectiva del sistema centro-periferia. La concepción del sistema centro-periferia de la escuela estructuralista latinoamericana se presenta en la siguiente figura.

Figura 1.4. Sistema Centro-Periferia



Fuente: Rodríguez (2006:58)

En dicha figura se visualiza la dinámica del sistema centro periferia. En el cuadro A se comienza por describir la situación de la economía periférica haciendo alusión al atraso que cuenta en la estructura productiva, pues presenta tanto especialización como heterogeneidad. Ante dicha posición se genera una desventaja en la generación e incorporación del progreso técnico a la estructura productiva, lo que se traduce en un menor crecimiento de la productividad del trabajo. Por otra parte, debido al atraso en la estructura productiva y a la alta especialización, se presenta una sobreabundancia en la fuerza de trabajo. Ante dicha situación se incurre en el deterioro de los términos de intercambio. Esto a su vez genera una diferenciación del ingreso real medio, generando así restricciones al ahorro y a la acumulación los cuales a su vez producen un desequilibrio externo. Las restricciones al ahorro y a la acumulación constituyen una de las retroalimentaciones al

sistema con el origen del mismo referente al atraso de la estructura productiva, las otras son el desequilibrio externo y el limitado progreso técnico.

En cuanto al fenómeno del deterioro secular de los términos de intercambio, los postulados en los que se basan los estructuralistas para desarrollar su teoría del deterioro se refieren a que la especialización productiva de centros y periferia, así como el intercambio de manufacturas por bienes primarios, deberían traer consigo continuas ventajas para las áreas de menor desarrollo. Por otra parte, sostienen que el avance tecnológico es más rápido en la industria de las economías centrales que en la producción primaria de las periféricas; del mismo modo, la productividad aumenta más rápido en los centros que en la periferia (Rodríguez, 2006).

Bajo el supuesto de que los ingresos monetarios permanecen constantes, y si los precios de las exportaciones respectivas bajan en proporción a los aumentos de productividad, los términos del intercambio mejorarán persistentemente para la periferia; de este modo la economía periférica lograría compartir con los grandes centros industriales los frutos de su mayor progreso técnico. Sin embargo, dichos resultados están en contradicción con los hechos empíricos, pues los precios se incrementan y tienden a elevarse más en la producción manufacturera que en la primaria. Lo cual implica que los países periféricos no reciben parte del fruto de la mayor productividad industrial, sino que no han podido retener para sí el provecho de su propio progreso técnico (Ibídem).

A este respecto Cuddington *et al.* (1989: 169) mencionan que: “La hipótesis que sostienen [refiriéndose a la escuela estructuralista latinoamericana] es la existencia de un deterioro secular en los términos netos de intercambio entre los productos básicos y los manufacturados”. Prebisch (1973) considera necesaria la realización de cambios en las relaciones entre los países más desarrollados y los menos desarrollados, refiriéndose a que se deben de modificar las importaciones a medida que el ingreso se incrementa. De igual manera, advierte que las economías desarrolladas pretenden realizar cambios estructurales en la composición de sus exportaciones debido a cambios tecnológicos, los gustos o la política comercial; defendiendo que los países en desarrollo deben de estimular la producción sustitutiva.

Más adelante, en las décadas de 1960 y 1970, un grupo de investigadores latinoamericanos crean la escuela dependientista. En el periodo de 1990-2010, surge la escuela neo-estructuralista ante la refundación del estructuralismo (Collantes, 2010). En todas las escuelas del pensamiento económico mencionadas la globalización juega un papel determinante. El mundo consta de un centro y una periferia con evoluciones económicas vinculadas.

Fajnzylber (1983) se encuentra dentro de los principales exponentes del neo-estructuralismo, señala el atraso del sector clave para la generación y difusión del progreso técnico, la precariedad del empresariado industrial nacional, con poca vocación para el riesgo y el progreso técnico, la escasa propensión de las filiales locales de las multinacionales a la investigación y desarrollo, la innovación tecnológica, la eficacia y la creatividad local, la existencia de una precoz e ineficiente diferenciación de productos, resultan de una serie de circunstancias; dentro de las cuales se encuentra la opción por el pequeño mercado interno concentrado en ingresos altos, la limitada integración entre la dinámica industrial y la agrícola, que repercuten en una modernización y en aumentos de la productividad insuficientes. Estos elementos traen como consecuencia las limitantes a las que se enfrenta América Latina como los estrangulamientos de su balanza de pagos (Bielschowsky, 2010).

I.3. Recapitulación marco teórico-conceptual y estado del arte

En esta sección se abordaron las escuelas del pensamiento en las que se soporta teóricamente la presente tesis. Se incorporó el recorrido histórico que sigue el problema de investigación. Se abordaron los antecedentes del concepto de elasticidad precio de la demanda, particularmente de la Ley de King-Davenant. Posteriormente se trató el abordaje y las posturas respecto del libre comercio por parte de algunos pensadores. De manera similar se explicó la concepción de la escuela estructuralista latinoamericana respecto del libre comercio así como su evolución hasta el desarrollo y surgimiento de la escuela neo-estructuralista.

De esta manera se plantea que la Escuela Estructuralista Latinoamericana explica el periodo previo al analizado en la presente tesis debido a que en el escenario planteado

interactúan países en el comercio internacional con estructuras distintas. Sin embargo, durante el periodo de 2000 a 2011 se rompe la tendencia del deterioro secular de los términos de intercambio en el escenario planteado. El contexto en el que se desenvuelve el problema de investigación en cuestión es propicio para abordarse desde una perspectiva de la escuela neo-estructuralista. Por ese motivo, la presente tesis toma como teoría principal a dicha escuela.

CAPÍTULO II MARCO CONTEXTUAL

En este capítulo se describe el contexto en el que se enmarca la investigación. Se comienza por mostrar la situación de los agentes económicos en Estados Unidos respecto a la producción y consumo de maíz; se hace especial énfasis en la diversificación del maíz que se lleva a cabo en este país, particularmente en la producción de etanol, esto con la finalidad de referir a los determinantes del precio del maíz identificados por diversos autores. En segunda instancia, se representa la relevancia con la que cuenta el maíz para la economía de México en términos de producción y consumo por parte de los productores y consumidores de maíz. En la tercera sección, se explica el vínculo entre México y Estados Unidos en esta discusión; con esta finalidad se describe el mecanismo de los precios de indiferencia para referir a la integración del mercado de maíz de estas dos economías. Posteriormente, se incluye un apartado respecto del bienestar de los agentes en ambas economías.

II.1. Producción y consumo de maíz de los agentes de Estados Unidos

II.1.1. Oferta de maíz en Estados Unidos

Estados Unidos representa el principal productor a nivel mundial. Para 2011 produjo aproximadamente 314 millones de toneladas de maíz, lo que representó cerca del 35 por ciento del volumen de la producción mundial de este cereal (USDA, 2013). Las variedades de maíz producidas en este país son maíz amarillo y maíz blanco. La mayor parte de la producción de maíz en Estados Unidos es maíz amarillo. El maíz blanco se destina para el consumo humano, cabe mencionar que su producción es marginal en comparación con la del maíz amarillo, pues constituye aproximadamente el 1 por ciento la producción total del maíz (Ídem). Cabe mencionar que la soya y el trigo representan productos sustitutivos del maíz, ya que compiten por la tierra (Westcott y Hoffman, 1999).

El sector agrícola en Estados Unidos presenta una estructura productiva homogénea la cual se caracteriza por el uso de tecnología avanzada en la producción de cultivos. Dichas características se encuentran reflejadas en la productividad que presenta en su producción de maíz la cual para 2011 ascendió a 147.20 búsheles por acre (USDA, 2013).

Esta situación se ha logrado debido a diversos factores, dentro de los que destacan la implementación de políticas gubernamentales aplicadas al campo, así como la diversificación de los usos del maíz, lo cual incentivó a la producción de este cereal.

En 1994 y 1995 Estados Unidos representó el principal exportador de maíz al mercado chino; esta situación se presentó debido al desabasto de este cereal en China en años anteriores. Ante dicho desabasto y previendo que se dispersara una inflación generalizada a los demás sectores, el gobierno chino redujo en su totalidad la exportación de maíz durante 1994 y 1995 (USDA, 2012). De esta forma los productores de maíz en Estados Unidos encontraron un mercado objetivo en esos años luego de haber identificado el déficit en la producción de este cereal en China. Sin embargo, en años posteriores China pasó a ser exportador de maíz como resultado de políticas internas (Ídem). Por consiguiente, la estrategia de exportación de los productores de Estados Unidos falló trayendo como resultado un exceso de oferta de maíz. El volumen de la producción de maíz era prácticamente imposible de colocar en el mercado a los precios vigentes. Debido a dicha situación y a la característica del maíz como bien perecedero, los productores se vieron obligados a ofrecer el maíz a precios inferiores a los de su costo de producción.

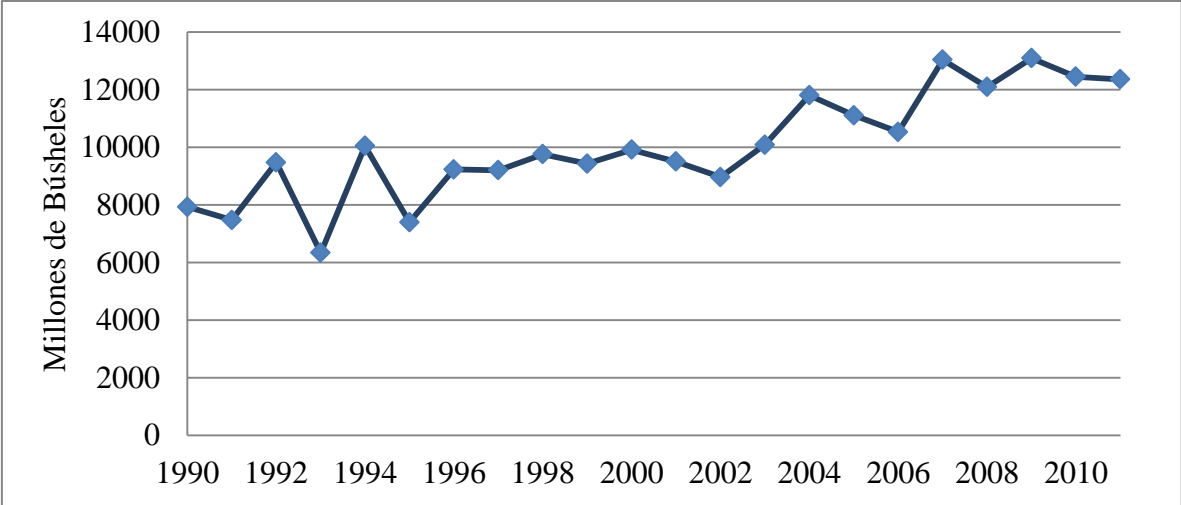
Por otra parte, en cuanto a los impactos de las políticas gubernamentales en la producción de maíz diversos autores han desarrollado investigaciones (Arzac y Wilkinson, 1979; Urbanchuk, 1997; Westcott y Hoffman, 1999; Birur *et al.*, 2008; McPhail y Babcock, 2012). Resulta conveniente mencionar la Ley Federal de Mejora y Reforma Agrícola (FAIR)¹, también referida en diversos trabajos como *Farm Bill* de 1996; dicha política sustituyó a las primas compensatorias y a los programas de reducción de superficie de cultivo con contratos fijos. De esta manera, los agricultores comenzaron a basar sus decisiones de producción en las expectativas de los mercados y no en los precios establecidos por el gobierno; ante dicha situación se genera mayor variabilidad en la oferta de maíz (Urbanchuk, 1997).

El fallo en la estrategia de exportación de maíz a China así como el establecimiento del FAIR, intensificaron las pérdidas para los productores de este cereal. Dichos agentes

¹ Por sus siglas en inglés: *Federal Agricultural Improvement and Reform Act*

encontraron como solución ampliar la cadena productiva del maíz incorporando la producción de etanol de primera generación. Para colocar la oferta de etanol de maíz en el mercado, solicitaron apoyo al gobierno estadounidense. De esta manera, se desarrollaron una serie de políticas gubernamentales para la producción y el consumo de etanol. Con la finalidad de mostrar la evolución del volumen de la producción de maíz en Estados Unidos se presenta la siguiente gráfica abarcando del periodo de 1990 a 2011.

Figura 2.1. Producción de maíz en Estados Unidos 1990-2011

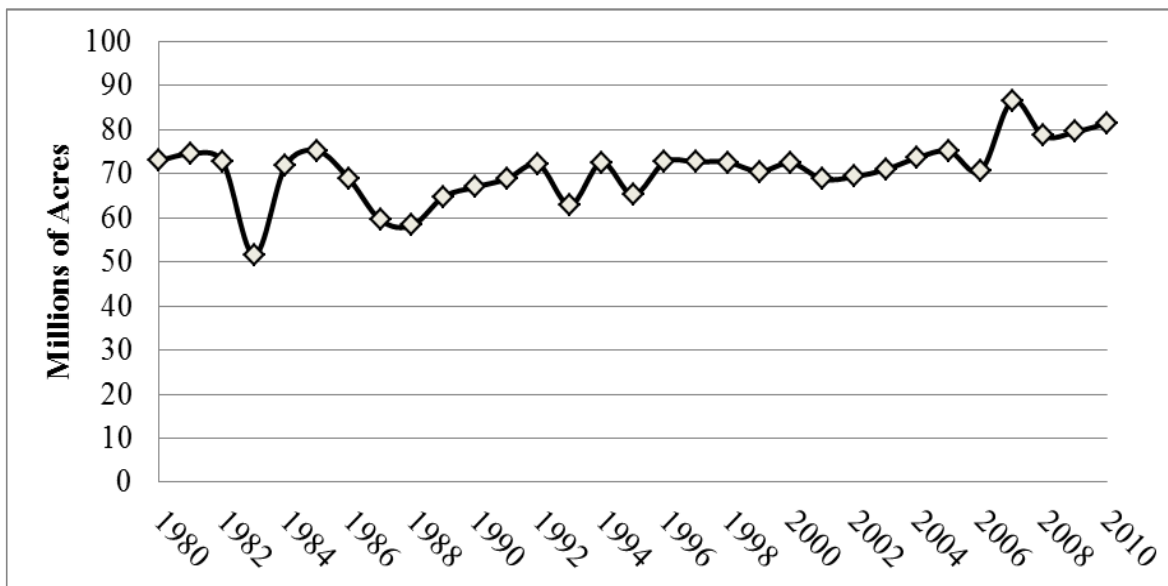


Fuente: Elaboración propia con datos de USDA (2013).

En la década de 1990 a 2000, Estados Unidos produjo en promedio 8,747.05 millones de búsheles; en el período comprendido entre 2000 y 2010 se produjeron 11,144.44. La producción alcanzó un máximo de 13,091.86 millones de toneladas en 2009 (USDA, 2013). Durante el período 1990-2010 se puede observar la gran variabilidad en la producción de maíz de Estados Unidos. En la gráfica se observa un shock en la producción de maíz en 1994 como respuesta de la estrategia de exportación a China; esto aunado a la firma del Tratado de Libre Comercio con América del Norte estipulado en ese mismo año. Posteriormente, se presenta una caída en la producción de este cereal para el año 1995, debido al fallo en la estrategia con respecto a la exportación de maíz a China. Sin embargo, a partir de dicho año el volumen de la producción presenta una tendencia alcista hasta 2011.

Con la finalidad de ampliar la descripción de la oferta de maíz de Estados Unidos en el contexto analizado, a continuación se incluye la evolución de la superficie cultivada de maíz en millones de acres.

Figura 2.2. Superficie cultivada de maíz en Estados Unidos 1980-2010



Fuente: Elaboración propia con información de USDA (2013)

En esta gráfica se puede observar que la superficie al comienzo del periodo presentó incrementos considerables hasta el año 1982; luego de ese año, se alcanzó el punto mínimo de la serie llegando a 50 millones de acres de superficie cultivada de maíz. En el año 1994, la implementación del TLCAN se vio reflejada en dicha serie, la cual presentó una ligera caída en el 95, recuperándose luego de la emisión del FAIR en 1996; a partir de dicho año la serie tuvo una tendencia alcista. Es importante resaltar que en 2007 se presentó un incremento en la demanda de maíz por parte de la industria de biocombustibles incentivado por las políticas implementadas. Precisamente en ese año se alcanza el punto máximo de la serie con casi 90 millones de acres cultivados en Estados Unidos.

II.1.2. Demanda de maíz en Estados Unidos

El maíz constituye uno de los cultivos más importantes en Estados Unidos, puesto que cuenta con un fuerte encadenamiento con otros sectores, resulta conveniente destacar que este cereal representa un vínculo entre el sector agrícola y el energético (De La Torre,

2003). La demanda de maíz en Estados Unidos se compone de tres grandes grupos: demanda de maíz para alimentación ganadera, demanda por parte de las exportaciones y demanda por parte del grupo de alimentos, alcohol y usos industriales (USDA, 2013). La demanda por parte de la industria ganadera representa la mayor parte del maíz consumido, la cual asciende a alrededor del 44 por ciento del total. Por otra parte, la demanda de maíz por parte del grupo de alimentos, alcohol y usos industriales representa aproximadamente el 40 por ciento. Mientras que el 16 por ciento restante lo constituyen las exportaciones (Earth Policy Institute, 2013).

En la elaboración de etanol se consume la mayor proporción de maíz dentro del grupo de alimentos, alcohol y usos industriales. Dicha proporción se ha incrementado constantemente a tal grado que la industria de etanol pasó de consumir cerca del cinco por ciento del total de la producción de maíz en 2000 a más del 40 por ciento en el 2012. Se estima que para el final de dicho periodo la industria de etanol demandó aproximadamente 15 por ciento de la producción de maíz mundial (Wise, 2012). El incremento sostenido en la producción de etanol y consecuente incremento de la demanda de maíz, se vio fuertemente incentivada por la implementación de políticas gubernamentales durante este periodo así como de la incorporación del sector privado, sector público e instituciones educativas.

Dentro de las políticas gubernamentales desarrolladas para incentivar la producción de etanol se encuentra un mandato al consumo denominado Norma de Combustibles Renovables (RFS), así como créditos fiscales, barreras a la entrada mediante un arancel de importación, préstamos y garantías de préstamos y apoyos a la investigación. En 2011, el crédito fiscal y el arancel proteccionista fueron suprimidos. Sin embargo, el mandato del consumo sigue constituyendo un importante factor en la demanda de etanol; el programa estipulado en la RFS, designado como mandato del consumo, se creó en virtud de la Ley de Política Energética de 2005, y representó el primer mandato sobre el volumen de combustible renovable en Estados Unidos.

La Norma de Combustibles Renovables establece el volumen mínimo de biocombustibles que se debe mezclar en las gasolinas de Estados Unidos. El mandato en la

mezcla de etanol se emite cada año. La RFS inicial estableció que se utilizara un mínimo de 4 mil millones de galones en 2006, llegando a 7.5 mil millones de galones en 2012.

La Ley de 2007 de Independencia Energética y Seguridad incentivó a la ampliación de los volúmenes establecidos en los mandatos de biocombustibles y se prorrogó la fecha hasta el 2022. La nueva Norma de Combustibles Renovables (RFS2) estipula el uso anual de 9 millones de galones de biocombustibles en 2008, llegando a 36 mil millones de galones en el 2022, con al menos 16 mil millones de galones de biocombustibles de celulosa, y un tope de 15 mil millones de galones de etanol de maíz y almidón. El resto debe ser cubierto con biocombustibles avanzados, como el biocombustible celulósico y el diésel a partir de biomasa.

La RFS2 apoya a la producción de biocombustibles de Estados Unidos al ofrecer un mercado obligatorio para la calificación de las mezclas de biocombustibles, los expendios de combustibles deben incorporar volúmenes mínimos de biocombustibles en sus ventas anuales de combustible de transporte, independientemente de los precios de mercado. Al garantizar un mercado para los biocombustibles, RFS2 reduce sustancialmente los riesgos asociados a la producción de biocombustibles, lo que proporciona un subsidio indirecto para la inversión de capital en la construcción de plantas de biocombustibles (Schnepf y Yacobucci, 2013).

La producción de maíz se encuentra concentrada en la región del Oeste-Medio, particularmente en los estados de Iowa, Illinois, Nebraska, Minnesota, Dakota del Sur, Indiana, Wisconsin, Kansas, Ohio y Texas; Estos mismos estados son los que representan la mayor producción de etanol (U.S. Department of Energy, 2010). Las plantas generadoras de etanol carburante que operan en Estados Unidos son pequeñas y medianas empresas, cada una de las cuales producen 68 millones de galones al año en promedio.

La capacidad de innovación de las plantas de etanol es regular, puesto que, pese al incentivo por medio de políticas gubernamentales a la utilización de fuentes alternativas al maíz para la producción de etanol, la tecnología necesaria para la generación de este tipo de biocombustibles resulta costosa. En lo concerniente a la tecnología utilizada en el proceso de producción de etanol la capacidad de innovar se considera avanzada. Por otra

parte, se cuenta con asociaciones de empresarios, tanto agricultores como no agricultores, para explotar en la mayor medida la cadena de valor y con ello generar economías externas, como es el caso de POET LTD., quien representa la planta con la mayor producción de las 209 plantas de etanol (Ídem).

Dentro de las características de la estructura productiva del etanol en Estados Unidos, se encuentra la regulación gubernamental local para incentivar tanto a la producción como su consumo. En todos los estados del país se cuenta con regulaciones gubernamentales en cuanto a su producción, distribución y consumo. De esta manera, los estados identificados como los principales productores, son los que cuentan con iniciativas en torno a regulaciones relacionadas con la producción de etanol (Ibídem).

Por otra parte, se tiene que la producción de etanol en Estados Unidos se encuentra en una cadena de valor con eslabonamientos hacia adelante y hacia atrás, identificando a las empresas participantes en el proceso productivo como intensivas tanto en capital como en tecnología. El eslabonamiento que sigue la cadena productiva de etanol, presenta una integración vertical, pues las empresas participantes están unidas por una jerarquía, las tareas que llevan a cabo son diferenciadas entre los miembros, generan economías de escala en cada miembro y existe una sinergia dentro de la red. La integración vertical hacia atrás está compuesta por: la producción de maíz; su fermentación y destilación; finalmente por la producción de etanol. La integración vertical hacia adelante, es constituida por la distribución y la comercialización de este biocombustible.

Una vez producido, el etanol se traslada a las refinerías de gasolina para llevarse a cabo la mezcla correspondiente, la cual en la mayoría de los estados consiste en una mezcla de E10 (10 por ciento etanol y el resto de gasolina); posteriormente se transporta mediante vagones, -que constituye el modo de transporte más utilizado-, así como en camiones cisterna (USDA, 2007). En cuanto a su consumo, se tiene que este biocombustible es utilizado como complementario de la gasolina, sirviendo como oxigenante, por lo que su demanda por parte del consumidor final representa una demanda derivada, lo que implica que los estados en donde se consume más gasolina son también los que representan el mayor consumo de etanol.

En lo concerniente a la intervención de asociaciones no gubernamentales, se cuenta con la presencia de centros de investigación y universidades que analizan la situación del mercado de este biocombustible así como fuentes alternas para su producción con la finalidad de disminuir costos. De esta manera, las instituciones que participan en mayor medida son las universidades en donde se localiza la mayor concentración de plantas de este biocombustible (por ejemplo la Universidad de Iowa), y en donde se consume más (Universidad de California). Destacan otras instituciones como la Asociación de Combustibles Renovables y las universidades de prácticamente todos los estados.

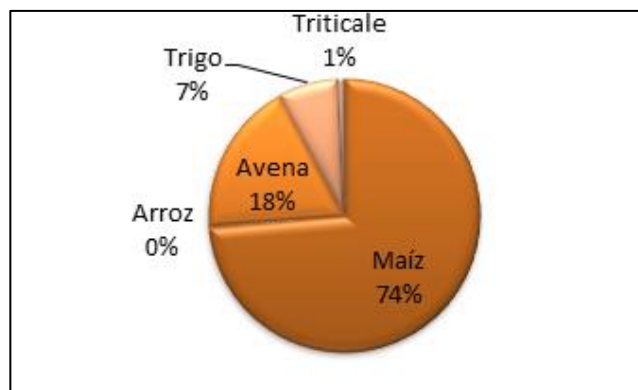
II.2. Producción y consumo de maíz de los agentes en México

II.2.1. Oferta de maíz en México

Por parte de los productores, el maíz es el cereal con mayor participación en términos de extensión territorial. En 2011, ocupó cerca del 50 por ciento del total de la superficie cultivada (SAGARPA, 2012).

En términos de producción, el maíz representa el cultivo con mayor participación del grupo de cereales a nivel nacional. Dentro de la clasificación de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca (SAGARPA) del grupo de cereales se encuentran: el maíz, el arroz, la avena, el trigo y el triticale. A continuación se muestra la participación nacional en 2011 de los cultivos que conforman el grupo de cereales.

Figura 2.3. Participación nacional del grupo de cereales en 2011



Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA (2012)

Se observa que el maíz es el cultivo que cuenta con la mayor participación dentro del grupo de cereales a nivel nacional; ocupando un 74 por ciento del total de la producción de cereales. La avena constituye el segundo cereal en términos de la producción nacional, seguido por el trigo. La producción de arroz es muy pequeña en comparación con la de los otros cultivos del grupo, pues no alcanza siquiera el punto porcentual en la participación nacional (SAGARPA, 2012). El volumen de producción que resulta de esta proporción se ve reflejada en la posición que ocupa México en términos de la producción mundial, pues se encuentra dentro de los principales productores de maíz, representando el sexto productor de este cereal (FAO, 2012; USDA, 2013).

El maíz es producido en todos los estados de México, aunque en diversas proporciones. La producción del grupo de cereales de algunos estados se encuentra representada en su totalidad por la producción de maíz. Con la finalidad de mostrar la relevancia del maíz dentro del grupo de cereales desde una perspectiva nacional, resulta conveniente presentar la participación de este cultivo dentro de su grupo por entidad federativa. Para ello, se incluye un mapa en el que se muestra el índice de participación de los cultivos que conforman el grupo.

Figura 2.4. Mapa de participación por cultivo del grupo de cereales

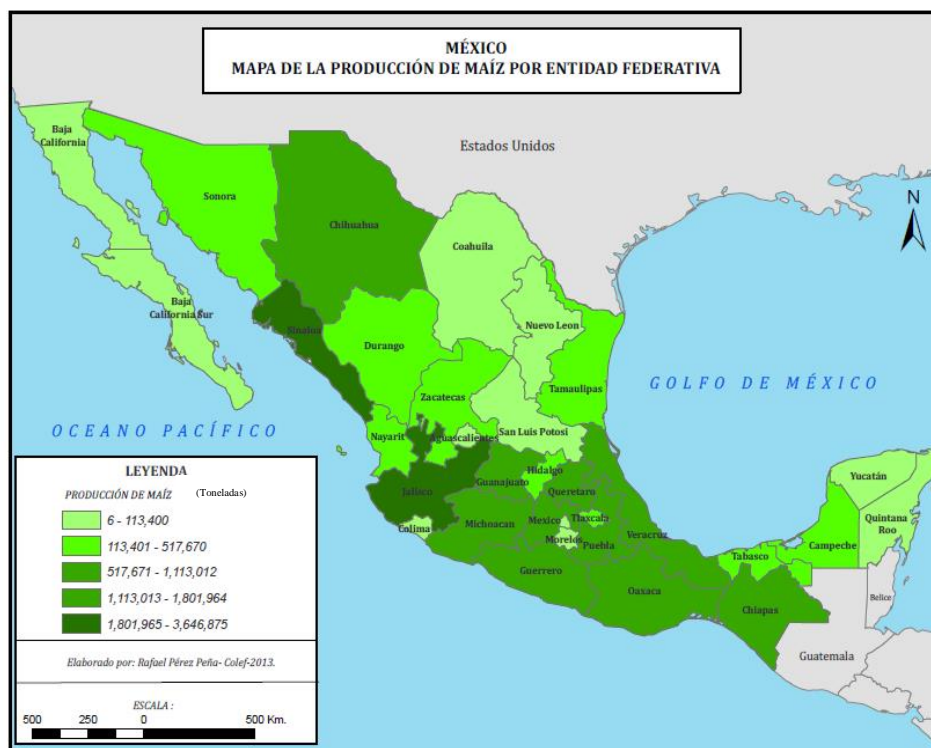


Fuente: elaboración propia con datos de SAGARPA (2012)

En este mapa se observa que el maíz es el cultivo con mayor producción dentro del grupo de cereales en las entidades federativas. En general, el maíz representa más del 50 por ciento de la producción de cereales (a excepción de los estados de Baja California, San Luis Potosí y el Distrito Federal). En los estados de Quintana Roo y Yucatán la totalidad del grupo de cereales está representado por la producción de maíz, mientras que para los estados de Chiapas, Guerrero, Tamaulipas, Sinaloa, Veracruz, Tabasco, Oaxaca, Jalisco, Nayarit y Campeche, la producción de maíz representa más de 90 por ciento del grupo de cereales. En Sinaloa, en particular el maíz constituyó el 97 por ciento del grupo de cereales, situándose en la sexta posición de la lista de estados en los que el maíz representa la mayor producción dentro de este grupo.

Con la finalidad de ampliar el análisis geográfico de la situación de la producción de maíz en México, se presenta el siguiente mapa en el que se muestra la producción de este cereal por entidad federativa. Se contemplan cinco categorías según la producción de maíz en toneladas para la cosecha de 2012.

Figura 2.5. Mapa de producción de maíz por entidad federativa



Fuente: elaboración propia con datos de SAGARPA (2012)

Las figuras anteriores evidencian la relevancia del maíz en México, cereal que representa el cultivo más producido en este país. En la mayoría de las entidades federativas se produjeron más 517, 671 toneladas en 2012. El volumen de la producción de maíz se concentra en el centro sur del país, sin embargo, la mayor participación en términos de producción está a cargo de los estados de Jalisco y Sinaloa. Los estados que cuentan con una producción de maíz en el primer quintil son Baja California, Baja California Sur, Aguascalientes, Colima, San Luis Potosí, Coahuila, Nuevo León, Yucatán, Quintana Roo y Morelos.

Sin embargo, pese a la posición que ocupa México en la producción mundial de maíz así como la gran proporción del suelo en el que participa, la producción de maíz en México no es suficiente para satisfacer la demanda nacional. México importa cerca del 35 por ciento del consumo nacional de maíz. El 90 por ciento de las importaciones de este cereal proviene de Estados Unidos (ITC, 2013). El resto se repartió entre Brasil, Guatemala, Argentina, Colombia, Francia y Canadá, principalmente.

II.2.2. Demanda de maíz en México

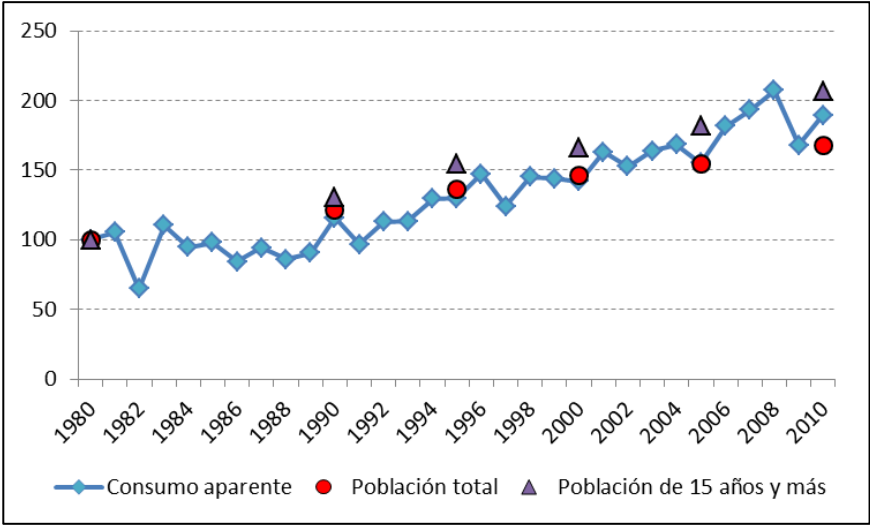
El maíz desempeña un papel fundamental desde la perspectiva de los consumidores; este cereal representa la fuente principal de calorías y proteínas ingeridas en México. A este respecto, Mestries (2009) menciona que el maíz aporta el 33 por ciento de las proteínas y el 40 por ciento de las calorías diarias consumidas en el país, puesto que representa el principal insumo de las tortillas. Aunado a las características de cualquier alimento básico se encuentra un simbolismo de la cultura mexicana, lo que en conjunto da lugar a una demanda muy inelástica de este bien; incluso en muchos casos no se perciben sustitutivos perfectos de este cereal.

Los alimentos, en general, y los cereales, en particular, presentan una elasticidad-precio de demanda muy baja (Ricardo, [1821]1987:144-5; Campos, 1962; Parkin *et al.*, 2006:89; FAPRI, 2012). Esto aunado al hecho de que el maíz representa el cereal básico en la cesta de consumo de las familias mexicanas en vez del trigo da pie a que por motivos relacionados con la supervivencia, la población consume estos bienes en cantidades constantes independientemente de su precio. Adicionalmente, el maíz cuenta con algunos

rasgos derivados de la tradición mexicana, situación que refuerza aún más la inelasticidad de su demanda.

El aumento de la cantidad total demandada en el país guarda una estrecha relación con el crecimiento poblacional. El consumo aparente de maíz en México se puede conocer a partir de las cifras de producción de SAGARPA (2012) y de exportaciones e importaciones de FAO (2012). Con la finalidad de mostrar la relación entre la demanda de maíz y el crecimiento poblacional se incluye la siguiente figura en donde se indexan los valores de la producción de maíz con base en 1980, haciendo lo mismo con los datos de población de los censos y conteos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Figura 2.6. Consumo aparente de maíz y población en México (1980=100)



Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA (2012) y FAO (2012) para el maíz y de INEGI (varios años) para la población.

Se observa que el crecimiento de la población ha presentado un incremento porcentual comparable con el de la demanda de maíz durante el periodo de análisis; cabe mencionar que la población de 15 años y más presenta niveles incluso más altos que la producción de maíz en términos porcentuales. Entre 1980 y 2010, el consumo aparente aumentó un 89 por ciento, la población total un 68 por ciento, pero la población de 15 y

más años un 107 por ciento debido a los cambios etarios asociados a la transición demográfica (Notestein, 1945; Peláez, 2009 y 2012).

II.3. Alza en el precio de maíz en Estados Unidos y su vinculación con México

En el periodo comprendido entre 2000 y 2011, se presentó un incremento sin precedentes en el precio del maíz en Estados Unidos. Ayala y Chapa (2011) sostienen este argumento al mencionar que, a partir de la mitad de 2005, se ha presentado una tendencia alcista en los precios internacionales de los principales productos agrícolas, dentro de los cuales se encuentra el maíz, el sorgo y el arroz, mismos que presentan un incremento acumulado de dos o tres dígitos en los años posteriores.

Dentro del proceso de determinación del precio del maíz en Estados Unidos, la demanda de este cereal por la industria de biocombustibles, juega un papel medular. A esto hace alusión Schnepf (2006) considerándolo dentro de los determinantes del precio del maíz. De igual manera, Park y Fortenbery (2008) presentan en sus conclusiones que el incremento de la producción de etanol es importante para la determinación del precio del maíz, y que aquél cuenta con un impacto positivo en el precio de este producto.

Por su parte, Vittetoe (2009) sostiene que existe un periodo en el que se intensificó la producción de etanol y, por consiguiente, se presentó un elevado precio internacional del maíz; a este periodo definido entre 2002 y 2009 lo denomina como el “Boom del etanol”. De igual manera, comenta que antes y durante este periodo se desarrollaron diversos estudios concernientes a la modelización del mercado de maíz, y señala que los pronósticos referidos por los autores de dichos modelos en cuanto a los precios del maíz han sido rebasados por los precios actuales. Cabe mencionar que el precio de dicho cereal continúa en ascenso, a tal grado que incluso al final del periodo de análisis de la presente tesis, se encontraban por encima de los pronósticos referidos por *Ídem*.

Por otra parte, dentro de otros factores que incidieron al alza en el precio del maíz se identifican la especulación en los mercados de materias primas; el incremento en el consumo de carne y la subsecuente demanda de cereales para alimentos balanceados por parte de China e India (Abbot *et al.*, 2008; Lagi *et al.*, 2012). En torno a dichos

determinantes, Mitchel (2008) refiere a un efecto en cadena del incremento en el precio de la energía y de los fertilizantes y químicos, al ser intensivos en energía en sus procesos de producción, dicho incremento se traduce en aumentos en el costo de transporte, lo que a su vez incentiva a la producción de biocombustibles, más específicamente etanol, lo que a su vez incrementa la demanda de maíz. Este mismo autor explica que el motivo de especulación se da a partir del incremento de la demanda para producir biocombustibles, así como a la inelasticidad de los alimentos. También, el crecimiento poblacional en Estados Unidos representa un factor relevante en esta discusión.

Estados Unidos es identificado como un país central debido a su estructura productiva en cuanto al mercado del maíz. Además, debido a su posición en términos de la producción de maíz a nivel mundial, este país cuenta con poder de mercado. Por estos motivos está en posibilidad de modificar los precios internacionales de este cereal ante un shock en su oferta o demanda interna de maíz (Berry *et al.*, 2012). En cambio, México es considerado como un país periférico en esta discusión, pues el atraso en su estructura productiva se ve reflejado en su baja productividad y consiguiente dependencia del mercado de maíz de Estados Unidos. La integración entre México y Estados Unidos en términos del comercio del maíz se traduce en una dependencia de las importaciones de maíz.

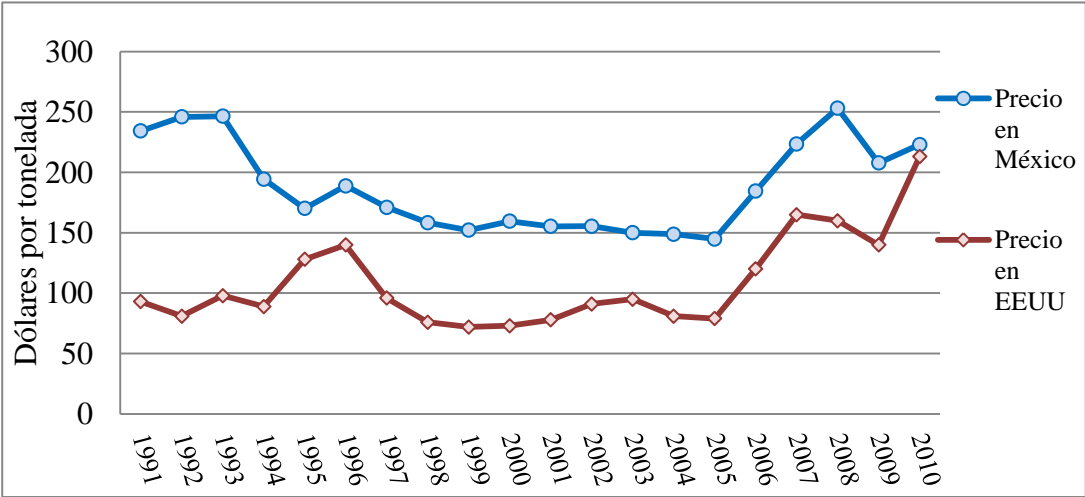
El mercado de maíz de México está fuertemente integrado con el de Estados Unidos. Dicha integración se avecinó incluso antes de la firma del TLCAN. En los años 60 México presentó una balanza comercial de maíz superavitaria. Sin embargo, a partir de la década de los setenta, México dejó de ser exportador neto de maíz (SAGARPA, 2012). La introducción del sorgo para uso forrajero y la sustitución de cereales por cultivos destinados a la exportación (tomate, melón, naranja o fresa) constituyeron los factores más significativos que explican la reducción de la superficie sembrada de maíz, la cual pasó desde el 51.6 por ciento de 1961-1965 al 36.6 por ciento en 1981-1985 (Barkin *et al.*, 1991:51 y 62).

Méndez (1998:111) señala que en el sexenio 1976-1982 se registró un cambio en la orientación de las políticas económicas que resultó crítico para los sectores agropecuario e

industrial y para el equilibrio y diversificación de la economía en su conjunto. El alza de los precios del petróleo desvió la atención hacia la promoción y desarrollo de esta actividad extractiva. El resultado final de este cambio de prioridades fue desastroso al desembocar en la crisis de la deuda (Griffith-Jones y Sunkel, 1986), la década perdida (Estefanía, 1984), la “inevitabilidad” del modelo neoliberal (Brieger, 2002).

Cuando México ingresó al TLCAN implementó el mecanismo de precios de indiferencia. Dicho mecanismo consiste en incorporar al precio del maíz amarillo reportado en la bolsa de valores de Chicago (CBOT), el tipo de cambio dólar-peso vigente en el mercado, los costos de transporte del puerto de entrada de la frontera con México hasta el centro de consumo y una base regional (Financiera Rural, 2012). Con la finalidad de mostrar la evolución de los precios en ambas economías se incluye el siguiente comparativo.

Figura 2.7. Comparativo de precios Estados Unidos-México



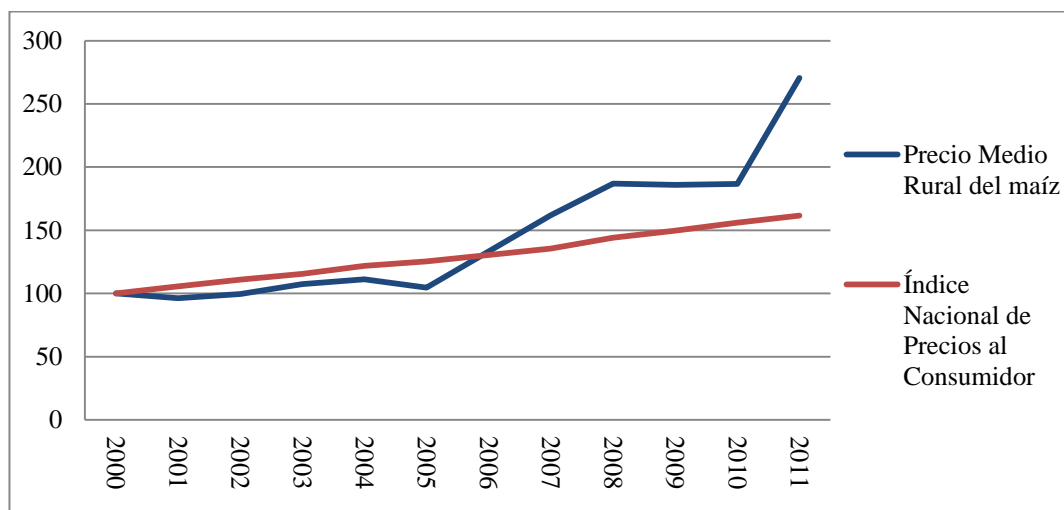
Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2012).

En el gráfico se observa que el impacto en el incremento en el precio del maíz repercute en mayor medida en la economía mexicana a lo largo de la serie analizada. Los precios del maíz en Estados Unidos son menores a los de México en todos los años de la serie. Es evidente la fuerte integración de ambos mercados, en especial después de la firma del TLCAN en 1994. Cabe destacar que en los últimos años de la serie el mercado de

Estados Unidos reportó precios del maíz similares a los de México debido al Boom del Etanol y a otros factores.

Con la finalidad de mostrar la tendencia del precio del maíz en México, se presenta la siguiente gráfica en donde se incluye el precio medio rural del maíz expresado en pesos por tonelada, así como el Índice Nacional de Precios al Consumidor, para los años de 2000 a 2011, dicha información fue obtenida en las bases de datos del SIAP y de INEGI respectivamente.

Figura 2.8. Gráficas comparativas del INPC y los precios del maíz en México (2000=100)



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2013) y SAGARPA (2012).

Se observa que el precio del maíz presentó una tendencia alcista durante todo el periodo, particularmente a partir de 2005. Cabe mencionar que a partir de ese año el precio del maíz estuvo por encima del Índice Nacional de Precios al Consumidor durante todo el periodo. Para los años 2008 a 2010 ocurre un descenso, sin embargo para el año 2011 alcanzó el precio más alto de todo el periodo analizado. Como consecuencia de la tendencia alcista en el precio del maíz en el contexto internacional y consecuente afectación en el mercado nacional, los precios de los productos derivados de este cereal se vieron modificados, impactando en los hogares de México en donde la tortilla, -producto cuyo insumo principal es el maíz-, es un alimento primordial en la dieta de los hogares. A este respecto Barkley *et al.* (2011) indican que el precio de la harina de maíz, utilizada para

hacer tortillas en México, se duplicó debido al incremento en el precio del maíz de \$ 2.80 a \$ 4.20 el bushel.

II.4. Variación en el bienestar de México y Estados Unidos

El incremento en el precio del maíz modifica el bienestar de los consumidores y productores en México y en Estados Unidos mediante la variación de los excedentes del productor y del consumidor. Debido a las estructuras productivas de ambas economías el impacto en el bienestar será distinto. Se espera que la pérdida del excedente del consumidor sea compensada en su totalidad por el excedente del productor en Estados Unidos. Barkley *et al.* (2011) mencionan que, en México, el incremento en el excedente del productor compensa a la pérdida en el excedente del consumidor de manera más que proporcional, argumento que se evaluará en el presente trabajo.

II.5. Recapitulación Marco Contextual

Sintetizando, en este capítulo se describió el contexto en el que se enmarca la investigación. Primeramente se presentó la situación de los agentes económicos en Estados Unidos respecto a la producción y consumo de maíz; enfatizando en la diversificación del maíz que se lleva a cabo en dicho país, particularmente en la producción de etanol, esto con la finalidad de referir a los determinantes del precio del maíz identificados por diversos autores; los otros factores referidos son la especulación en el mercado de valores, la depreciación del dólar frente a otras monedas, el incremento en la energía, el incremento en el consumo de este cereal por parte de China e India y el incremento en la población (Schnepf, 2006; Mitchel, 2008; Abbot *et al.*, 2008; Park y Fortenbery, 2008; Lagi *et al.*, 2012). Posteriormente se discutió la relevancia con la que cuenta el maíz para la economía de México en términos de producción y consumo por parte de los productores y consumidores de maíz. En la tercera sección, se explicó el vínculo entre México y Estados Unidos; en particular se analizó la integración de ambos mercados, por medio del mecanismo de precios de indiferencia. Por último, se mencionó la situación de la variación del bienestar en Estados Unidos y en México.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y FUENTES DE DATOS

En este capítulo se describe la metodología empleada para encontrar los determinantes del precio del maíz en Estados Unidos y la variación en el bienestar de los agentes en este país y en México. En primer lugar, se explica el modelo general de oferta y demanda; presentando la justificación de utilizar un sistema de ecuaciones simultáneas para la especificación del modelo. Posteriormente, se describe el modelo utilizado para encontrar los determinantes del precio del maíz en Estados Unidos, explicando las variables consideradas, así como las técnicas econométricas empleadas para la estimación de los parámetros. En tercer lugar, se detallan las elasticidades que se requieren calcular para determinar el impacto de algunas variables en el precio del maíz. Luego, se describe la metodología empleada para el cálculo de la variación del bienestar de los agentes en México y Estados Unidos. Por último se hace referencia a las fuentes de información a las que se recurrieron para recuperar los datos del modelo de ecuaciones simultáneas y para el cálculo de la variación de los excedentes del consumidor y productor de ambos países.

III.1. Cálculo de los determinantes del precio del maíz

Para la determinación del precio del maíz, se tomará la teoría neoclásica según la cual los precios se determinan por la interacción entre las fuerzas de oferta y demanda. Por este motivo se explicarán los conceptos que intervienen en las funciones de dichas fuerzas. La demanda de un bien está determinada por su precio, el precio de los bienes sustitutos, el precio de los bienes complementarios, los gustos y preferencias de los individuos y el ingreso de los individuos. Enseguida se presenta la relación que sostiene la demanda con respecto a cada uno de los factores que la componen:

$$\frac{\partial q_{Di}}{\partial p_i} < 0 \quad (1) \text{ Relación entre la cantidad demandada del bien } i \text{ respecto a su precio}$$

$$\frac{\partial q_{Di}}{\partial p_j} > 0 \quad (2) \text{ Relación entre la cantidad demandada del bien } i \text{ respecto al precio } j$$

$$\frac{\partial q_{Di}}{\partial P_h} < 0 \quad (3) \text{ Relación entre la cantidad demandada del bien } i \text{ respecto al precio } h$$

$$\frac{\partial q_{Di}}{\partial GyP} > 0 \quad (4) \text{ Relación entre la cantidad demandada del bien } i \text{ respecto a los gustos}$$

$$\frac{\partial q_{Di}}{\partial I} > 0 \quad (5) \text{ Relación entre cantidad demandada del bien } i \text{ respecto al ingreso}$$

Donde j y h representan bienes sustitutos y complementarios del bien i , respectivamente.

Por parte de la oferta, se tiene que los factores que la determinan son: el precio del bien, el precio de los bienes sustitutos, el precio de los bienes complementarios y los costos de producción. Enseguida se presenta la relación que sostiene la oferta con cada uno de estos factores:

$$\frac{\partial q_{Si}}{\partial p_i} > 0 \quad (6) \text{ Relación entre la cantidad ofrecida del bien } i \text{ respecto a su precio}$$

$$\frac{\partial q_{Si}}{\partial P_j} < 0 \quad (7) \text{ Relación entre la cantidad ofrecida del bien } i \text{ respecto al precio } j$$

$$\frac{\partial q_{Si}}{\partial P_h} > 0 \quad (8) \text{ Relación entre la cantidad ofrecida del bien } i \text{ respecto al precio } h$$

$$\frac{\partial q_{Si}}{\partial C} < 0 \quad (9) \text{ Relación entre la cantidad ofrecida del bien } i \text{ respecto a los costos}$$

Para la especificación del modelo se emplea un sistema de ecuaciones simultáneas para calcular las funciones de oferta y demanda de maíz, tomando en consideración los efectos que intervienen en esta dinámica. El motivo de emplear este modelo se debe a la relación en dos sentidos o simultánea entre las cantidades y los precios en la oferta y la demanda (Gujarati y Porter, 2009). Esto debido a que no es posible determinar cuál es la fuerza que determina el precio de un producto.

De esta manera se especifican funciones lineales:

$$q_{Si} = S(p_i) = \alpha_S + \beta_S p_i \quad (10)$$

$$q_{Di} = D(p_i) = \alpha_D - \beta_D p_i \quad (11)$$

Con las cuales, incluyendo los términos de perturbación estocásticos u_1 y u_2 , se tiene el siguiente sistema de ecuaciones simultáneas:

$$q_{Si}^t = \alpha_S + \beta_S p_i^t + u_1 \quad \beta_S > 0 \quad (12)$$

$$q_{Di}^t = \alpha_D + \beta_D p_i^t + u_2 \quad \beta_D < 0 \quad (13)$$

La condición de equilibrio es:

$$q_{Di}^t = q_{Si}^t \quad (14)$$

Donde,

q_{Si}^t = Cantidad ofrecida en el tiempo t

α_S = Constante de la función de oferta

β_S = Pendiente de la función de oferta

p_i^t = Precio del bien i en el tiempo t

u_1 = Término de error estocástico de la función de oferta

q_{Di}^t = Cantidad demandada en el tiempo t

α_D = Constante de la función de demanda

β_D = Pendiente de la función de demanda

u_2 = Término de error estocástico de la función de demanda

Se asume que el error estocástico se comporta como ruido blanco, es decir:

$$u \sim N(0, \sigma^2) \quad (15)$$

Por otra parte, se asume que el término de error no está correlacionado con las variables exógenas utilizadas como instrumentos, pero sí están correlacionados con las variables endógenas.

En este marco, se plantea un sistema de cinco ecuaciones simultáneas correspondientes a la oferta y demanda de maíz. Una de las ecuaciones corresponde a la oferta de maíz; mientras que la demanda se desagrega en tres ecuaciones correspondientes a las categorías

según los usos de este cereal como lo presenta el Departamento de Agricultura de Estados Unidos USDA (2013); por último se incluye la ecuación de equilibrio correspondiente a la ecuación de precios. Se parte de la especificación del modelo presentado por Park y Fortenbery (2008), el cual se conforma de cinco ecuaciones: Una ecuación de oferta, tres ecuaciones de demanda según la desagregación del USDA (2013)² y una de equilibrio correspondiente a la ecuación de precios. Para la especificación del modelo de la presente tesis se incluyeron algunas características no contempladas por los autores. A continuación se enlistan las diferencias que se tienen con dicho modelo:

- (a) La consideración del periodo de análisis. Mientras que Park y Fortenbery (2008) construyeron su modelo para el periodo de 1995-2006, en el caso del modelo propuesto se toma el periodo de 2000-2011. Resulta relevante la actualización de los datos debido a que como menciona Vittetoe (2009), los pronósticos de los autores que trabajaron determinantes del precio del maíz en periodos anteriores incurrieron en problemas de subestimación. Por otra parte, para 2011 estaba por alcanzarse la producción objetivo que la Norma de Combustibles Renovables había estipulado para ser utilizada en las gasolinas de Estados Unidos.
- (b) La incorporación de nuevas variables al sistema de ecuaciones. Dentro de estas variables se incluye al precio del petróleo con la finalidad de incorporar el efecto del costo de la energía y tomar en consideración lo establecido por Mitchel (2008) respecto del efecto en cadena del costo de la energía y el consumo de etanol y subsecuente incremento en los precios del maíz; por otra parte, se tomaron en consideración las importaciones de maíz de China e India provenientes de Estados Unidos para referir al consumo de este cereal por parte de estas dos economías, identificado como determinantes del alza en el precio del maíz por algunos autores (Abbot *et al.*, 2008; Lagi *et al.*, 2012); también se incorporaron los precios de productos sustitutivos del maíz, particularmente el trigo y la soya identificados como sustitutos del maíz por Westcott y Hoffman (1999). De esta manera se toman en consideración algunos factores omitidos en el modelo original de Park y Fortenbery que intervienen en la determinación del precio del maíz.

² Demanda para alimentación agrícola, para exportaciones y para alimentos, alcohol y usos industriales.

- (c) El empleo de métodos de estimación adicionales. Para estimar el modelo de la tesis se utilizaron métodos con información completa e incompleta con la finalidad de complementar los análisis e incluir una discusión de los resultados obtenidos con cada uno de dichos métodos; de esta manera se considera que los resultados cuentan con mayor robustez.
- (d) Análisis del bienestar en los agentes de Estados Unidos. Se utilizaron los resultados obtenidos del modelo para calcular la variación de los excedentes de los agentes en Estados Unidos en el periodo de 2000 a 2011. Con lo cual se complementa el estudio incorporando información adicional al tema de investigación.

Los determinantes del precio del maíz en Estados Unidos han sido abordados mediante distintos modelos dentro de los cuales se pueden mencionar los vectores autorregresivos (Vittetoe, 2009), modelos de simulación agrícola (De la Torre *et al.*, 2006) y modelos determinísticos de equilibrio parcial (Mc Phail y Babcock, 2012; Tokgoz *et al.*, 2007). El principal motivo de utilizar un modelo de ecuaciones simultáneas para la determinación del precio del maíz es, como mencionan Arzac y Wilkinson (1979), que el precio de los commodities están determinados por condiciones de equilibrio de mercado más que por autorregresivos y otras técnicas de series de tiempo.

Por otra parte Gujarati y Porter (2009) mencionan la idoneidad de utilizar esta técnica cuando se presentan situaciones en las cuales existe una influencia bidireccional entre las variables económicas. Es decir, cuando una variable afecta a otras y dicha variable es afectada simultáneamente por las demás. Cabe mencionar la principal crítica que se le realiza a los sistemas de ecuaciones simultáneas denominada crítica de Lucas la cual consiste en afirmar que los parámetros estimados de un modelo econométrico de este tipo dependen de la política prevaleciente en el momento en el que dicho modelo se estima y que cambiarán si hay un cambio de política (*ídem*); esta crítica es también extensible a los modelos de Vectores Autorregresivos.

Dentro de los modelos de ecuaciones simultáneas se consideran dos tipos de variables: las variables endógenas (aquellas cuyos valores están determinados dentro del modelo) y predeterminadas (aquellas cuyos valores están determinadas por fuera del modelo). Las

primeras se constituyen variables estocásticas, mientras que las últimas son no estocásticas. A su vez las variables predeterminadas se dividen en exógenas (presentes o rezagadas), y endógenas rezagadas (Ibídem).

III.1.1. Especificación del sistema de ecuaciones simultáneas

De esta forma siguiendo a Park y Fortenbery (2008), se describe un conjunto de cinco ecuaciones estructurales o de comportamiento que permite estudiar los efectos de los diversos factores que intervienen en la determinación del precio del maíz. Una ecuación corresponde a la oferta del maíz, mientras que tres ecuaciones corresponden a la demanda de este cereal según la desagregación propuesta por el *USDA*; por último se incorpora la ecuación del precio. Dentro de las generalidades resulta destacar que las variables del modelo se expresan en logaritmos, a excepción de las variables dicotómicas, con la finalidad de recuperar los valores de sus coeficientes como elasticidades; por otra parte, la periodicidad de las variables es trimestral por este motivo, para corregir por estacionalidad se incorporaron tres variables dicotómicas en cada una de las ecuaciones.

A continuación se muestra la especificación del modelo seguido de la explicación de cada una de sus ecuaciones y las variables correspondientes a cada una de ellas. De esta manera el modelo propuesto se expresa de la siguiente manera:

$$QS_t = \alpha_0 + \alpha_1 PM_t + \alpha_2 I_t + \alpha_3 D_1 + \alpha_5 D_2 + \alpha_6 D_3 \quad (16)$$

$$AG_t = \beta_0 + \beta_1 PM_t + \beta_2 PS_t + \beta_3 GA_t + \beta_4 GV_t + \beta_5 GP_t + \beta_6 D_1 + \beta_7 D_2 + \beta_8 D_3 \quad (17)$$

$$XT_t = \gamma_0 + \gamma_1 PM_t + \gamma_2 PT_t + \gamma_3 DX_t + \gamma_4 PIB_t + \gamma_5 D_1 + \gamma_6 D_2 + \gamma_7 D_3 \quad (18)$$

$$AAI_t = \delta_0 + \delta_1 PM_t + \delta_2 ET_t + \delta_3 Pob_t + \delta_4 Poil_t + \delta_5 PS_t + \delta_6 PT_t + \delta_7 D_1 + \delta_8 D_2 + \delta_9 D_3 + \delta_{10} D_3 \quad (19)$$

$$PM_t = \zeta_0 + \zeta_1 QS_t + \zeta_2 AG_t + \zeta_3 XT_t + \zeta_4 AAI_t + \zeta_5 D_1 + \zeta_6 D_2 + \zeta_7 D_3 \quad (20)$$

La ecuación (16) corresponde a la ecuación de oferta. Se plantea que la oferta de maíz está dada por la tasa de interés así como por el precio de este cereal. Cabe mencionar que para la construcción del modelo se considera a la oferta como predeterminada puesto que se utiliza la oferta efectiva.

La ecuación (17) representa la ecuación de demanda de maíz para alimentación ganadera (AG_t) o alimentos balanceados; dicha variable está en función del precio del maíz, el precio de la soya, el ganado avícola, ganado vacuno y ganado porcino.

La ecuación (18) hace referencia a la ecuación de demanda de exportaciones de maíz; esta variable está en función del precio del maíz; el precio del trigo; el *Dollar Index*³; y la media ponderada del producto interno bruto per cápita de China e India, la ponderación se realizó de acuerdo al nivel de importaciones de maíz de estos países provenientes de Estados Unidos.

En la ecuación (19) se describe a la demanda de maíz para alimentos, alcoholes y usos industriales; la cual está en función del precio del maíz, la producción de etanol, la población, el precio del petróleo, el precio de la soya, el precio del trigo, y una variable Dummy (D_{07}), que toma el valor de 1 en el periodo previo a la promulgación del *Energy Independence and Security Act* de 2007⁴ y 0 para el resto.

La ecuación (20) refiere a la ecuación del precio del maíz; el cual representa la ecuación de equilibrio en el sistema. De esta forma, el precio del maíz lo determina la oferta de este cereal, así como la suma de las demandas desagregadas.

Con la finalidad de estimar los parámetros del sistema de ecuaciones anteriormente planteado, se hace uso de varias técnicas econométricas. La primera técnica empleada es la de Mínimos Cuadrados en 2 Etapas (MC2E). Es un método de información limitada en el que las variables explicativas endógenas estocásticas se reemplazan por combinaciones lineales de variables no estocásticas predeterminadas. De este modo, permite estimar cada ecuación del sistema aislada de la forma estructural sin hacer uso de toda la información contenida en la especificación detallada del resto del modelo.

³ Esta variable mide el impacto de las tasas de cambio, consiste en una media ponderada de las tasas de cambio entre el dólar de Estados Unidos y las seis monedas principales en el mundo (Federal Reserve System, 2013).

⁴ Esta norma tenía como propósito el posicionar a Estados Unidos en una independencia y seguridad energética, con la finalidad de incrementar la producción de combustibles limpios y renovables, dentro de las reformas se encontraba el desarrollo de biocombustibles. Para más información consultar: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-110publ140/pdf/PLAW-110publ140.pdf>

De igual manera, se utiliza la técnica de mínimos cuadrados en 3 etapas (MC3E), que permite estimar de manera conjunta el sistema de ecuaciones en su forma estructural. Es, por tanto, un método de información completa que requiere la especificación de cada una de las ecuaciones del sistema. Cabe mencionar que al incorporar toda la información del sistema, aumenta la eficiencia asintótica de las estimaciones.

Además, el sistema se estima por máxima verosimilitud con información completa (FIML). Este último estimador es el de mayor eficiencia asintótica cuando las perturbaciones se distribuyen normalmente.

III.1.2. Cálculo de elasticidades cruzadas

Para probar las hipótesis de la presente tesis es preciso calcular los impactos de las variables mencionadas como principales determinantes del precio del maíz. Con esta finalidad se requiere calcular, del sistema de ecuaciones propuesto anteriormente, la ecuación del precio en su forma reducida. De esta manera, sustituyendo las ecuaciones (16)-(19) en (20), se obtiene:

$$PM_t = \frac{a_2}{a_1} + \frac{1}{a_1} [(\alpha_2 \zeta_1 I_t + \beta_2 \zeta_2 PS_t + \beta_3 \zeta_2 GA_t + \beta_4 \zeta_2 GV_t + \beta_5 \zeta_2 GP_t + \gamma_2 \zeta_3 PT_1 + \gamma_3 \zeta_3 DX_t + \gamma_4 \zeta_3 PIB_t + \delta_2 \zeta_4 ET_t + \delta_3 \zeta_4 POB_t + \delta_4 \zeta_4 Poil_t + \delta_5 \zeta_4 PS_t + \delta_6 \zeta_4 PT_t + \delta_7 \zeta_4 D_{07} + a_3 D_1 + a_4 D_2 + a_5 D_3)] + v_t \quad (21)$$

Donde,

$$a_1 = 1 - \alpha_1 \zeta_1 - \beta_1 \zeta_2 - \gamma_1 \zeta_3 - \delta_1 \zeta_4$$

$$a_2 = \zeta_0 + \alpha_0 \zeta_1 + \beta_0 \zeta_2 + \gamma_0 \zeta_3 + \delta_0 \zeta_4$$

$$a_3 = \alpha_3 \zeta_1 + \beta_6 \zeta_2 + \gamma_5 \zeta_3 + \delta_8 \zeta_4 + \zeta_6$$

$$a_4 = \alpha_4 \zeta_1 + \beta_7 \zeta_2 + \gamma_6 \zeta_3 + \delta_9 \zeta_4 + \zeta_7$$

$$a_5 = \alpha_5 \zeta_1 + \beta_8 \zeta_2 + \gamma_7 \zeta_3 + \delta_{10} \zeta_4 + \zeta_8$$

$$v_t = \frac{1}{a_1} [\zeta_1 \epsilon_{1t} + \zeta_2 \epsilon_{2t} + \zeta_3 \epsilon_{3t} + \zeta_4 \epsilon_{4t} + \epsilon_{5t}]$$

Ahora bien, para determinar los impactos que tienen: la producción de etanol en Estados Unidos, el consumo de maíz en China e India, la depreciación del dólar frente a

otras monedas y la población de Estados Unidos, en el precio del maíz, se calculan las elasticidades a corto plazo de la ecuación en su forma reducida (21). Para ello se recurre al concepto de elasticidad precio cruzada. A continuación se indican las ecuaciones a las que se llegó así como su signo esperado.

$$\frac{\partial PM_t}{\partial ET_t} = \frac{\delta_2 \zeta_4}{1 - \alpha_1 \zeta_1 - \beta_1 \zeta_2 - \gamma_1 \zeta_3 - \delta_1 \zeta_4} > 0 \quad (22)$$

$$\frac{\partial PM_t}{\partial PIB_t} = \frac{\gamma_4 \zeta_3}{1 - \alpha_1 \zeta_1 - \beta_1 \zeta_2 - \gamma_1 \zeta_3 - \delta_1 \zeta_4} > 0 \quad (23)$$

$$\frac{\partial PM_t}{\partial DX_t} = \frac{\gamma_3 \zeta_3}{1 - \alpha_1 \zeta_1 - \beta_1 \zeta_2 - \gamma_1 \zeta_3 - \delta_1 \zeta_4} < 0 \quad (24)$$

$$\frac{\partial PM_t}{\partial Pob_t} = \frac{\delta_3 \zeta_4}{1 - \alpha_1 \zeta_1 - \beta_1 \zeta_2 - \gamma_1 \zeta_3 - \delta_1 \zeta_4} > 0 \quad (25)$$

III. 2. Cálculo de la variación de excedentes en México y Estados Unidos

Una vez conocidas las elasticidades se procede a calcular la variación del bienestar de los agentes en Estados Unidos y en México; para lo cual se consideran funciones lineales, al igual que Barkley *et al.* (2011) como las referidas en las ecuaciones (10) y (11), éstas se complementan con funciones de oferta y de demanda de elasticidad constante especificadas de la siguiente manera:

$$q_{Si} = S(p_i) = \gamma_S p_i^\varepsilon \quad (26)$$

$$q_{Di} = D(p_i) = \gamma_D p_i^{-|\eta|} \quad (27)$$

Donde,

q_{Si} = Cantidad ofrecida del bien i

γ_S = Parámetro de la función de oferta

P_i = Precio del bien i

ε = Elasticidad precio de la oferta

q_{Di} = Cantidad demandada del bien i

γ_D = Parámetro de la función de demanda

η = Elasticidad precio de la demanda

Para determinar las funciones, tanto en su versión lineal como en la de elasticidad constante, en el caso de México es necesario conocer las elasticidades de oferta y demanda del maíz en dicho mercado. A este respecto, FAPRI (2012) calcula unas elasticidades de $\varepsilon=0.22$ para la oferta, y $|\eta|=0.12$ para la demanda. Asimismo, se tienen en cuenta las cifras utilizadas por Barkley *et al.* (2011) en su investigación: $\varepsilon=0.17$ y $|\eta|=0.46$; que proceden de Rosegrant *et al.* (1995), quienes, a su vez, las toman de Roningen *et al.* (1991). La inelasticidad, más o menos intensa, es característica en cualquiera de los casos. Para Estados Unidos se toman en consideración las elasticidades arrojadas por el modelo de ecuaciones simultáneas anteriormente referido, mediante la estimación por mínimos cuadrados en tres etapas y de máxima verosimilitud con información limitada.

Una vez estimadas las funciones de oferta y demanda del maíz, se realiza el cálculo de la variación del bienestar de los agentes, con esta finalidad se recurre a los conceptos de excedente del consumidor y excedente del productor para la teoría neoclásica. El primero se refiere a la diferencia de la disposición a pagar de los consumidores y el precio efectivo que pagan por adquirir el bien, mientras que el segundo es la diferencia entre el precio efectivo y la disposición a cobrar de los productores. El excedente neto es la diferencia entre el excedente del productor y el excedente del consumidor (Nicholson, 2006). Por otra parte, cuando este último excedente pasa de un nivel a otro, se presenta una variación del mismo y por consiguiente el bienestar de la sociedad se ve afectado.

De esta manera, el aumento del precio de un bien reduce el bienestar de los consumidores, que tienen que pagar más por el mismo producto, mientras que beneficia a los productores, quienes obtienen mayores ingresos al aumentar el valor de mercado del bien que comercian. Para cuantificar el efecto del cambio de precios en el bienestar de ambos tipos de agentes se procede a medir la variación de los excedentes, para lo cual, previamente, es necesario conocer las funciones de oferta y de demanda del mercado que se analiza. La comparación de los resultados obtenidos de las especificaciones propuestas en

las ecuaciones (10-11) y (21-22) permite estudiar la incidencia en los resultados de la forma funcional elegida.

Con estos datos, en sus distintas variantes, se estiman los parámetros de las funciones de oferta y de demanda a partir de las cuales es posible calcular las variaciones de los excedentes de productores (ΔExc_S) y consumidores (ΔExc_D) provocadas por un aumento en el precio de p_0 a p_1 . Para ello, se recurre a las expresiones:

$$\Delta Exc_S = \int_{p_0}^{p_1} S(p_i) dp \quad (28)$$

$$\Delta Exc_D = - \int_{p_0}^{p_1} D(p_i) dp \quad (29)$$

Estos excedentes se pueden calcular tanto en el caso de los Estados Unidos, donde el mercado del maíz se ve directamente afectado por la variación de la cantidad de etanol producido y los otros factores, como en el caso de México, donde el impacto ocurre a través del precio internacional.

III. 3. Fuentes de Información

A continuación se mencionan las fuentes de información que se utilizaron para recuperar las series requeridas para construir el sistema de ecuaciones simultáneas y para el cálculo de las elasticidades.

En la tabla se indican los organismos de donde se obtuvo la información, seguido del nombre de la base y de la información que se consultó de cada una de ellas.

Tabla 3.1. Descripción detallada de las fuentes de datos

Organismos	Bases de datos	Información
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca (SAGARPA)	Sistema de Información Agrolimentaria de Consulta (SIACON)	Precio del maíz, cantidad producida y área cultivada en México.
<i>Food and Agricultural Organisation of the United Nations (FAO)</i>	<i>FAOSTATS</i>	Importaciones/Exportaciones de maíz.
<i>United States Department of Agriculture (USDA)</i>	<i>Economic Statistics, and Market Information System</i>	Precios del maíz, el trigo y la soya; Oferta de maíz; Cantidad producida de trigo en el resto del mundo; Cantidad de etanol producida en Estados Unidos; Demanda de maíz desagradada en usos agrícolas, exportaciones, alimentación, alcohol y usos industriales; Ganado vacuno, avícola y porcino.
Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)	<i>Monthly Monetary and Financial Statistics</i>	Tasa de interés en Estados Unidos
<i>United States Federal Reserve</i>	<i>Board of Governors of the Federal Reserve System</i>	<i>Dollar Index</i>
Fondo Monetario Internacional (FMI)	<i>World Economic Outlook</i>	Producto Interno Bruto per cápita de China e India
<i>United Nations International Trade Center (UN-ITC)</i>	<i>ComTrade Map</i>	Importaciones de Maíz de China e India provenientes de Estados Unidos
<i>United States Census Bureau</i>	<i>US Census</i>	Población en Estados Unidos
<i>U.S. Energy Information Administration</i>	<i>Petroleum and Other Liquids</i>	Precio del petróleo
<i>Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI)</i>	<i>Elasticity Database</i>	Elasticidad precio de la demanda y elasticidad precio de la oferta del maíz en México.
Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)	Banco de Información Económica	Índice de precios al consumidor

Fuente: Elaboración propia

III. 4. Recapitulación Metodología de análisis y fuentes de datos

De esta manera se concluye el capítulo correspondiente a la metodología y fuentes de datos empleada en la presente tesis para encontrar los determinantes del precio del maíz en Estados Unidos y la variación en el bienestar de los agentes en este país y en México. Se comenzó por describir el modelo general de oferta y demanda el cual se especificó mediante un sistema de ecuaciones simultáneas. Posteriormente, se describió el modelo utilizado para encontrar los determinantes del precio del maíz en Estados Unidos, explicando las variables consideradas en este proceso, así como las técnicas econométricas empleadas para la estimación de los parámetros. Posteriormente, se describió el método para calcular las elasticidades a corto plazo que se requieren para determinar el impacto de las variables relevantes para la tesis en el precio del maíz. Asimismo, se describió la metodología empleada para el cálculo de la variación del bienestar de los agentes en México y Estados Unidos. Por último, se presentaron las fuentes de información a las que se recurrieron para recuperar los datos del modelo de ecuaciones simultáneas y para el cálculo de la variación de los excedentes del consumidor y productor de ambos países.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se discuten los resultados obtenidos de las estimaciones del modelo de ecuaciones simultáneas para encontrar los determinantes del precio del maíz en Estados Unidos así como de la variación en el bienestar de los agentes en este país y en México. En primera instancia, se muestran los parámetros y los estadísticos correspondientes de las estimaciones encontradas para los modelos de ecuaciones simultáneas con cada una de las técnicas econométricas propuestas. En segundo lugar, se presentan y comentan las elasticidades cruzadas obtenidas para determinar el impacto en el precio del maíz de la producción de etanol en Estados Unidos, el consumo de maíz en China e India, la depreciación del dólar frente a otras monedas y el crecimiento de la población en Estados Unidos. Por último, se incluyen los resultados del cálculo de la variación del bienestar de los agentes en México y Estados Unidos.

IV. 1. Estimación del Sistema de Ecuaciones

A continuación se muestran las estimaciones calculadas para las cinco ecuaciones del sistema obtenidas al aplicar las técnicas econométricas mencionadas en el apartado metodológico: Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E), Mínimos Cuadrados en Tres Etapas (MC3E) y Máxima Verosimilitud Información Completa (FIML). Para estimar las regresiones, se utilizó el programa *Eviews* 6.0.

Se comienza por incluir las estimaciones para la ecuación de oferta (Q_S) mediante las técnicas mencionadas; Posteriormente, se presentan las estimaciones de la ecuación correspondiente a la alimentación ganadera (AG_t). Asimismo se muestran las estimaciones obtenidas de la ecuación de Exportaciones (XT_t). Luego se incluyen los resultados de la ecuación de Alimentos, Alcohol y Usos Industriales (AAI_t). Por último se describen los estimadores de la ecuación de precios (P_t). Debajo de cada estimador se muestra el *P-Value* con la finalidad de verificar su significatividad. Después de las estimaciones para cada ecuación se incluyen las R cuadradas correspondientes.

Resulta conveniente recordar que todas las variables, excepto las variables dicótomas, están especificadas como logaritmos, motivo por el cual se interpretan como incrementos porcentuales. Por otra parte, se menciona que estas últimas variables se incluyeron para corregir la estacionalidad de los datos, puesto que su periodicidad es trimestral.

Tabla 4.1 Estimación de ecuación 1: Oferta

$$QS_t = \alpha_0 + \alpha_1 PM_t + \alpha_2 I_t + \alpha_3 D_1 + \alpha_4 D_2 + \alpha_5 D_3$$

	2SLS	3SLS	FIML
Const	7.4399	7.4745	7.3940
	0.0000	0.0000	NA
PM _t	0.2395	0.2164	0.2822
	0.0000	0.0000	NA
I _t	0.0005	-0.0143	-0.0057
	0.9738	0.1788	NA
D ₁	0.4742	0.4739	0.4807
	0.0000	0.0000	NA
D ₂	0.2798	0.2791	0.2825
	0.0000	0.0000	NA
D ₃	0.1277	0.1280	0.1284
	0.0006	0.0002	NA
R ²	0.8336	0.8338	0.8138

Tabla 4.2. Estimación de ecuación 2: Alimentación Ganadera

$$AG_t = \beta_0 + \beta_1 PM_t + \beta_2 PS_t + \beta_3 GA_t + \beta_4 GV_t + \beta_5 GP_t + \beta_6 D_1 + \beta_7 D_2 + \beta_8 D_3$$

	2SLS	3SLS	FIML
Const	-14.7560	-3.9242	-14.6755
	0.2227	0.6146	NA
PM _t	-0.4087	-0.4278	-0.4274
	0.0003	0.0000	NA
PS _t	0.0622	0.0699	0.0980
	0.7150	0.5207	NA
GA _t	1.2094	0.7094	1.2113
	0.2131	0.1932	NA

GV _t	1.7416	0.8090	1.7117
	0.1296	0.2478	NA
GP _t	-0.5826	-0.3360	-0.5683
	0.5892	0.5767	NA
D ₁	1.1917	1.1172	1.1917
	0.0000	0.0000	NA
D ₂	0.9464	0.8595	0.9476
	0.0000	0.0000	NA
D ₃	0.4511	0.4358	0.4541
	0.0000	0.0000	NA
R ²	0.9012	0.8970	0.9011

Tabla 4.3. Estimación de ecuación 3: Exportaciones
 $XT_t = \gamma_0 + \gamma_1 PM_t + \gamma_2 PT_t + \gamma_3 DX_t + \gamma_4 PIB_t + \gamma_5 D_1 + \gamma_6 D_2 + \gamma_7 D_3$

	2SLS	3SLS	FIML
Const	7.5987	6.4971	7.3871
	0.0017	0.0007	NA
PM _t	-0.1527	-0.0822	-0.2923
	0.3833	0.5570	NA
PT _t	-0.1837	-0.1087	-0.0870
	0.0458	0.1314	NA
DX _t	-0.4512	-0.1372	-0.4614
	0.3196	0.7008	NA
PIB _t	0.1353	0.0676	0.1779
	0.2128	0.4326	NA
D ₁	-0.0262	-0.0177	-0.0375
	0.6860	0.7621	NA
D ₂	-0.1492	-0.1177	-0.1174
	0.0359	0.0611	NA
D ₃	-0.0535	-0.0339	-0.0272
	0.4226	0.5710	NA
R ²	0.1989	0.1586	0.1800

Tabla 4.4. Estimación de ecuación 4: Alimentos y Usos Industriales

$$AAI_t = \delta_0 + \delta_1 PM_t + \delta_2 ET_t + \delta_3 Pob_t + \delta_4 Poil_t + \delta_5 PS_t + \delta_6 PT_t + \delta_7 D_{07} + \delta_8 D_1 + \delta_9 D_2 + \delta_{10} D_3$$

	2SLS	3SLS	FIML
Const	-37.6065	-25.8654	-37.8043
	0.0782	0.1438	NA
PM _t	-0.0278	-0.0597	-0.2400
	0.6347	0.2394	NA
ET _t	0.4070	0.4657	0.4981
	0.0000	0.0000	NA
Pob _t	3.3364	2.3765	3.3213
	0.0553	0.0995	NA
Poil _t	-0.0404	-0.0374	-0.0365
	0.1111	0.0805	NA
PS _t	-0.0841	-0.1033	-0.0831
	0.0990	0.0189	NA
PT _t	-0.0336	-0.0290	-0.0461
	0.2056	0.1881	NA
D07	-0.1737	-0.1759	-0.2041
	0.0000	0.0000	NA
D ₁	-0.0515	-0.0562	-0.0672
	0.0067	0.0007	NA
D ₂	-0.0804	-0.0825	-0.0906
	0.0000	0.0000	NA
D ₃	-0.0300	-0.0309	-0.0325
	0.0929	0.0474	NA
R ²	0.9934	0.9928	0.9828

Tabla 4.5. Estimación de ecuación 5: Precios

$$PM_t = \zeta_0 + \zeta_1 QS_t + \zeta_2 AG_t + \zeta_3 XT_t + \zeta_4 AAI_t + \zeta_5 D_1 + \zeta_6 D_2 + \zeta_7 D_3$$

	2SLS	3SLS	FIML
Const	15.0334	10.9422	14.0359
	0.0589	0.0634	NA
QS _t	-3.4236	-1.9265	-3.5054
	0.0849	0.2146	NA

AG _t	-0.4620	-0.8022	-0.2870
	0.2606	0.0097	NA
XT _t	0.7151	0.3937	0.7173
	0.1528	0.3285	NA
AAI _t	1.6318	1.1578	1.7000
	0.0050	0.0114	NA
D ₁	2.0589	1.7134	1.9133
	0.0119	0.0057	NA
D ₂	1.4161	1.2189	1.3069
	0.0086	0.0028	NA
D ₃	0.6633	0.6024	0.6025
	0.0074	0.0014	NA
R ²	0.8267	0.8163	0.8445

La oferta de maíz se encuentra en función de su precio y la tasa de interés. A su vez se incluyen las variables dicótomas para corregir la estacionalidad de las series trimestrales. Como se puede notar, la ecuación de oferta no muestra diferencias entre los distintos métodos de estimación. Los signos de los parámetros son los esperados de acuerdo con la teoría a excepción de la tasa de interés en la estimación por MC2E. Pese que en ninguna de las estimaciones la tasa de interés (I_t) es estadísticamente significativa, -y por ello existen diferencias en los signos entre las distintas estimaciones-, es conveniente incluirla debido a que si se omite se incurre en un problema de especificación, pues esta variable absorbe el efecto del costo de oportunidad del productor el cual debido a las reformas impuestas en el *Farm Bill* de 1996 deben tomar la decisión en base a los mercados especulativos. Por otra parte, se encontró que los términos de bondad de ajuste medidos por las R^2 fueron alrededor de 0.83; siendo la estimación mediante mínimos cuadrados en tres etapas la que presentó la R^2 más grande.

La ecuación de Alimentación Ganadera (AG_t) refiere a la demanda de maíz por parte de la industria forrajera en términos porcentuales, de esta manera se cuenta con los signos esperados según la teoría en relación al precio del maíz (PM_t), de igual manera cabe mencionar que es estadísticamente significativo en las estimaciones por las distintas técnicas. Por otra parte, se observa que el precio de la soya (PS_t) presenta una relación

positiva con este rubro, lo que indica que funge como sustituto del maíz. Asimismo, este efecto-sustitución se ve reflejado en el signo del ganado porcino (GP_t), pues su signo negativo indica que ante incrementos porcentuales en dicho ganado, la demanda de maíz por parte de este rubro se vio disminuida. Los parámetros de las variables correspondientes al ganado avícola y vacuno presentan los signos esperados. Por otra parte, pese a que con todas las técnicas de estimación se encontraron términos de bondad de ajuste superior a 0.89, la regresión mediante MC2E presentó las R^2 más altas.

La tercera ecuación corresponde a las exportaciones de maíz. En ella se obtuvieron los signos esperados según la teoría. El precio del maíz (PM_t) mostró una relación inversa a la cantidad demandada de este cereal por parte de las exportaciones (XT_t). Se observa que mediante todas las técnicas de estimación el precio del maíz es estadísticamente significativo al 99 por ciento. La variable correspondiente al precio del trigo (PT_t) muestra un signo negativo, lo cual confirma al trigo como bien sustituto del maíz, pues ante un incremento porcentual en el precio del trigo, las exportaciones de maíz en Estados Unidos se reducen porcentualmente, este efecto es más pronunciado mediante el MC2E y MC3E. Por otra parte el *Dollar Index* (DX_t) presenta signo negativo. Una caída del *Dollar Index* implica una depreciación del dólar frente a otras monedas; ante dicha situación se presenta un incremento porcentual en las exportaciones de maíz. El Producto Interno Bruto per cápita de China e India ponderado por las importaciones de maíz por estas dos economías (PIB_t) presenta signo positivo respecto a las exportaciones de maíz. Ante incrementos en el ingreso en estos dos países, sus patrones de consumo se ven modificados, por este motivo demandan una mayor cantidad de ganado el cual requiere maíz para su alimentación; Estados Unidos es el principal productor de maíz a nivel mundial por consiguiente sus exportaciones se ven modificadas en la misma dirección que el ingreso en China e India.

La ecuación 4 corresponde a la demanda de maíz para alimentos, alcohol y usos industriales. En esta ecuación al igual que en las anteriores no se obtuvo variaciones notables en los estimadores según las técnicas utilizadas. Sin embargo, se observa que el término constante estimado mediante MC3E presenta el coeficiente más pequeño. El precio del maíz presenta el signo esperado en las estimaciones. La producción de etanol cuenta con el signo esperado puesto que ante su incremento en términos porcentuales, la demanda

de maíz aumenta; cabe mencionar que es esta variable la que absorbe la intervención del Estado. La población representa el componente que más afecta a la demanda de maíz en este grupo. Por otra parte, el precio del petróleo ($Poil_t$) presenta signo negativo, lo que indica el carácter de complementariedad del etanol (y su consecuente demanda de maíz) con la gasolina en Estados Unidos. El precio de la soya presentó signo negativo en todas las estimaciones y fue significativo en cada una de ellas. Por otra parte, la variable D_{07} , la cual indica la implementación del *2007 Energy Bill*, resultó ser significativa al 99 por ciento.

La ecuación 5 representa la ecuación de equilibrio del sistema. Muestra que el precio está determinado por la interacción de oferta y demanda. Todas las variables resultaron significativas a excepción de la oferta de maíz en el caso de la estimación por MC3E, la demanda ganadera por MC2E y la demanda de maíz por parte de las exportaciones mediante las tres técnicas. Todos los parámetros de las variables mostraron los signos de esperados mediante las tres técnicas de estimación a excepción de AG_t y XT_t , sin embargo esta variable fue de las que resultó ser no significativa, el efecto que tuvo el ganado porcino en dicha categoría de la demanda es el motivo de esta discrepancia, siendo la misma explicación la que justifica dicho signo.

IV.2. Análisis de Sensibilidad (elasticidades cruzadas)

Para probar el resto de las hipótesis planteadas es necesario realizar análisis de sensibilidad para determinar los impactos que tienen las variables propuestas en el precio del maíz. Con esta finalidad se utilizaron los resultados de las estimaciones del sistema de ecuaciones. De esta manera, a continuación se incluyen los resultados obtenidos para las elasticidades cruzadas de dichas variables respecto al precio del maíz.

Tabla 4.6. Elasticidades cruzadas

Elasticidad cruzada	Especificación	MC2E	MC3E	FIML
Precio-Producción de etanol	$\frac{\partial PM_t}{\partial ET_t} = \frac{\delta_2 \zeta_4}{1 - \alpha_1 \zeta_1 - \beta_1 \zeta_2 - \gamma_1 \zeta_3 - \delta_1 \zeta_4}$ (30)	0.3720	0.4588	0.3409
Precio-Consumo de maíz en China e India	$\frac{\partial PM_t}{\partial PIB_t} = \frac{\gamma_4 \zeta_3}{1 - \alpha_1 \zeta_1 - \beta_1 \zeta_2 - \gamma_1 \zeta_3 - \delta_1 \zeta_4}$ (31)	0.0542	0.0227	0.0514
Precio-Dollar Index	$\frac{\partial PM_t}{\partial DX_t} = \frac{\gamma_3 \zeta_3}{1 - \alpha_1 \zeta_1 - \beta_1 \zeta_2 - \gamma_1 \zeta_3 - \delta_1 \zeta_4}$ (32)	-0.1807	-0.0460	-0.1332
Precio-Población	$\frac{\partial PM_t}{\partial Pob_t} = \frac{\delta_3 \zeta_4}{1 - \alpha_1 \zeta_1 - \beta_1 \zeta_2 - \gamma_1 \zeta_3 - \delta_1 \zeta_4}$ (33)	3.0489	2.3413	2.2730

El resultado de la ecuación (30) indica que ante un aumento del 1 por ciento en la producción de etanol, el precio del maíz se incrementa en 0.3720, 0.4588 y 0.3409 por ciento utilizando MC2E, MC3E y FIML, respectivamente.

Por otra parte, la ecuación (31) muestra la elasticidad cruzada del Producto Interno Bruto per cápita de China e India ponderados por sus importaciones de maíz de Estados Unidos, o bien el incremento en el consumo de maíz por parte de estas economías y el precio de dicho cereal. Esta elasticidad muestra que ante un incremento del 1 por ciento de la media ponderada del PIB de China e India, el precio del maíz se incrementa en 0.0542 por ciento según la estimación por MC2E; por otra parte con MC3E se tiene un incremento del 0.0227 por ciento, mientras que con FIML se tendría un incremento del 0.0514.

La ecuación (32) muestra el impacto que tiene la depreciación del dólar frente a otras monedas respecto al precio del maíz. De esta forma se tiene que ante una disminución del 1 por ciento del *Dollar Index*, el precio del maíz se incrementa en 0.1807 y 0.046 por ciento para las estimaciones por MC2E y MC3E, respectivamente, en cambio mediante FIML se tendría un incremento del 0.1332 por ciento.

El resultado de la ecuación (33) muestra la elasticidad cruzada población-precio del maíz. Esta indica que ante un incremento del 1 por ciento en la población de Estados Unidos el precio del maíz se incrementa en un 3.048, 2.3413 y 2.2730 por ciento utilizando las técnicas de MC2E, MC3E y FIML, respectivamente.

IV.3. Variación de excedentes en Estados Unidos y México

Una vez calculadas las elasticidades cruzadas, se realizó el cálculo de las variaciones del bienestar de los agentes tanto en Estados Unidos como en México. Con esta finalidad se consideró un sub-periodo comprendido entre 2005-2011; por otra parte, se especificaron funciones de oferta y demanda lineales y de elasticidad constante para cuantificar la variación de los excedentes del consumidor y productor en ambos países. Para el cálculo de la variación de excedentes en Estados Unidos se utilizaron los datos arrojados por el modelo estimado mediante MC3E para medir las elasticidades de oferta y demanda. Para el caso de México se utilizaron las elasticidades arrojadas por FAPRI (2012).

IV.3.1. Variación de excedentes en Estados Unidos

Para el caso de Estados Unidos se consideraron las elasticidades obtenidas del sistema estimado mediante la técnica de MC3E. De esta manera, se tomó de la ecuación 1 correspondiente a la oferta del maíz la elasticidad-precio de la oferta. Para la elasticidad-precio de la demanda se agregaron las elasticidades obtenidas en las ecuaciones de demanda doméstica correspondientes a las ecuaciones 2 y 4 (Alimentación ganadera y Alimentos, Alcohol y usos Industriales). En Estados Unidos, que es un país superavitario en la producción de maíz, se tiene que el precio de este cereal pasó de ser 78.74 dólares por tonelada a 244.88. Esta triplicación del precio tuvo efectos en los consumidores y en los productores que se cuantifican mediante la variación de sus excedentes. A continuación se

incluye una tabla resumen en donde se indican las elasticidades así como las funciones obtenidas bajo cada especificación las cuales se estimaron para 2005.

Tabla 4.4.1. Funciones de oferta y demanda de EE.UU.

Especificaciones	Funciones
Lineal; $\varepsilon=0.2164$; $ \eta =0.4875$	$q_{Si}=263,412,897.73+924,001.60p_i$ (34) $q_{Di}=345,099,143.49-1,436,312.64p_i$ (35)
Elasticidad constante; $\varepsilon=0.2164$; $ \eta =0.4875$	$q_{Si}=130,668,272.83 p_i^{0.2164}$ (36) $q_{Di}=1,949,109,666.26p_i^{-0.4874}$ (37)

Fuente: Elaboración propia con datos de USDA (2013)⁵

Una vez calculadas las funciones de oferta y demanda de maíz en Estados Unidos según la especificación lineal, se calculó la variación en los excedentes del consumidor y del productor de la siguiente manera:

$$\Delta Exc_S = \int_{1,578}^{3,167} (263,412,897.73 + 924,001.60p_i) dp_i \quad (38)$$

$$\Delta Exc_D = - \int_{1,578}^{3,167} (345,099,143.49 - 1,436,312.64p_i) dp_i \quad (39)$$

$$\Delta Exc_S + \Delta Exc_D = \Delta Exc \quad (40)$$

Cabe mencionar que para la forma funcional de elasticidad constante se siguieron las mismas operaciones.

Tabla 4.4.2. Variación de excedentes en EE.UU. expresada en millones de dólares

Especificaciones	ΔExc_S	ΔExc_D	ΔExc
Lineal $\varepsilon=0.2164$; $ \eta =0.4875$	68,604.10	-18,722.20	49,881.90
Elasticidad constante $\varepsilon=0.2164$; $ \eta =0.4875$	64,742.30	-28,123.90	36,618.40

Fuente: Elaboración propia con datos de USDA (2013).

⁵ Para el cálculo de estas ecuaciones se utilizaron la oferta y demanda de maíz anual presentadas por el USDA (2013), sin embargo se cambiaron las unidades. Mientras que el USDA utiliza millones de bushels, se convirtió dicha unidad a toneladas. Para la conversión se utilizó una tasa de 39.37 bushels por tonelada, tal como sugiere la Universidad de Iowa en: <http://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-80.html>

Debido a la situación de la economía estadounidense como superavitaria en maíz, el alza de precios causa un aumento del excedente de los productores que compensa la pérdida sufrida por los consumidores. Esto se obtiene, tanto en la especificación lineal para las funciones de oferta y demanda, como asumiendo que son curvas de elasticidad constante. En el primer caso se reporta una mayor ganancia global que bajo la especificación de funciones de elasticidad constante. Sin embargo, en cualquiera de las especificaciones se encontró un incremento del bienestar global de los agentes estadounidenses. De esta manera, el incremento de los precios del maíz se traduce en una ganancia de bienestar en Estados Unidos.

IV.3.2. Variación de excedentes en México

Por otra parte, en México, país deficitario en la producción de maíz, se reportó un incremento en el precio del maíz en grano, el cual pasó de 1,578 pesos la tonelada a 4,078. Descontando la inflación general de la economía, el precio de la tonelada pasó de 1,578 pesos a 3,167 en seis años. Este aumento del precio en términos reales tuvo efectos en los consumidores y en los productores que se cuantifican mediante la variación de sus excedentes.

De esta manera, en las primeras dos filas de la tabla de 1.4.4.2 se incluyen las funciones estimadas para la oferta y la demanda de maíz en México en el año 2005 según las especificaciones de las funciones en lineal y de elasticidad constante utilizando las elasticidades de FAPRI (2012); Las ecuaciones 45-48 representan las funciones de oferta y demanda estimadas bajo las dos especificaciones propuestas con las elasticidades sugeridas por Barkley *et al.* (2011).

Tabla 4.4.3. Funciones de oferta y demanda de México

Especificaciones	Funciones
Lineal; $\varepsilon=0.22$; $ \eta =0.12$	$q_{Si} = 15,084,196 + 2,696.26p_i$ (41) $q_{Di} = 28,032,873 - 1,903.46p_i$ (42)
Elasticidad constante; $\varepsilon=0.22$; $ \eta =0.12$	$q_{Si} = 3,826,910p_i^{0.22}$ (43) $q_{Di} = 60,564,776p_i^{-0.12}$ (44)
Lineal; $\varepsilon=0.17$; $ \eta =0.46$	$q_{Si} = 16,051,132 + 2,083.48p_i$ (45) $q_{Di} = 36,542,852 - 7,296.59p_i$ (46)
Elasticidad constante; $\varepsilon=0.17$; $ \eta =0.46$	$q_{Si} = 5,530,350p_i^{0.17}$ (47) $q_{Di} = 740,576,529p_i^{-0.46}$ (48)

Fuente: Elaboración propia con datos de Barkley *et al.* (2011), FAPRI (2012), SAGARPA (2012) y FAO (2012).

Una vez calculadas las funciones de oferta y demanda de maíz en México según cada especificación propuesta, se calcularon los excedentes del consumidor y del productor, mediante el cálculo del área de bajo de la curva de oferta y de demanda al igual que en el caso de Estados Unidos. Para el cálculo del excedente global se sumó la variación en ambos excedentes; de estos cálculos se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4.4.4. Variación de excedentes en México, millones de pesos 2005

Especificaciones	ΔExc_S	ΔExc_D	ΔExc
Lineal; $\varepsilon=0.22$; $ \eta =0.12$	34,128	-37,363	-3,236
Elasticidad constante; $\varepsilon=0.22$; $ \eta =0.12$	33,497	-37,966	-4,468

Fuente: Elaboración propia con datos de FAPRI (2012), SAGARPA (2012), FAO (2012) e INEGI (2013).

Debido a la situación de la economía mexicana como deficitaria en maíz, el alza de precios causa un aumento del excedente de los productores que no compensa la pérdida sufrida por los consumidores. Esto se obtiene, tanto en la especificación lineal para las funciones de oferta y demanda, como asumiendo que son curvas de elasticidad constante.

En este segundo caso la ganancia de los productores es aún menor y la pérdida de los consumidores mayor que con funciones lineales, lo que genera un mayor deterioro del bienestar global de los agentes mexicanos.

El incremento de los precios del maíz se traduce en una pérdida de bienestar en México. Esta aseveración no se presenta en las estimaciones defendidas por Barkley *et al.* (2011). Como se observa en la Tabla 4.4.5, el resultado central de su análisis arroja un pequeño incremento (+0.013), del bienestar global en México. Comentan los autores: “Los altos precios del maíz en el 2007 resultaron en una transferencia de aproximadamente 2.1 billones en USD del 2008 desde los consumidores a los productores de maíz en México” (p. 652). En conjunto no habría ni pérdida ni ganancia. Al realizar un análisis de sensibilidad de este resultado ante cambios en las elasticidades de oferta y demanda, obtienen el resto de valores de la Tabla 4.4.5. Dependiendo de la combinación de elasticidades, las pérdidas de los consumidores resultan unas veces mayores y otras menores que las ganancias de los productores, llegando a haber diferencias importantes que los autores admiten parcialmente.⁶

Tabla 4.4.5. Cambios en el excedente económico provenientes de shocks de demanda inducidos por el etanol (billones en USD del 2008) [*sic*]⁷

Especificaciones	ΔExc_S	ΔExc_D	ΔExc
Lineal; $\varepsilon=0.17$; $ \eta =0.46$	2.116	-2.103	0.013
Lineal; $\varepsilon=0.10$; $ \eta =0.46$	2.063	-2.103	-0.040
Lineal; $\varepsilon=0.50$; $ \eta =0.46$	2.366	-2.103	0.263
Lineal; $\varepsilon=0.17$; $ \eta =0.10$	2.116	-2.452	-0.336
Lineal; $\varepsilon=0.17$; $ \eta =1.00$	2.116	-1.579	0.537

Fuente: Barkley *et al.* (2011:651-2).

⁶ Si bien afirman que: “Los cambios en el excedente del consumidor en el mercado mexicano del maíz actúan de manera similar dados los supuestos del modelo sobre las elasticidades, a excepción de la elasticidad de la demanda de maíz en México” (p. 653); en las conclusiones resumen que: “Estos cambios en el bienestar son robustos a cambios en los supuestos del modelo sobre las elasticidades de la oferta y la demanda respecto al precio en México y en el resto del mundo” (p. 658).

⁷ La variable eth_i que Barkley *et al.* (2011) incluyen en su análisis y que “capta el gran aumento en la demanda de biocombustibles tales como el etanol a través del cambio en la demanda” (p. 651), en realidad capta cualquier cambio en la demanda mundial sin distinguir los provocados por la producción de biocombustibles. Lo mismo cabe comentar del título de la tabla.

La discrepancia entre los cálculos de esta investigación y los de Barkley *et al.* (2011) no se encuentran en el modelo de dos sectores y dos regiones que ellos utilizan, ni en la diferencia de años, ni siquiera en el cambio de divisa. La diferencia esencial radica en la elasticidad de demanda. En su especificación lineal, con unas elasticidades de $\varepsilon=0.17$ y $|\eta|=0.10$, muy parecidas a las de FAPRI (2012), llegan a unos resultados (cuarta línea de la Tabla 4.4.5) semejantes a los presentados en la Tabla 4.4.4.

A la inversa, esto es, replicando el procedimiento que lleva a la obtención de la Tabla 4.4.3, pero con las elasticidades de Barkley *et al.* (2011): $\varepsilon=0.17$ y $|\eta|=0.46$; se obtiene la Tabla 4.4.6. En la especificación lineal, la variación del excedente conjunto es positiva ya que la pérdida sufrida por los consumidores es más que compensada por la ganancia de los productores.

Tabla 4.4.6. Variaciones de los excedentes anuales de los productores y consumidores de maíz en México (millones de pesos de 2005)

Especificaciones	ΔExc_S	ΔExc_D	ΔExc
Lineal; $\varepsilon=0.17$; $ \eta =0.46$	33,354	-30,557	2,797
Elasticidad constante; $\varepsilon=0.17$; $ \eta =0.46$	32,840	-33,400	-559

Fuente: Elaboración propia con datos de Barkley *et al.* (2011), SAGARPA (2012), FAO (2012) e INEGI (2013).

Este resultado, semejante al principal de Barkley *et al.* (2011), implica que México deja de ser importador neto para ser exportador de maíz, *ceteris paribus*. No hay otra forma de que la ganancia de los productores nacionales supere a la pérdida de los consumidores. El precio debe incrementarse lo suficiente como para que el nuevo equilibrio mundial se sitúe por encima del precio de equilibrio del mercado interno. El papel que la elasticidad de demanda tiene en este mecanismo es clave, ya que una elasticidad mayor implica un punto de equilibrio más bajo en el mercado nacional. Una demanda muy inelástica (muy vertical) genera una intersección con la oferta en un precio mucho más alto, haciendo más difícil que México pase a ser exportador neto de maíz y que la pérdida de los consumidores nacionales se compense con la ganancia de los productores.

La forma funcional elegida para representar la oferta y la demanda también tiene incidencia en los resultados del análisis de bienestar. Como se observa en las tablas 4.4.3. y 4.4.5., las curvas de elasticidad constante dan lugar a aumentos menores en el excedente de los

productores y a reducciones mayores en el excedente de los consumidores que las funciones lineales ante un mismo aumento de precios. La ventaja de estas curvas es que el valor de la elasticidad es el mismo en el punto de partida, cuando el precio es bajo, que en el punto final, cuando el precio es alto. En cambio, en las funciones lineales, la elasticidad que se especifica es la del momento inicial, y no la del final, ya que la elasticidad varía a lo largo de las rectas (Varian, 2003:275; Parkin *et al.*, 2006:87). En el último caso presentado, cuando el precio de la tonelada de maíz es de 1,578 pesos, las elasticidades de oferta y de demanda son $\varepsilon_{2005}=0.17$ y $|\eta|_{2005}=0.46$, respectivamente. Para un precio de 3,167 pesos, la elasticidad de oferta pasa a ser $\varepsilon_{2011}=0.29$ y la de demanda $|\eta|_{2011}=1.72$, lo que incluso convierte al maíz en producto de demanda claramente elástica.

IV.4. Recapitulación de resultados y discusión

En este capítulo se discutieron los resultados obtenidos de las estimaciones del modelo de ecuaciones simultáneas; Esto con la finalidad de encontrar los determinantes del precio del maíz en Estados Unidos. Se incluyeron y analizaron los parámetros y estadísticos calculados mediante las técnicas de MC2E, MC3E y FIML para los modelos de ecuaciones simultáneas. Posteriormente, se calcularon y discutieron las elasticidades cruzadas obtenidas para determinar el impacto de la producción de etanol en Estados Unidos, el consumo de maíz en China e India, la depreciación del dólar frente a otras monedas y el crecimiento de la población en Estados Unidos, en el precio del maíz. Finalmente, se incluyeron y discutieron los resultados de la variación del bienestar de los agentes en Estados Unidos y México.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES

En esta sección se incluyen las conclusiones de la tesis. En primer lugar, se incluyen la manera en que se desarrolla la investigación para cumplir con los objetivos planteados. Seguido de ello se menciona el sustento teórico que siguió la investigación. Posteriormente se presentan los impactos de las variables consideradas para los análisis de sensibilidad respecto al precio del maíz. Después, se muestran los resultados obtenidos del cálculo de la variación de los excedentes de los agentes tanto en México como en Estados Unidos. Posteriormente, se mencionan las futuras líneas de investigación. Por último se incluye una serie de recomendaciones de política para tratar de atender al problema analizado.

Esta investigación se desarrolló para determinar los factores que explicaron el incremento del precio del maíz en Estados Unidos durante el periodo de 2000 a 2011 y la incidencia de dicha alza en el bienestar de los productores y consumidores de este cereal en México y en Estados Unidos. Con esta finalidad, se partió del concepto de oferta y demanda y se construyó un sistema de ecuaciones simultáneas. En dicho sistema se consideró una ecuación de oferta (S_t), tres de demanda (AG_b , X_b , AAI_b) y una de equilibrio (P_t). Para el análisis de la incidencia del incremento en el precio del maíz en el bienestar de los agentes, se utilizó el concepto de variación de los excedentes del consumidor (ΔExc_D) y productor (ΔExc_S) en ambos países.

La presente tesis se sustentó teóricamente en la escuela neo-estructuralista al llevar a cabo un análisis de la situación del mercado en una economía central como la estadounidense y una periférica como la economía mexicana. El problema del alza en el precio del maíz en la economía central, cuestiona la teoría del deterioro secular de los términos de intercambio de la Escuela Estructuralista Latinoamericana. Con la finalidad de complementar el sustento teórico se incorporó el recorrido histórico que siguió el problema de investigación y se abordaron los antecedentes del concepto de elasticidad precio de la demanda. También se discutió el abordaje y las posturas respecto del libre comercio por parte de algunas escuelas del pensamiento económico. De igual manera se explicó la concepción de la escuela estructuralista latinoamericana respecto del libre comercio así como su evolución hasta el desarrollo y surgimiento de la escuela neo-estructuralista.

De esta manera, se partió del modelo propuesto por Park y Fortenbery (2008), el cual se complementó con la consideración de otro periodo de análisis, así como la inclusión de algunas variables en el sistema ($Poil_t$, PT_t , PIB_t) identificadas por algunos autores como factores clave en la determinación del precio del maíz (Schnepf, 2006; Mitchel, 2008; Abbot *et al.*, 2008; Park y Fortenbery, 2008; Lagi *et al.*, 2012).

En el sistema de ecuaciones se dio especial énfasis al incremento en la producción de etanol (E_t) en Estados Unidos, el incremento en la demanda de maíz por parte de China e India (PIB_t), la depreciación del dólar frente a otras monedas (DX_t) y al crecimiento poblacional en dicho país (Pob_t). El estudio de la incidencia de estas variables en el precio del maíz se llevó a cabo mediante análisis de sensibilidad calculando sus elasticidades cruzadas respecto al precio del maíz. De esta manera, se identificó que ante un incremento del 1 por ciento de la población en Estados Unidos, el precio del maíz se incrementó en 3.04, 2.3413 y 2.2730 por ciento según las estimaciones por MC2E, MC3E y FIML; por otra parte, se identificó que ante una depreciación del 1 por ciento del dólar frente a otras monedas, -medida a través del *Dollar Index*-, el precio del maíz se incrementa en 0.1807, 0.046 y 0.1332 por ciento según las técnicas MC2E, MC3E y FIML, respectivamente; también se identificó que ante un incremento del 1 por ciento en el consumo del maíz por parte de China e India, el precio de este cereal se incrementa en 0.0542 por ciento mediante MC2E, y en 0.0227 y 0.0514 por ciento según MC3E y FIML; mientras que ante un incremento del 1 por ciento en la producción de etanol, el precio del maíz se ve afectado por un incremento del 0.3720 por ciento mediante MC2E, en cambio mediante MC3E y FIML se tiene un incremento porcentual de 0.4588 y 0.3409, respectivamente.

En cuanto a la variación del bienestar de los productores y consumidores de maíz en Estados Unidos, se identificó bajo las especificaciones propuestas, -lineal y de elasticidad constante-, que la pérdida del excedente del consumidor es más que compensada por la ganancia del excedente del productor. Lo que se traduce en una ganancia global de 49,881.9 millones de dólares bajo la especificación lineal; mientras que considerando funciones de oferta y demanda con elasticidad constante dicho excedente fue de 36,618.4 millones de dólares. Esto se debe a su estructura productiva y por consiguiente a su posición dominante en el mercado internacional del maíz.

Por otra parte, en la economía mexicana, la cual se caracteriza por un atraso en su estructura productiva y por ende es deficitaria en la producción de maíz, se tiene una pérdida en el bienestar global que asciende a 3,236 millones de pesos si se consideran funciones de oferta y demanda lineales. Al considerar la especificación de funciones con elasticidad constante dicha pérdida se acentúa más, alcanzando 4,468 millones de pesos. En este sentido las aseveraciones propuestas por Barkley *et al.* (2011) referentes a que las ganancias del productor compensan las pérdidas del excedente del consumidor en México parecen ser poco acertadas, confirmando así los postulados de González y Brugués (2010) en esta discusión.

El contexto presentado en México en cuanto a la relevancia con la que cuenta el maíz para sus agentes económicos en términos de producción y consumo así como la fuerte integración y dependencia de esta economía con Estados Unidos da pie a futuras investigaciones. En este sentido, en futuras líneas de investigación se puede analizar el impacto del incremento en el precio del maíz en la economía mexicana utilizando un enfoque sistémico, considerando una diferenciación de la población por niveles de ingresos para determinar el impacto diferenciado en los distintos niveles de ingresos.

Cabe resaltar que dicho análisis resulta relevante para la economía mexicana la cual cuenta con aproximadamente la mitad de su población en pobreza. Por otra parte, resulta pertinente la incorporación de otras economías en el análisis para determinar el impacto que ha tenido dicho incremento en términos relativos con otros países y comparar las repercusiones en el bienestar mundial. Con el enfoque sistémico se tendrían en cuenta no sólo los impactos directos, sino los indirectos y los dinámicos del alza del precio del maíz.

A continuación se incorporan algunas recomendaciones de política con la finalidad de intentar contrarrestar la situación en cuanto a la pérdida del bienestar global en México:

1. Se propone la implementación de una política encaminada a mejorar las condiciones de cultivo, la poca mecanización, el hecho de que sea de temporal en vez de regadío. Esto se puede lograr, en primer lugar, a través de la capacitación y asesoramiento de los productores en cuanto a técnicas de cultivo más productivas, dando especial énfasis a los pequeños y medianos productores; posteriormente se

pueden llevar a cabo programas para la mecanización del campo mediante la implementación de sistemas de riego así como el otorgamiento de créditos para cubrir los costos de dicha implementación. Esto con la finalidad de incentivar a que la brecha en términos de productividad del cultivo de maíz (en términos de hectáreas) entre México y Estados Unidos sea menos pronunciada.

2. Por otra parte, se propone la diversificación de la cadena productiva del maíz mediante la fabricación de plásticos, almidones y jarabe de maíz con la finalidad de exportar productos elaborados. De esta manera la ganancia de los productores se vería incrementada ante el alza en el precio de dicho cereal en mayor medida en que se presenta en la actualidad. Por otra parte, la pérdida en los consumidores sería compensada puesto que si partimos del hecho que la mayoría de la producción de maíz en México es para autoconsumo, las ganancias derivadas de dicha diversificación incrementa también al excedente del consumidor, puesto que los agricultores tendrían acceso a un mayor ingreso derivado de las ganancias de la diversificación de su producción.
3. Otra recomendación consiste en que el gobierno mexicano implemente programas que sirvan como vínculos entre los productores de maíz y otras industrias para incentivar la diversificación del mercado. En este punto se puede considerar la gestión de un apoyo para la producción de co-productos derivados del maíz, tal como la producción de almidón de maíz el cual funge como sustituto de la goma guar, goma arábica. Dicho producto es utilizado por diversas industrias como bien intermedio. Algunos usos de las gomas se encuentra en la industria farmacéutica, de alimentos e incluso en la industria de extracción petrolera.
4. En términos de comercio internacional se recomienda hacer uso de los tratados comerciales con los que cuenta México con otros países del mundo. Mediante la comercialización con otras economías se podría negociar un precio de maíz preferencial debido al elevado volumen de demanda de importaciones con el que cuenta la economía mexicana. Del continente asiático, China e India constituyen dos economías con las que se pudiera negociar la comercialización de maíz; en el caso del continente americano América Central y Argentina son los oferentes potenciales.

5. Por último, se sugiere que el gobierno mexicano se valga de organismos internacionales para negociar la reducción o incluso la eliminación gradual del subsidio a la producción de etanol en Estados Unidos, principal exportador de maíz en México. Mientras exista intervención gubernamental, en cualquiera de sus tres modalidades (barreras a las importaciones, crédito fiscal y mandato al consumo), la demanda de maíz por parte de esta industria será más inelástica; en este sentido la negociación de la eliminación al subsidio se puede plantear a partir de acuerdos comerciales, en particular con la exportación de etanol de maíz a México para su incorporación en la gasolina nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbot, Philip; Christopher Hurt y Wallace Tyner, 2008, What's Driving Food Prices? Farm Foundation, en <<http://www.farmfoundation.org/webcontent/Farm-Foundation-Issue-Report-Whats-Driving-Food-Prices-404.aspx>>, consultado el 29 de octubre de 2013.
- Arzac, Enrique y Maurice Wilkinson, 1979, Stabilization Policies for United States Feed Grain and Livestock Markets, *Journal of Economic Dynamics and Control*, pp. 39-58.
- Ayala, Arturo y Joana Chapa, 2011, Efectos de corto plazo de los shocks en los precios internacionales de los productos agrícolas en México, *economía mexicana Nueva Época*, vol. XX, núm. 2, pp. 311-355.
- Barkin, David; Rosemary Batt y Billie DeWalt, 1991, Alimentos vs. forrajes: la sustitución entre granos a escala mundial, Siglo Veintiuno/Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Barkley, Andrew; Nalley Lawton Lanier y Pedro V. Garay, 2011, “Análisis de bienestar de los 'shocks de precios de los commodities' en los mercados de maíz y trigo en México”, *Revista Mexicana de Agronegocios*, vol. XV, núm. 29, pp. 646-659.
- Berry, Steven T.; Michael J. Roberts y Wolfram Schlenker, 2012, Corn production shocks in 2012 and beyond: implications for food price volatility. *NBER Working Paper Series*, núm: 18659, pp. 1-26.
- Bielschowsky, Ricardo (compilador), 2010, *Sesenta años de la CEPAL: textos seleccionados del decenio 1998-2008*, XXI siglo veintiuno editores, Buenos Aires.
- Birur Dileep; Thomas Hertel y Wallace Tyner, 2008, Impact of Biofuel Production on World Agricultural Markets A computable General Equilibrium Analysis, *GTAP Working Paper*, núm 53.

- Brieger, Pedro, 2002, De la década perdida a la década del mito neoliberal, en AAVV: *La globalización económico-financiera: su impacto en América Latina*, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO), Buenos Aires.
- Campos, Ramiro, 1962, “La ley de King teoría explicativa de los ingresos agrícolas”, *Revista de Estudios Agrosociales*, núm. 40, pp. 71-82.
- Collantes Fernando, 2010, Escuelas latinoamericanas de pensamiento económico, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, en <http://www.unizar.es/departamentos/estructura_economica/personal/collantf/documents/Escuelaslatinoamericanasdepensamientoeconomico.pdf>, consultado el 06 de noviembre de 2013.
- Cuddington, John; Carlos Urzúa y Luz Reyes, 1989, “Ciclos y tendencias en los términos netos de intercambio”, *Estudios Económicos*, vol. 3, pp. 169-190.
- Davenant, Charles, 1699, *An essay upon the probable methods of making a people gainers in the ballance of trade*, James Knapton, Londres.
- De La Torre, Daniel, [memorias de congreso] 2003, “An Energy Strategy Based on Energy Dedicated Crops or Corn: Differential Economic and Regional Impacts”, The Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, Mobile, AL., Febrero, 2003.
- De La Torre, Daniel; Burton English; Kim Jensen; Chad Hellwinckel; Jamey Menard y Brad Wilson, 2006, Economic and Agricultural Impacts of Ethanol and Biodiesel Expansion, *The University of Tennessee*, Study Report.
- Earth Policy Institute, 2013, Climate Energy and Transportation, Washington D.C., en <http://www.earth-policy.org/data_center/C23>, consultado el 2 de noviembre de 2013.
- Ekelund, Robert y Robert Hébert, 2013, *A History of Economic Theory and Method*, Waveland PressInc, Illinois.

Estefanía, Joaquín, 1984, América Latina, una década perdida para el crecimiento, *El País*, 24 de abril.

Fajnzylber, Fernando, 1983, *La industrialización trunca de América Latina*, CET, México DF.

FAO, 2012, Food and Agriculture Organization, *FAOSTAT*, Roma, en <<http://faostat.fao.org/site/703/DesktopDefault.aspx?PageID=703#ancor>>, consultado el 20 de octubre de 2013.

FAPRI, 2012, Food and Agricultural Policy Research Institute, Elasticity database, Iowa State University, Ames, Iowa, en <<http://www.fapri.iastate.edu/tools/elasticity.aspx>>, consultado el 12 de marzo de 2013.

Financiera Rural, 2012, Situación actual y perspectivas del maíz en México 1996-2012, México D.F. en <<http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Documentos%20de%20SIAP/PerspectivasMa%C3%ADz1996a2012.pdf>>, consultado el 10 de noviembre de 2013.

Gandolfo, Giancarlo, 1998, *International Trade Theory and Policy*, Springer, Germany.

González Salvador y Alejandro Brugués, 2010, Producción de biocombustibles con maíz: un análisis de bienestar en México, *Ra Ximhai*, vol. 6, núm. 1, pp. 73-85.

Griffith-Jones, Stephany y Osvaldo Sunkel, 1986, *Debt and development crises in Latin America: the end of an illusion*, Clarendon Press, Oxford.

Gujarati, Damodar y Dawn Porter, 2009, *Econometría*, 5ta edición, Mc Graw Hill, México D.F.

INEGI, (varios años), *Censos de población y vivienda de 1980, 1990, 2000 y 2010*; y, *Conteos de población y vivienda de 1995 y 2005*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes <<http://www.inegi.org.mx>>, consultado el 14 de marzo de 2013.

INEGI, 2013, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *Banco de Información Económica*, Aguascalientes, en <<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/inp/inpc.aspx>>, consultado el 14 de marzo de 2013.

ITC, 2013, International Trade Centre, Trade statistics for international business development database, Palais des Nations, Geneva, Switzerland, en <<http://www.trademap.org>>, consultado el 06 de noviembre de 2013.

King, Gregory, [1696] 1804, Natural and political observations and conclusions upon the state and condition of England, en G. Chalmers (ed.), *An estimate of the comparative strength of Great Britain*, John Stockdale, Londres.

Lagi, Marco, Alexander S. Gard-Murray y Yaneer Bar-Yam, 2012, Impact of ethanol conversion and speculation on Mexico corn imports, *New England Complex Systems Institute*, Massachusetts, en <<http://necsi.edu/research/social/foodprices/mexico/>>, consultado el 06 de noviembre de 2013.

Lagi, Marco; Yavni Bar-Yam; Karla Z. Bertrand y Yaneer Bar-Yam, 2011, The Food Crises: A quantitative model of food prices including speculators and ethanol conversion, *New England Complex Systems Institute*, Massachusetts, en <http://necsi.edu/research/social/food_prices.pdf>, consultado el 06 de noviembre de 2013.

Malthus, Thomas Robert, [1798] 1984, *Primer ensayo sobre la población*, 1a ed., Alianza editorial, Madrid.

Malthus, Thomas Robert, [1800] 2012, An investigation of the cause of the present high price of provisions, en Cosimo (ed.), Nueva York.

Malthus, Thomas Robert, [1836] 1977, *Principios de economía política*, 2a ed., Fondo de Cultura Económica, México D.F.

- Malthus, Thomas Robert, 1815, *Observations on the Effects of the Corn Laws, and of a Rise or Fall in the Price of Corn on the Agriculture and General Wealth of the Country*, 3era edición, C.Wood, Printer, poppin's Court, Fleet Street, Londres.
- McPhail, Lihong y Bruce Babcock, 2012, Impact of US biofuel policy on US corn and gasoline price variability, *Energy*, núm 37, pp 505-513.
- Méndez, Silvestre, 1998, Problemas económicos de México, 4ta ed., McGraw-Hill, México.
- Mestries, Francis, 2009, La crisis de la tortilla en los albores del sexenio de Felipe Calderón. ¿Libre mercado o ley de los monopolios?, *El Cotidiano*, núm. 155, pp. 87-93.
- Mitchel, Donald, 2008, A note on Rising Food Prices, *Policy Research Working Paper, Development Prospects Group, The World Bank*, núm. 4682, pp. 1-20.
- Napoleoni, Claudio, 1981, *Fisiocracia, Smith, Ricardo, Marx*, 2ta ed., Barcelona, oikos-tau, s.a. ediciones.
- Nicholson, Walter, 2006, Microeconomía intermedia y sus aplicaciones, 9na edición, Thomson, México D.F.
- Notestein, Frank W., 1945, Population: the long view, en Theodore W. Schultz (ed.), *Food for the world*, pp. 36-57, University of Chicago Press, Chicago.
- Park, Hwanil y Randall Fortenbery, [memorias de congreso] 2008, "The effect of ethanol production on the U.S. national corn price", NCCC-134 Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Market Risk Management, Chicago, Junio 2008.
- Parkin, Michael, Gerardo Esquivel y Marcos Ávalos, 2006, *Microeconomía, Versión para Latinoamérica*, 7ma ed., Pearson Addison, México.

- Peláez, Óscar, 2009, La oportunidad (demográfica) de Chiapas”, en Jorge A. López-Arévalo *et al.* (eds.), *Globalización, migración y economía chiapaneca*, pp. 113-126, Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez.
- Peláez, Óscar, 2012, Análisis de los indicadores de desarrollo humano, marginación, rezago social y pobreza en los municipios de Chiapas a partir de una perspectiva demográfica, *Economía, Sociedad y Territorio*, 12(38), 181-213.
- Prebisch, Raúl, 1973, “Problemas teóricos y prácticos del crecimiento económico”, *Serie conmemorativa del XXV aniversario de la CEPAL*, pp. 1-90.
- Reinert, Keneth, 2012, An Introduction to International Economics, 2nda edición, Cambridge University Press, Nueva York.
- Ricardo, David, [1821] 1987, *Principios de economía política y tributación*, 3ta ed., Fondo de Cultura Económica, México.
- Ricardo, David, 1815, *Essay on The Influence of a low Price of Corn on the profits of Stock*, 2nda edición, J.F. Fove, Printer, St. John’s Square, London.
- Rodríguez, Octavio, 2006, *El estructuralismo latinoamericano*, CEPAL-Siglo XXI, México.
- Roningén, Vernon; John Sullivan y Praveen Dixit, 1991, *Documentation of the static worldpolicy simulation (SWOPSIM) modeling framework*, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, Washington.
- Rosegrant, Mark, Mercedita Agcaoili-Sombilla y Nicostrato Pérez, 1995, Global food projections to 2020: implications for investment, *Discussion Paper*, 5, International Food Policy Research Institute, Washington.
- SAGARPA, 2012, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, *Sistema de información agroalimentaria de consulta (SIACON)*, México,

en <http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350>, consultado el 8 de mayo 2013.

Salvadori, Neri y Rodolfo Signorino, 2013, The Malthus versus Ricardo 1815 Corn Laws Controversy: An appraisal, *Munich Personal RePEc Archive*, en <<http://mpra.ub.uni-muenchen.de/50534/>>, consultado el 15 de mayo 2013.

Saudreth y Colender, 1974, *Economía Política y Capitalismo*, México, Ed. Fondo de Cultura Económica.

Schnepf, Randy y Brent D. Yacobucci, 2013, Renewable Fuel Standards (RFS): Overview and Issues, CRS Report for Congress, Congressional Research Service, 7-5700, Washington D.C., en: <<http://www.fas.org/sgp/crs/misc/R40155.pdf>>, consultado el 06 de noviembre de 2013.

Schnepf, Randy, 2006, Price Determination in Agricultural Commodity Markets: A Primer, *CRS Report for Congress*, RL33204, pp. 1-39.

Smith, Adam, [1789] 1984, *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*, 5ta ed., Fondo de Cultura Económica, México D.F.

U.S. Department of Energy, 2010, “Current State of the US Ethanol Industry”, en <http://www1.eere.energy.gov/biomass/pdfs/current_state_of_the_us_ethanol_industry.pdf>, consultado el 20 de Mayo 2013.

Urbanchuk, John, 1997, Commodity Markets, Farm-Retail Spreads, and Macroeconomic Condition Assumptions in Food Price Forecasting, *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 79, núm 5, pp. 1677-1680.

USDA, 2007, United States Agricultural Department, Ethanol Transportation Backgounder, Expansion of US Corn-based Ethanol from the Agriculture Transportation Perspective, en <<http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELPRDC5063605>>, consultado el 20 Mayo 2013.

USDA, 2012, United States Department of Agriculture, Washington D.C. en <<http://www.ers.usda.gov/topics/international-markets-trade/countries-regions/china/trade.aspx>>, consultado el 20 de octubre de 2013.

USDA, 2013, United States Department of Agriculture, *Feed Grains Database*, Washington D.C. en <<http://www.ers.usda.gov/data-products/feed-grains-database/feed-grains-custom-query.aspx>>, consultado el 20 de octubre de 2013.

Varian, Hal, 2003, *Microeconomía intermedia: un enfoque actual*, 5ta ed., Antoni Bosch, Barcelona.

Vittetoe, Bethany, 2009, “Modeling the US Corn Market During the Ethanol Boom”, *Undergraduate Economic Review*, vol. 5, Issue 1, pp. 1-60.

Von Hornick, Philipp, [1684] 1924, Austria Over All if She Only Will, en Monroe, Arthur (ed.), *Early Economic Thought: Selections from Economic Literature Prior to Adam Smith*, Cambridge University Press, Ontario.

Westcott, Paul y Linwood Hoffman, 1999, Price Determination for Corn and Wheat: The Role of Market Factors and Government Programs. *Market and Trade Economics Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture*, núm. 1878, pp. 1-26.

Wise, Timoty, 2012, The Cost to Mexico of U.S. Corn Ethanol Expansion, *Global Development and Environment Institute Working Paper núm 12-01* pp. 1-13.

BANCO DE DATOS

FAO, 2012, Food and Agriculture Organization, *FAOSTAT*, Roma, en <<http://faostat.fao.org/site/703/DesktopDefault.aspx?PageID=703#ancor>>, consultado el 20 de octubre de 2013.

FAPRI, 2012, Food and Agricultural Policy Research Institute, Elasticity database, Iowa State University, Ames, Iowa, en <<http://www.fapri.iastate.edu/tools/elasticity.aspx>>, consultado el 12 de marzo de 2013.

Federal Reserve System, 2013, Board of Governors, Washington D.C., en <<http://www.federalreserve.gov/econresdata/default.htm>>, consultado el 8 de mayo de 2013.

FMI, 2011, Fondo Monetario Internacional, World Economic Outlook, Washington D.C., en <<http://www.imf.org/external/ns/cs.aspx?id=28>>, consultado el 8 de mayo de 2013.

INEGI, 2013, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *Banco de Información Económica*, Aguascalientes, en <<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/inp/inpc.aspx>>, consultado el 14 de marzo de 2013.

ITC, 2013, International Trade Centre, Trade statistics for international business development database, Palais des Nations, Geneva, Switzerland, en <<http://www.trademap.org>>, consultado el 06 de noviembre de 2013.

OCDE, 2012, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, Monthly Monetary and Financial Statistics, Paris, en <<http://stats.oecd.org/>>, consultado el 8 de mayo de 2013.

U.S. Energy Information Administration, 2013, Petroleum and other liquids, Washington D.C., en <<http://www.eia.gov/petroleum/>>, consultado el 8 de mayo de 2013.

United States Census Bureau, 2012, 2010 US Census, Washington D.C., en <http://www.census.gov/>, consultado el 8 de mayo de 2013.

USDA, 2013, United States Department of Agriculture, *Feed Grains Database*, Washington D.C. en <http://www.ers.usda.gov/data-products/feed-grains-database/feed-grains-custom-query.aspx>, consultado el 20 de octubre de 2013.