



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

---

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS

ANÁLISIS DE LA FUNCIÓN DE IMPORTACIONES  
AGROPECUARIAS DE ESTADOS UNIDOS PROVENIENTES  
DE MÉXICO (1983-2010)

**TESIS**

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO

DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE**

**LOS RECURSOS NATURALES**

PRESENTA:

**CARLOS SÁNCHEZ GÓMEZ**

JULIO DE 2011

CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO

---



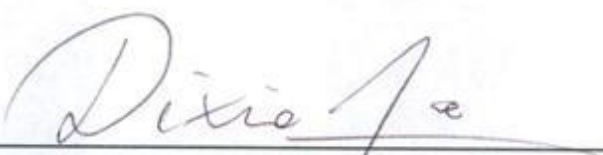
DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA  
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

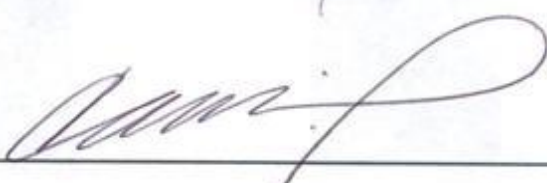


**ANÁLISIS DE LA FUNCIÓN DE IMPORTACIONES AGROPECUARIAS DE  
ESTADOS UNIDOS PROVENIENTES DE MÉXICO (1983-2010)**

Tesis realizada por el C. Carlos Sánchez Gómez bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

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

DIRECTOR:   
DRA. DIXIA DANIA VEGA VALDIVIA

ASESOR:   
DR. IGNACIO CAAMAL CAUCH

ASESOR:   
DRA. VERNA GRICEL PAT FERNÁNDEZ

## **DEDICATORIAS**

A Dios, por el soplo de vida y fuente inagotable de gracia durante todos estos años de mi vida.

A mis padres Gonzalo y Josefa, por su amor hacia mi persona, por ser los alentadores para mi crecimiento profesional y por su apoyo incondicional.

A mis hermanos: Javier, Asunción, Isaac, Marco, Luís y Ana Cristina. Por el cariño que siempre me han brindado y por su gran apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma Chapingo, por ser formador de mi vida profesional, siempre estaré agradecido con mi *alma mater*.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por haberme otorgado el financiamiento para la realización de mis estudios de maestría.

A la Doctora Dixia Dania Vega Valdivia, por su apoyo incondicional y útiles sugerencias para el mejoramiento de la investigación.

Al Doctor Ignacio Caamal Cauich, por su amistad y por su apoyo invaluable para la conclusión del presente estudio.

A la Doctora Verna Gricel Pat Fernández, por la vertiginosa respuesta en formar parte del comité asesor.

### **DATOS BIOGRÁFICOS DEL AUTOR**

El Licenciado Carlos Sánchez Gómez nació el 16 de julio de 1984 en la Ciudad de Chiapa de Corzo, Chiapas. Realiza sus primeros estudios de educación básica en la escuela primaria “Benito Juárez” en el distrito mencionado; posteriormente, en el año de 1996, cursó sus estudios secundarios en la escuela Telesecundaria número 084.

Realizó sus estudios de nivel medio superior en el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica en la carrera de Construcción. Obtuvo mención honorífica y se tituló por excelencia académica.

En el año 2002 ingresa a la Universidad Autónoma Chapingo, donde cursa sus estudios superiores estudiando la Licenciatura en Economía Agrícola de la División de Ciencias Económico-Administrativas.

Ha laborado en sector público y privado en algunos Estados de la República mexicana.

En el año 2009 ingresó a la Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales que imparte la Universidad Autónoma Chapingo, siendo becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología durante los dos años del programa.

## ANÁLISIS DE LA FUNCIÓN DE IMPORTACIONES AGROPECUARIAS DE LOS ESTADOS UNIDOS PROVENIENTES DE MÉXICO (1983-2010)

### ANALYSIS OF THE FUNCTION OF AGRICULTURAL IMPORTS OF THE UNITED STATES FROM MEXICO (1983-2010)

Carlos Sánchez Gómez<sup>1</sup> Dixia Dania Vega Valdivia<sup>2</sup>

#### RESUMEN

En este trabajo de investigación se estudia la función de importaciones agropecuarias de Estados Unidos procedentes de México, para el periodo que abarca de 1983 al 2010. Las importaciones están en función del precio promedio de importación, del ingreso de los Estados Unidos y del tipo de cambio real. La forma funcional de las importaciones planteada fue una tipo Cobb-Douglas. Los resultados muestran que los coeficientes de regresión obtenidos fueron del signo correcto y son estadísticamente significativos, encontrándose las siguientes elasticidades de -0.534, 2.665 y de 0.669, para el precio, ingreso y el tipo de cambio real respectivamente. Por lo tanto, con base en los datos, existe una relación negativa entre el precio y las importaciones agropecuarias, mientras que con respecto al ingreso y el tipo de cambio real: existe una relación positiva.

**Palabras clave:** función de importación, agropecuario, precio promedio, ingreso y tipo de cambio real.

#### ABSTRACT

In this research we study the function of U.S. agricultural imports from Mexico, for the period covering 1983 to 2010. Imports depend on average import price, U.S. income and the real exchange rate. The Cobb-Douglas functional form was used to represent imports. The results show that the regression coefficients obtained were of the correct sign and are statistically significant, being the elasticities -0.534, 2.665 and 0.669, for the price, income and real exchange rate respectively. Therefore, based on the data, there is a negative relationship between price and agricultural imports, while there is a positive relationship between income and real exchange rate.

**Keywords:** import function, agricultural, average price, income and real exchange rate.

<sup>1</sup> Autor

<sup>2</sup> Directora

## ÍNDICE

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....                                 | 1  |
| 1.1. Antecedentes .....                                        | 1  |
| 1.2. Planteamiento del problema .....                          | 6  |
| 1.3. Justificación e importancia .....                         | 10 |
| 1.4. Objetivos .....                                           | 11 |
| 1.5. Hipótesis .....                                           | 12 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO .....                | 13 |
| 2.1. Los instrumentos de política macroeconómica .....         | 13 |
| 2.2. Tipos de cambio, sistemas de cambio fijo y flexible ..... | 13 |
| 2.3. Balanza de pagos .....                                    | 16 |
| 2.3.1. La balanza comercial agropecuaria .....                 | 17 |
| 2.4. El modelo econométrico .....                              | 17 |
| 2.4.1. El modelo de regresión lineal múltiple .....            | 18 |
| 2.4.2. Estimación por mínimos cuadrados ordinarios .....       | 19 |
| 2.4.3. Pruebas de hipótesis en regresión lineal múltiple ..... | 21 |
| 2.4.4. Correlación entre variables aleatorias .....            | 23 |
| 2.4.5. Multicolinealidad .....                                 | 24 |
| 2.4.6. Heterocedasticidad .....                                | 28 |
| 2.4.7. Autocorrelación .....                                   | 30 |
| CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS .....                       | 34 |
| 3.1. Definición de variables y fuentes de información .....    | 34 |

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2. Análisis precedente.....                                             | 35 |
| 3.3. Formulación del modelo econométrico .....                            | 35 |
| 3.4. Estimación del modelo e inferencia .....                             | 39 |
| 3.5. Pruebas en la violación de los supuestos del modelo clásico.....     | 40 |
| 3.6. Otras consideraciones .....                                          | 41 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                                 | 42 |
| 4.1. Balanza comercial agropecuaria entre Estados Unidos y México.....    | 43 |
| 4.1.1. Principales productos exportados e importados por México .....     | 45 |
| 4.2. Importaciones agropecuarias de EUA y sus determinantes.....          | 47 |
| 4.3. Formulación de la función de importaciones agropecuarias de EUA..... | 53 |
| 4.4. Obtención de los coeficientes de regresión .....                     | 53 |
| 4.5. Pruebas de significancia individual y conjunta.....                  | 55 |
| 4.6. Análisis de correlación entre las variables .....                    | 59 |
| 4.7. Análisis de multicolinealidad .....                                  | 60 |
| 4.8. Análisis de heterocedasticidad.....                                  | 63 |
| 4.9. Análisis de autocorrelación .....                                    | 64 |
| 4.10. Pronóstico .....                                                    | 65 |
| CONCLUSIONES .....                                                        | 66 |
| BIBLIOGRAFÍA.....                                                         | 68 |
| ANEXOS .....                                                              | 72 |

## LISTA DE CUADROS

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 1. Prueba <i>d</i> Durbin-Watson: reglas de decisión.....           | 32 |
| Cuadro 2. Balanza comercial agropecuaria entre E.U. y México (1983-2010) . | 44 |
| Cuadro 3. Exportaciones agropecuarias de México en el 2010 .....           | 45 |
| Cuadro 4. Importaciones agropecuarias de México en el 2010 .....           | 47 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Balanza comercial agropecuaria de los Estados Unidos .....          | 43 |
| Figura 2. Importaciones agropecuarias de E.U. provenientes de México .....    | 48 |
| Figura 3. Comportamiento de los precios en el periodo I-1983 al IV-2010 ..... | 50 |
| Figura 4. Producto Nacional Bruto de Estados Unidos .....                     | 51 |
| Figura 5. Tipo de cambio real de pesos por dólar estadounidense.....          | 52 |

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Antecedentes**

El impulso de las exportaciones agrícolas y pecuarias de los Estados Unidos Mexicanos, constituye una importante fuente de divisas necesarias para el financiamiento de las importaciones provenientes del exterior, además, constituye un factor que propicia el desarrollo del sector rural de México, entre otros aspectos positivos. La promoción de las exportaciones agropecuarias se puede lograr de diferentes formas, en este estudio se menciona el papel relevante que desempeña el precio unitario de importación, el ingreso de los estadounidenses y el tipo de cambio real en la demanda de importaciones de los productos del agro mexicano por parte de los Estados Unidos.

Son numerosos los estudios econométricos que han modelado la demanda de importaciones de productos provenientes de México (o de la función de exportaciones de productos mexicanos), estos trabajos se ha centrando principalmente en las exportaciones de productos manufacturados. A continuación se hará un esbozo de manera sucinta de algunos trabajos efectuados y que tienen relación alguna con el presente trabajo de investigación.

En el estudio que efectúa Salas (1980) de la obra titulada “Estimación de la función de importaciones para México”, estimó funciones de importación tanto como por tipo de bien, como por sector institucional. Las variables exógenas

que utilizó en el modelo fueron el ingreso, la inversión nacional, los precios relativos y el tipo de cambio del peso frente al dólar estadounidense.

Salas y Sidaoui (1982) en la investigación de “Evolución y perspectivas de las exportaciones manufactureras”, señalan que cuando los costos internos de producción impiden que los bienes exportables sean competitivos con los externos, para devolver competitividad se emplean dos instrumentos de política, uno es la paridad cambiaria y el otro consiste en incentivos fiscales o monetarios que se otorgan a algunos productos.

En el artículo de Graf (1996) de “El crecimiento de las exportaciones y el desempeño de la productividad en la industria manufacturera en México”, se efectuó un modelo econométrico relacionando volúmenes de exportación en función del tipo de cambio real, de la capacidad de oferta doméstica y de la demanda extranjera. Se consideran dos indicadores para el tipo de cambio real: los precios relativos y los costos unitarios relativos de la mano de obra. Los resultados obtenidos para el periodo de análisis de 1970-1994, fue que el tipo de cambio real desempeñó un papel importante en algunas industrias y que después de 1983, las exportaciones se volvieron más elásticas con respecto al ingreso y/o demanda extranjera.

Senhadji y Montenegro (1998) citados por Garcés, en un sofisticado estudio econométrico para muchos países con datos que abarcaban de 1960 a 1993, no lograron obtener estimadores correctos para la función de exportaciones de

México, debido a posibles cambios estructurales o modificaciones metodológicas en la elaboración de las estadísticas.

Estefanel *et al.* (2000), en el artículo de “Exportaciones agroalimentarias argentinas en los 90’s”, elaboraron un modelo econométrico de las exportaciones agroalimentarias de Argentina para el periodo señalado, para ello consideraron el nivel de ingreso de los países compradores, el nivel de precio de los productos, la paridad cambiaria y la estacionalidad como variables que explican las exportaciones agroalimentarias de ese país. Los signos encontrados para cada uno de los coeficientes de regresión fueron los esperados y fueron estadísticamente significativos.

En la investigación de Garcés (2002) de “Análisis de las funciones de importación y exportación 1980-2000”, con el objeto de estudiar los flujos de comercio exterior del periodo mencionado (por los cambios institucionales ocurridos tales como la adhesión de México al GATT en 1986 y el Tratado de Libre Comercio de Norteamérica en 1994), elaboró funciones de exportación y de importación. Las exportaciones totales estuvieron en función del índice de la producción industrial de los Estados Unidos y del tipo de cambio real. Mientras que el nivel de las importaciones totales dependieron del índice de producción industrial del México, del nivel de exportaciones totales y del tipo de cambio real.

En el trabajo de Cuellar (2005) de “Los efectos del TLCAN sobre las importaciones agropecuarias estadounidenses provenientes de México” de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), se realizó un modelo econométrico de la demanda de productos agropecuarios de los Estados Unidos en función del tipo de cambio real, del ingreso y de una variable dicotómica que toma en cuenta el efecto de la implementación del TLCAN. Los resultados hallados fueron un efecto poco significativo del TLCAN sobre la exportación de productos agropecuarios, el tipo de cambio real parece jugar un papel más importante en el auge exportador de frutas y verduras, y, se encuentra una relación positiva entre la demanda de productos agropecuarios y el ingreso de los Estados Unidos.

En la investigación que realiza Hernández (2010) de la Universidad Autónoma Chapingo de “El tipo de cambio real y la balanza comercial agroalimentaria México-Estados Unidos: un análisis de cointegración”, al utilizar el enfoque de Engle y Granger para encontrar la relación de largo plazo entre el tipo de cambio real y la balanza comercial agroalimentaria entre estos dos países, solo encontró relación en nueve capítulos de los veinticuatro analizados.

Yúnez (2010) del Colegio de México, en el artículo de “Las políticas públicas dirigidas al sector rural: el carácter de las reformas para el cambio estructural”, ofrece un panorama muy completo de la situación que presenta el agro mexicano hoy en día. Para el periodo que abarca de 1990 al 2006, los precios al productor de los diez cultivos básicos han disminuido. El valor de las

exportaciones agropecuarias y agroalimentarias (en términos corrientes) de 1994-2006 aumentaron 2.38 veces comparándolo con el periodo de 1990-1993, y, el volumen de las importaciones de los cultivos básicos más importantes aumentó en 1.92% durante el mismo periodo. Con respecto al saldo de la balanza comercial agropecuaria y agroalimentaria ha sido negativo (además de estar aumentando a través de los años). En este estudio se elaboraron pruebas estadísticas con el objeto de detectar choques temporales y cambios estructurales en el periodo que comprende de 1961 al 2007 resultando que las compras de algunos productos no competitivos como el arroz, trigo, semilla de algodón y soya han experimentado un cambio estructural a partir de las reformas, mientras que los cultivos de maíz, frijol, cebada y sorgo mostraron una tendencia a crecer, sin que esos cambios fueran de forma abruptas.

Sánchez (2011) del Colegio de Posgraduados, en la investigación de “Análisis de comportamiento de la demanda de importaciones de limón persa (*Citrus latifolia tanaka*) y mexicano (*Citrus aurantifolia swingle*) en los Estados Unidos procedentes de México 1994-2008”, efectúa un modelo econométrico tomando el precio unitario de importación, el ingreso de los Estados Unidos, la población hispana y el tipo de cambio real como las variables que explican a la demanda de importaciones de limones. Los signos encontrados de los coeficientes de regresión fueron los que especifica la teoría económica, además de que resultaron estadísticamente significativos.

En el presente trabajo de investigación se tiene por objeto elaborar un modelo econométrico de la función de demanda de importaciones de productos agrícolas y pecuarios de Estados Unidos provenientes de México, tomando como variables exógenas el precio promedio de importación, el ingreso de los estadounidenses y el tipo de cambio real (peso mexicano por dólar americano).

## **1.2. Planteamiento del problema**

Las políticas implementadas por el gobierno de México a lo largo de la historia del país, han jugado un papel relevante en el avance o retroceso del crecimiento económico de la República mexicana. Son diversos los factores que han propiciado dichos procesos, y, sin lugar a dudas, el manejo de los instrumentos de política macro han repercutido enormemente en la balanza de pagos, especialmente en el rubro de la balanza comercial agropecuaria.

Durante los años cuarenta, la producción agrícola jugó un papel primordial en la generación de divisas, esta participación fue disminuyendo gradualmente, ya en el periodo de 1954-1970, cuando se sigue una política monetaria y cambiaria consistente, cuyo eje fue el tipo de cambio fijo, el crecimiento de la producción agrícola de México solo representó un 3.4%, mientras que el crecimiento de las manufacturas fue del orden del 8% (los incrementos porcentuales fueron en el año de 1970). Pronto la actividad manufacturera y turística, desplazaron a la actividad agrícola como fuente generadora de divisas. En este periodo, el

gobierno recurre más al crédito externo para cubrir el déficit existente en la economía.<sup>1</sup>

En el año de 1972, los precios comienzan a moverse con bastante rapidez. El índice de precios al mayoreo subió de una tasa anualizada de 6.6% en enero de 1973, a una tasa del 25.5% de ese mismo año. Es en el año de 1974, que México por primera vez en su historia moderna, se convierte en importador de productos agrícolas. La balanza comercial neta de productos agrícolas cambió de un superávit de 304.5 millones de dólares en el año de 1970, a un déficit de 35 millones de dólares en el año de 1974. La paridad del tipo de cambio fijo se abandona el 31 de agosto de 1976, cuando el Secretario de Hacienda anuncia la libre flotación del peso mexicano. En el año de 1977, el tipo de cambio flotaba a un nivel promedio del alrededor de 22.75 pesos por un dólar americano.<sup>2</sup>

En los años ochenta, gran parte del crecimiento económico de México fue impulsado por el fuerte gasto económico financiado por la adquisición de deuda externa. La fuente principal de los ingresos provenía del petróleo. Y, de pronto, las tasas de interés aumentaron y el precio del petróleo se derrumbó, dando origen a una de las peores devaluaciones de la moneda mexicana en el año de 1982. Las medidas que se tomaron fue la confiscación de cuentas denominadas en dólares y fueron convertidos a pesos según un tipo de cambio determinado por el gobierno. El tipo de cambio fijo fue reemplazado por otros sistemas de

---

<sup>1</sup> Ortíz, Guillermo. Solís, L. (1978). Estructura financiera y experiencia cambiaria: México 1954-1977. Documento no. 1. Banco de México. México. Pp: 3-4.

<sup>2</sup> *Ibidem*. Págs. 3 y 8.

tipo de cambio predeterminado, lo que provocó el rápido incremento de la inflación.<sup>3</sup>

En el año de 1986, México ingresa al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT, por sus siglas en inglés), siguiendo una política de apertura y desregulación. Posteriormente, en 1988, se renegocian los términos de la deuda lo que permitirá detener el crecimiento de los precios. El periodo que abarca de 1988 hasta mediados de 1994 hubo un crecimiento estable de la economía, y, de pronto, México entró en una crisis económica y financiera, lo que conllevó a una macrodevaluación y al incremento de la inflación a finales del último año mencionado.<sup>4</sup>

Después de la crisis cambiaria de 1994-1995, un tipo de cambio flexible, fue una de las opciones viables para la economía de México. Desde 1996, las políticas fiscales y monetarias prudentes tomadas, los programas aplicados para reestructurar el sistema financiero y la acumulación de reservas internacionales, provocaron la confianza en el manejo macroeconómico de la República mexicana, lo que conllevó a un comportamiento ordenado del tipo de cambio.<sup>5</sup>

En la actualidad, los problemas que enfrenta el sector primario de México son numerosos, y, en especial, los subsectores exportadores de productos agrícolas

---

<sup>3</sup> Garcés Díaz, Daniel G. (2002). Agregados monetarios, inflación y actividad económica en México. Banco de México. México. Pág. 4.

<sup>4</sup> *Ibidem*. Pág. 5.

<sup>5</sup> Bazdresch, Santiago. (2002). El comportamiento del tipo de cambio en México y el régimen de libre flotación 1996 – 2001. Documento de investigación no. 2002 – 09. Banco de México. México. Pp: 2-3.

y pecuarios, entre los cuales se pueden mencionar: existe una gran dependencia económica de México con los Estados Unidos, una desaceleración en la economía del vecino país, provoca efectos significativos en la economía de la República Mexicana (por ejemplo en la demanda de productos agropecuarios); México, al estar inmerso en un mundo globalizado, los productores mexicanos tienen que enfrentarse con precios distorsionados del mercado internacional (principalmente de los Estados Unidos), siendo los grandes productores los que compiten eficazmente, mientras que los pequeños productores se quedan rezagados; algunos países para poder competir en el mercado internacional, utilizan sus tipos de cambios para fomentar las exportaciones de los productos agrícolas y pecuarios de sus economías domésticas; durante los últimos quince años, la balanza comercial agropecuaria ha sido deficitaria, importando y dejando de producir algunos cultivos estratégicos para la soberanía alimentaria de México. Existen muchos otros problemas que de manera directa o indirecta repercuten en el sector agro exportador de la República Mexicana como son por ejemplo: bajos niveles educativos en el medio rural; falta de organización entre los productores; existe una baja productividad entre los pequeños productores; se otorgan grandes subsidios a los productores en los países desarrollados, mientras que en México son bajos y están mal enfocados; los beneficiarios de la comercialización de productos agropecuarios han sido los intermediarios; migración de productores agropecuarios a otros lugares (siendo principalmente

a los Estados Unidos); existencia de pobreza en el medio rural, entre muchas otras cuestiones.

Son diversos los problemas que aquejan al sector agroexportador de la República Mexicana, así como diversos los factores que influyen en la demanda de importación de productos agrícolas y pecuarios de México. La principal interrogante que se pretende analizar en el presente trabajo de investigación es: ¿cuáles son los factores principales en la determinación de las importaciones de productos agropecuarios de los Estados Unidos procedentes de México y cuál es el impacto de los coeficientes de regresión sobre la variable endógena?

### **1.3. Justificación e importancia**

La presente investigación tiene un carácter relevante en primera instancia, debido a los fuertes vínculos económicos que posee México con los Estados Unidos. Según datos del INEGI para el año 2010, del total de las exportaciones (productos petroleros y no petroleros) que realiza la República Mexicana con los países del exterior, el 79.97% es hacia los Estados Unidos; mientras que el 48.10% del total de las importaciones que realiza México con el resto del mundo, provienen de su vecino país.

El análisis del comportamiento de las exportaciones agrícolas y pecuarias de México (que en este caso se analiza por el lado de la demanda de importaciones de Estados Unidos), además de lo mencionado anteriormente, su estudio se justifica porque constituye uno de los sectores estratégicos para el

desarrollo económico nacional, ya que su impulso fomenta la producción agrícola y pecuaria del país, contribuyendo de este modo, al Producto Interno Bruto de la República Mexicana; de igual manera, el fomento de las exportaciones, contribuye al ingreso de los productores mexicanos, especialmente de aquellos grupos organizados que se encuentran en el medio rural; constituye una fuente de divisas para la importación de bienes y servicios provenientes del exterior, entre otras cuestiones positivas.

El análisis de la demanda de importaciones de productos agropecuarios de México, tomando al tipo de cambio real como una de las variables que explican a la variable endógena, es de especial relevancia para la República Mexicana, ya que muchos países a nivel internacional, utilizan un tipo de cambio devaluado para fomentar la competitividad de las exportaciones agropecuarias que son producidas en las distintas fronteras nacionales.

Al diseñar una función de importación de productos agrícolas y pecuarios de los Estados Unidos procedentes de México, permitirá conocer las diferentes elasticidades de la variable endógena respecto al precio promedio de importación, al ingreso de los Estados Unidos y el tipo de cambio real.

#### **1.4. Objetivos**

- Elaborar la función de importaciones de productos agrícolas y pecuarios de los Estados Unidos provenientes de México, en función del precio, del

ingreso de los estadounidenses y del tipo de cambio real, para el periodo de 1983 al 2010.

- Interpretar los coeficientes de regresión obtenidos en la función.

### **1.5. Hipótesis**

La función de importación de productos agrícolas y pecuarios de los Estados Unidos provenientes de los Estados Unidos Mexicanos, puede ser explicada por el precio promedio de importación, el ingreso de los Estados Unidos y el tipo de cambio real, principalmente. Precios bajos incentivan las importaciones agropecuarias, de igual modo si aumenta el ingreso estadounidense o si el tipo de cambio real se deprecia en México. Existe una relación negativa entre el precio y la variable endógena, mientras que con respecto al ingreso y el tipo de cambio real: existe una relación positiva.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO**

### **2.1. Los instrumentos de política macroeconómica**

Los instrumentos de política macroeconómica se componen de políticas y de precios macroeconómicos (Timmer (1980) en “Public policy for improving technology choice”, citado por Loera). Dentro de las políticas macroeconómicas se encuentran la presupuestal, la fiscal y la monetaria. Mientras que en los precios macroeconómicos está la tasa de cambio, la tasa de interés, la tasa de salarios, la tasa de renta de la tierra y la relación intercambio rural-urbana o precio de paridad de los alimentos.

La política financiera orientada hacia el crecimiento, exige al Estado administrar su política macro para reducir la inflación, fijar una tasa de interés nominal más alta que la tasa de inflación, seleccionar inversiones de capital que generen una productividad alta y evitar poner regulaciones que desincentiven las instituciones financieras.<sup>6</sup> Así mismo, los gobiernos utilizan frecuentemente los instrumentos de política macro con el objeto de influir en los macroprecios, y lograr de esta forma, asignar eficientemente los recursos y determinar niveles y distribución de los ingresos.<sup>7</sup>

### **2.2. Tipos de cambio, sistemas de cambio fijo y flexible**

#### *Tipo de cambio nominal y tipo de cambio real*

---

<sup>6</sup> Loera Martínez, Jesús. Amador Herrera Olga Patricia. (2009). Macroprecios y sector agropecuario en México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. Pp: 22-26.

<sup>7</sup> *Ibidem*. Pp: 26-29.

El tipo de cambio es el precio de las divisas (mejor conocido como tipo de cambio nominal). Algunos países permiten que sus tipos de cambios floten, es decir, el precio de la divisa está determinado por la oferta y la demanda; mientras que otros países tienen un tipo de cambio fijo. Algunos ejemplos que se puede mencionar con un tipo de cambio flotante son México, Japón e Inglaterra, mientras que Hong Kong tiene un tipo de cambio fijo.<sup>8</sup>

El banco central puede fijar el valor de una moneda por un tiempo, pero en el largo plazo, el tipo de cambio dependerá del poder adquisitivo relativo de la moneda en el país. Dos monedas cumplen la paridad del poder adquisitivo, cuando con una unidad de moneda nacional se puede comprar la misma cesta de bienes en el país que en el extranjero. El poder adquisitivo relativo de dos monedas se mide por el tipo de cambio real. El tipo de cambio real es el cociente entre los precios extranjeros y los interiores, expresados en la misma moneda. Con este tipo de cambio se puede conocer la competitividad de un país en el comercio internacional y se expresa de la siguiente forma:

$$R = e * \left( \frac{P_f}{P} \right)$$

Donde:  $R$  es el tipo de cambio real,  $e$  es el precio de la divisa en moneda nacional o tipo de cambio nominal,  $P_f$  es el nivel de precios del extranjero y  $P$  es el nivel de precios en el país doméstico.

---

<sup>8</sup> Dornbush, Rudiger, *et al.* (2008). Macroeconomía. Décima ed. México, D.F. Pp: 46-47.

Si el tipo de cambio real es igual a su nivel medio, las monedas cumplen la paridad del poder adquisitivo, pero si es superior, significa que los bienes extranjeros tienen un precio más elevado que los precios internos, fomentando con ellos la competitividad de los productos del interior. En el largo plazo, el aumento de la demanda provoca el aumento de los precios internos, que a su vez presiona a la baja del tipo de cambio, lo que producirá un acercamiento a la paridad del poder adquisitivo.<sup>9</sup>

### Tipo de cambio fijo

En un sistema de tipo de cambio fijo, los bancos centrales se mantienen alertas para comprar y vender divisas a un precio fijo en dólares. Desde la Segunda Guerra Mundial hasta el año de 1973, los países tuvieron tipos de cambios fijos. En la actualidad, solamente algunos países practican este tipo de cambio, estas naciones, para intervenir en el mercado cambiario, guardan reservas a través de los bancos centrales y los venden cuando sea necesario: los tipos de cambios fijos son mantenidos por la compra y venta de divisas.

En un régimen de tipo de cambio fijo, si el precio de la divisa aumenta por acción de las autoridades, ocurre una devaluación; si el precio de la divisa disminuye por acción de las autoridades, ocurre una revaluación. En una

---

<sup>9</sup> Dornbusch, *et al.* (2004). Macroeconomía. Novena ed. Edit. Mc Graw Hill. Pp: 329-331.

devaluación, los extranjeros pagan un precio menor por la moneda devaluada y los habitantes del país pagan más por la divisa extranjera.<sup>10</sup>

### Tipo de cambio flexible

En un sistema de tipo de cambio flexible, los bancos centrales dejan que el tipo de cambio se ajuste para equilibrar la oferta y demanda de divisas. Existen dos tipos de flotación: la libre y la controlada. En un sistema de flotación libre, los tipos de cambios son determinados por la oferta y demanda de divisas sin intervención de los bancos centrales. En una flotación controlada, los bancos centrales intervienen con el objeto de influir en los tipos de cambios.

En un régimen de tipo de cambio flexible, la divisa se aprecia o se deprecia. Una moneda se aprecia cuando se encarece en relación con las monedas extranjeras. Es necesaria hacer la aclaración que no existe diferencia económica en la utilización de los términos de devaluación y depreciación, lo mismo sucede con los términos revaluación y apreciación de las monedas.<sup>11</sup>

## **2.3. Balanza de pagos**

La balanza de pagos, es el registro de las transacciones de los habitantes de un país con el resto del mundo. Las dos cuentas principales de la balanza de pagos son la cuenta corriente y la cuenta de capital. En la cuenta de capital se asientan las compras y ventas de activos como acciones, bonos y tierras. En la

---

<sup>10</sup> Dornbush, Rudiger. *Óp. cit.* Décima ed. Pp: 283-284, 286.

<sup>11</sup> *Ibidem.* Pp: 285-287.

cuenta corriente se registra el comercio de bienes y servicios, así como los pagos de transferencia.<sup>12</sup>

### **2.3.1. La balanza comercial agropecuaria**

Actualmente, la nueva presentación de la balanza de pagos del Banco de México está conformada por: cuenta corriente, la cuenta financiera, errores y omisiones, variación de la reserva internacional bruta y los ajustes por valoración. Es en la cuenta corriente en donde se registra la compra y venta de los productos agropecuarios.

### **2.4. El modelo econométrico**

Paul Samuelson define a la econometría de la siguiente forma: “la econometría puede ser definida como el análisis cuantitativo de los fenómenos reales, basados en el desarrollo simultaneo de la teoría y la observación, relacionados mediante métodos apropiados de inferencia”.<sup>13</sup> Son diversas las escuelas que abordan la metodología del pensamiento econométrico, siendo la metodología de la econometría tradicional la siguiente: planteamiento de la hipótesis, especificación del modelo matemático, especificación del modelo econométrico,

---

<sup>12</sup> *Ibidem*. Pp: 281-282.

<sup>13</sup> P. A., Samuelson *et al.* (1954). Report of the Evaluative Committee for Econometrica. *Econometrica*, vol. 22, no. 2. Pp: 141-146.

obtención de datos, estimación de parámetros, prueba de hipótesis, pronóstico y utilización del modelo con fines de política.<sup>14</sup>

#### 2.4.1. El modelo de regresión lineal múltiple

El modelo de regresión lineal múltiple, es usado para estudiar las relaciones que existen entre la variable dependiente con una o más variables independientes. La forma genérica del modelo de regresión múltiple es:

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_k) + \varepsilon$$

$$Y_i = x_1\beta_1 + x_2\beta_2 + \dots + x_k\beta_k + \varepsilon_i$$

Dónde  $Y_i$  es la variable explicada,  $x_1, x_2, \dots, x_k$  son las variables explicativas,  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  son los parámetros y  $\varepsilon_i$  es el término de error aleatorio. Los supuestos que se manejan en el modelo clásico de regresión lineal son:

- a) linealidad: el modelo especifica una relación lineal entre  $Y$  y las variables independientes  $x_1, x_2, \dots, x_k$ . En término matriciales se representa como  $Y = X\beta + \varepsilon$ . Donde  $Y$  es un vector  $n \times 1$  observaciones,  $X$  es una matriz  $n \times (k+1)$ ,  $\beta$  es un vector  $(k+1) \times 1$  parámetros desconocidos y  $\varepsilon$  es un vector  $n \times 1$  errores de observación;
- b) rango completo: no existe una relación lineal exacta entre las variables, se asume que la matriz  $X$  posee columnas de rango completo, las

---

<sup>14</sup> Gujarati, Damodar N. (2005). Econometría. Ed. cuarta. Edit. McGraw-Hill Interamericana. México, D.F. Pág. 3.

columnas de  $X$  son linealmente independientes y hay al menos  $k$  observaciones;

c) la esperanza de los errores es cero: se asume que el término de error valdrá cero en cada observación, es decir,  $E(\varepsilon_i|X) = 0$ ;

d) homocedasticidad y no autocorrelación: cada término de error,  $\varepsilon_i$ , tiene la misma varianza  $\sigma^2$  y no está correlacionado con otro término de error  $\varepsilon_j$ .

$Var(\varepsilon_i|X) = \sigma^2$ , para toda  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j | X) = 0$ , para toda  $i \neq j$ ;

e) la matriz  $X$  puede ser fija o variable;

f) existe una distribución normal de los errores, es decir,  $(\varepsilon|X) \sim N(0, \sigma^2 I)$ .<sup>15</sup>

#### 2.4.2. Estimación por mínimos cuadrados ordinarios

En la ecuación  $Y = X\beta + \varepsilon$ , los valores de  $Y$  y de  $X$  son valores observados y los valores de  $\beta$  son desconocidos y pueden ser hallados a través del método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), al utilizar este método, se toma valores de  $\beta$  que hagan mínimo la suma de cuadrados de los errores.<sup>16</sup>

Si se tiene  $Y = X\beta + \varepsilon$ , esto es lo mismo que  $Y = E(Y) + \varepsilon$ , despejando el término de error la ecuación queda  $\varepsilon = Y - E(Y)$ . Ahora falta conocer la  $E(Y)$ , aplicando esperanzas matemáticas a la primera ecuación queda:

$$E(Y) = E(X\beta + \varepsilon) = X * E(\beta) + E(\varepsilon)$$

<sup>15</sup> Greene, William H. (2008). *Econometric analysis*. Sixth edition. Pearson Prentice Hall. Pp: 8-19.

<sup>16</sup> *Ibidem*. Pp: 20-22.

Como las esperanzas de los errores son cero,  $E(\varepsilon) = 0$ , y también se espera que los parámetros estimados y los parámetros observados sean iguales ( $E(\beta) = \beta$ ), es decir,  $E(Y) = E(X\beta) + 0 = XE(\beta) = X\beta$ , por lo tanto  $E(Y) = X\beta$ . El vector de error que se tenía en un principio es  $\varepsilon = Y - E(Y)$ , conociendo  $E(Y)$  y sustituyéndolo en la ecuación, esta última queda:  $\varepsilon = Y - X\beta$ . Por tanto, la suma de cuadrados de los errores es:

$$SCE(\beta) = (Y - X\beta)'(Y - X\beta)$$

$$SCE(\beta) = Y'Y - \beta'X'Y - Y'X\beta + \beta'X'XB = Y'Y - 2Y'X\beta + \beta'X'XB$$

Derivando e igualando a cero la ecuación anterior se tiene:

$$\frac{\partial SCE}{\partial \beta} = \frac{-2\partial Y'X\beta}{\partial \beta} + \frac{\partial \beta'X'XB}{\partial \beta} = 0$$

$$-2X'Y + 2X'X\beta = 0$$

$$X'X\beta = X'Y$$

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y$$

Se dice que el estimador MCO  $\hat{\beta}$ , es el mejor estimador lineal insesgado (MELI) de  $\beta$  si se cumple lo siguiente: es lineal, es decir, función lineal de una variable

aleatoria; es insesgado, es decir,  $E(\hat{\beta}) = \beta$  y tiene varianza mínima dentro de la clase de todos los estimadores lineales insesgados.<sup>17</sup>

#### 2.4.3. Pruebas de hipótesis en regresión lineal múltiple

##### Pruebas de hipótesis sobre coeficientes individuales de regresión parcial

Si se tiene el supuesto de  $u_i \sim N(0, \sigma^2)$ , se puede utilizar la prueba  $t$  para demostrar una hipótesis sobre cualquier coeficiente de regresión parcial individual. Si se tiene por ejemplo  $H_0: \beta_2 = 0$  versus  $H_a: \beta_2 \neq 0$ . Para probar la hipótesis nula, se utiliza la prueba  $t$ . Si el valor de  $t$  calculado excede el valor de  $t$  crítico al nivel de significancia escogido, se rechaza la hipótesis nula, de lo contrario no se puede hacer. Donde el valor de  $t$  se calcula con la fórmula:

$$t = \frac{\hat{\beta}_2 - \beta_2}{ee(\hat{\beta}_2)} = \frac{\text{estimador} - \text{parámetro}}{\text{error estándar estimado del estimador}} = \frac{(\hat{\beta}_2 - \beta_2) \sqrt{\sum x_i^2}}{\hat{\sigma}}$$

No es necesario suponer un valor particular de  $\alpha$  para llevar a cabo la prueba de hipótesis, se puede utilizar el valor  $p$  (el nivel exacto de significancia) dado. De igual forma, existe una relación muy estrecha entre la prueba de hipótesis y la estimación del intervalo de confianza y se obtiene con la fórmula siguiente:

$$\hat{\beta}_2 - t_{\frac{\alpha}{2}} ee(\hat{\beta}_2) \leq \beta_2 \leq \hat{\beta}_2 + t_{\frac{\alpha}{2}} ee(\hat{\beta}_2)$$

<sup>17</sup> Gujarati, Damodar N. *Óp. cit.* Pág. 76.

Si el intervalo calculado no incluye el valor cero de la hipótesis nula, se rechaza la hipótesis nula, de lo contrario no se puede hacer.<sup>18</sup>

### Prueba de significancia global de la regresión muestral

Anteriormente se analizó la prueba de significancia individual de los coeficientes de regresión parcial estimados, es decir, bajo la hipótesis separada de que cada uno de los coeficientes de regresión parcial de la población era cero, ahora se probará la hipótesis conjunta de que es cero, esta puede ser probada por la técnica de análisis de varianza (ANOVA). Si se tiene el modelo de regresión con  $k$  variables:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki} + u_i$$

Se prueba la hipótesis:  $H_0: \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$ , versus  $H_a$ : no todos los coeficientes de pendiente son simultáneamente cero. Para ello se calcula el estadístico de Fisher con la fórmula siguiente:

$$F = \frac{\frac{\text{Suma Explicada de Cuadrados}}{\text{grados de libertad}}}{\frac{\text{Suma de Cuadrados de los Residuales}}{\text{grados de libertad}}} = \frac{\frac{SEC}{g \text{ de } l}}{\frac{SCR}{g \text{ de } l}} = \frac{\frac{SEC}{(k-1)}}{\frac{SCR}{(n-k)}}$$

Dónde  $n$  es el número de observaciones y  $k$  es el número de parámetros a ser estimados, de los cuales uno es el término de intersección. Si  $F_c > F_\alpha(k-1, n-k)$  se rechaza  $H_0$ , de lo contrario no se rechaza, donde  $F_\alpha(k-1, n-k)$  es el

<sup>18</sup> *Ibidem*. Pp: 239-244.

valor  $F$  crítico al nivel de significancia  $\alpha$  y  $(k - 1)$  grados de libertad del numerador y  $(n - k)$  grados de libertad del denominador. De forma alternativa, si el valor  $p$  de  $F_c$  es suficientemente bajo, se puede rechazar la  $H_0$ . Existe una relación muy cercana entre la  $R^2$  y la  $F$ .<sup>19</sup>

#### 2.4.4. Correlación entre variables aleatorias

Sean  $X$  y  $Y$  dos variables aleatorias;  $\sigma_{XY}$  la covarianza entre ellas;  $\sigma_X$ ,  $\sigma_Y$ ,  $\mu_X$  y  $\mu_Y$  la desviación estándar y medias aritméticas respectivamente de las variables.

La correlación se define:

$$\rho_{XY} = \frac{Cov(X, Y)}{\sqrt{Var(X)}\sqrt{Var(Y)}} = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X\sigma_Y} = \frac{E(XY) - \mu_X\mu_Y}{\sigma_X\sigma_Y}$$

Donde:

$$Var(X) = \sigma_X^2 = \frac{1}{(n-1)} \sum (X_i - \mu_X)^2 = \frac{1}{(n-1)} \left[ \sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n} \right]$$

$$Var(Y) = \sigma_Y^2 = \frac{1}{(n-1)} \sum (Y_i - \mu_Y)^2 = \frac{1}{(n-1)} \left[ \sum Y_i^2 - \frac{(\sum Y_i)^2}{n} \right]$$

Los valores del coeficiente de correlación oscilan entre  $-1 \leq \rho_{XY} \leq 1$ . Los valores indican una asociación positiva o negativa entre las variables, no muestran causalidad. Si el valor es cero, no existe relación lineal entre ellas, esto se obtiene cuando los valores de las variables se encuentran sobre una

<sup>19</sup> *Ibidem*. Pp: 244-263.

línea recta, con pendiente positiva o negativa respectivamente. El coeficiente no es afectado por cambios de escala en las variables.<sup>20</sup>

#### 2.4.5. Multicolinealidad

El término multicolinealidad se le atribuye a Ragnar Frish, que significó una relación lineal exacta entre algunas variables o todas las variables explicativas de un modelo de regresión. Se dice que existe una relación lineal exacta si se satisface la siguiente condición:

$$\lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + \dots + \lambda_k X_k = 0$$

Donde  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$  son constantes tales que no todas ellas son simultáneamente iguales a cero. Cuando hay variables intercorrelacionadas pero no en forma perfecta, se expresa de la siguiente forma y en donde  $v_i$  es el término error estocástico:

$$\lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + \dots + \lambda_k X_k + v_i = 0$$

Si se supone que  $\lambda_2 \neq 0$  en la relación lineal perfecta, entonces  $X_{2i}$  puede ser obtenida a partir de una combinación lineal de otras variables  $X$ , es decir:

$$X_{2i} = \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right) X_{1i} + \left(\frac{\lambda_3}{\lambda_2}\right) X_{3i} + \dots + \left(\frac{\lambda_k}{\lambda_2}\right) X_{ki} = 0$$

<sup>20</sup> Said Infante, Gil Guillermo. Zárate de Lara, P. (1984). Métodos estadísticos. Ed. Trillas. México. Pp: 163-167.

De igual forma si  $\lambda_2 \neq 0$ , la ecuación de multicolinealidad menos que perfecta puede escribirse como:

$$X_{2i} = \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right) X_{1i} + \left(\frac{\lambda_3}{\lambda_2}\right) X_{3i} + \dots + \left(\frac{\lambda_k}{\lambda_2}\right) X_{ki} + \left(\frac{1}{\lambda_2}\right) v_i = 0$$

Lo anterior muestra que  $X_{2i}$  no es una combinación lineal exacta de otras  $X$  porque también está determinado por  $v_i$ . Si la multicolinealidad es perfecta, los coeficientes de regresión de las variables  $X$  son indeterminados y sus errores estándar son infinitos. Si la multicolinealidad es menos que perfecta, los coeficientes de regresión aunque sean determinados, poseen grandes errores estándar, lo cual implica que los coeficientes no puedan ser estimados con gran precisión.<sup>21</sup>

### Consecuencias de multicolinealidad

En los casos de colinealidad o alta colinealidad es probable que se presenten las siguientes consecuencias: los estimadores obtenidos son MELI, pero se presentan varianzas y covarianzas grandes, lo que hace difícil la estimación de los coeficientes de regresión; es más probable de aceptar una hipótesis falsa (cometer el error tipo II) aumente; la razón  $t$  de uno o más coeficientes tiende a ser estadísticamente poco significativo; se tiene un  $R^2$  alto y los estimadores

<sup>21</sup> Gujarati, Damodar N. *Óp. cit.* Pp: 327-331.

MCO y sus errores estándar son sensibles a pequeños cambios en la información.<sup>22</sup>

### Detección de multicolinealidad

La multicolinealidad es esencialmente un fenómeno de tipo muestral, existen algunas reglas prácticas para detectarla: una  $R^2$  elevada (mayor a 0.80) y razones  $t$  poco significativas, la prueba  $F$  rechazará la hipótesis de que los coeficientes parciales de pendiente son simultáneamente iguales a cero, mientras que las pruebas  $t$  individuales mostrarán que ningún coeficiente parcial de pendiente, son estadísticamente diferentes de cero; se puede adoptar la regla práctica de Klien, se obtienen regresiones auxiliares de  $Y$  sobre las regresoras y si la  $R^2$  obtenida de una regresión auxiliar es mayor que la  $R^2$  global, se sugiere que puede existir multicolinealidad; entre otras pruebas.

### Medidas correctivas

Se abordan algunos lineamientos para abordar la multicolinealidad:

- a) información a priori: considérese el siguiente modelo  $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + u_i$ , si se cree que  $\beta_3 = 0.10\beta_2$ , se puede efectuar la regresión  $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + 0.10\beta_2 X_{3i} + u_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$ . Donde  $X_i = X_{2i} + 0.10X_{3i}$ . Una vez que se ha obtenido  $\hat{\beta}_2$ , se puede estimar  $\hat{\beta}_3$  a partir de la relación postulada entre los coeficientes de regresión;

<sup>22</sup> *Ibidem*. Pp: 336-341.

- b) combinación de información de corte transversal y de series de tiempo: si se tiene por ejemplo una función de demanda de automóviles  $\ln Y_t = \beta_1 + \beta_2 \ln P_t + \beta_3 \ln I_t + u_t$ , las variables precio e ingreso, generalmente tienden a ser altamente colineales. Tobin sugiere que la elasticidad ingreso  $\hat{\beta}_3$  puede ser hallada a través de información de corte transversal y utilizando esta información el modelo queda  $Y_t^* = \beta_1 + \beta_2 \ln P_t + u_t$ . Donde  $Y_t^* = \ln Y_t - \hat{\beta}_3 \ln I_t$ , es decir, representa el valor de  $Y_t$  después de eliminarle el efecto ingreso;
- c) eliminación de una(s) variable(s): al enfrentar el problema de la multicolinealidad severa, una de las soluciones consiste en omitir una de las variables colineales, aunque al hacer esto, se puede incurrir en un sesgo o error de especificación;
- d) transformación de variables: al tomar las primeras diferencias, se reduce frecuentemente la colinealidad y otra transformación que se suele considerar es la de razón, esta última consiste en expresar el modelo en una base per cápita. Las transformaciones pueden ser que reduzcan la colinealidad en las variables originales, pero pueden surgir otros problemas como autocorrelación y heterocedasticidad.
- e) datos nuevos o adicionales y regresiones polinomiales: al aumentar el tamaño de muestra, es posible reducir el problema de multicolinealidad, de igual forma si la ecuación se expresa de forma polinomial.

La multicolinealidad no es un problema grave, si el análisis de regresión se utiliza para pronóstico, pero si lo puede ser en el caso de la estimación confiable de parámetros.<sup>23</sup>

#### 2.4.6. Heterocedasticidad

Uno de los supuestos clásicos que se maneja del modelo de regresión lineal es que la varianza de cada término de perturbación es constante, es decir,  $E(u_i^2) = \sigma^2$ , para  $i = 1, 2, \dots, n$ . Si  $E(u_i^2) = \sigma_i^2$ , existe heterocedasticidad.<sup>24</sup>

##### Mínimos cuadrados generalizados

Los estimadores MCO dejan de ser MELI en presencia de heterocedasticidad y para lograr lo contrario, se utiliza el método de mínimos cuadrados generalizados (MCG). Supóngase que se tiene el siguiente modelo:  $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$ , el cual puede escribirse como  $Y_i = \beta_1 X_{0i} + \beta_2 X_i + u_i$ , donde  $X_{0i} = 1$  para cada  $i$ . Ahora supóngase que las varianzas heterocedásticas  $\sigma_i^2$  son conocidas, entonces, si se divide la segunda ecuación a ambos lados entre  $\sigma_i$  se tiene:

$$\frac{Y_i}{\sigma_i} = \frac{\beta_1 X_{0i}}{\sigma_i} + \frac{\beta_2 X_i}{\sigma_i} + \frac{u_i}{\sigma_i}$$

---

<sup>23</sup> *Ibidem*. Pp: 349-356.

<sup>24</sup> *Ibidem*. Pp: 372-383.

La expresión anterior se puede escribir como  $Y_i^* = \beta_1^* X_{0i}^* + \beta_2^* X_i^* + u_i^*$ , en donde las variables con asterisco, son las variables originales divididas por  $\sigma_i$ . Con la transformación anterior se logra:

$$var(u_i^*) = E(u_i^*)^2 = E\left(\frac{u_i}{\sigma_i}\right)^2 = \frac{1}{\sigma_i^2} E(u_i^2) = \frac{1}{\sigma_i^2} (\sigma_i^2) = 1$$

que es una constante, la varianza de  $u_i^*$  es homocedástica. Si se aplica MCO al modelo transformado se producirán estimadores MELI.<sup>25</sup>

### Detección de heterocedasticidad

Existen varias pruebas para detectar heterocedasticidad, en el trabajo se aborda la prueba general de heterocedasticidad de White. Considérese el siguiente modelo  $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + u_i$ . Para realizar la prueba se realiza lo siguiente: estimar la ecuación anterior y obténgase los residuos  $\hat{u}_i$ ; efectuar la regresión auxiliar  $\hat{u}_i^2 = \alpha_1 + \alpha_2 X_{2i} + \alpha_3 X_{3i} + \alpha_4 X_{2i}^2 + \alpha_5 X_{3i}^2 + \alpha_6 X_{2i} X_{3i} + v_i$ ; bajo la hipótesis nula de que no hay heterocedasticidad, el tamaño de muestra  $n$  multiplicado por el coeficiente de determinación del modelo de regresión auxiliar sigue la distribución ji-cuadrada con grados de libertad igual al número de regresoras (excluyendo el término constante), es decir  $n * R^2 \sim \chi_{del}^2$  y si el valor ji cuadrada obtenido excede al valor ji cuadrada crítico al nivel de significancia

<sup>25</sup> *Ibidem*. Pp: 379-383.

seleccionado, hay heterocedasticidad, si sucede lo contrario, no hay heterocedasticidad.<sup>26</sup>

#### 2.4.7. Autocorrelación

La autocorrelación es definida por Greene y Paul A. (2000) como “correlación entre miembros de series de observaciones ordenadas en el tiempo o en el espacio”. En el modelo clásico de regresión lineal se supone  $E(u_i u_j) = 0$ , donde  $i \neq j$ . Y si  $E(u_i u_j) \neq 0$  cuando  $i \neq j$  se tiene autocorrelación.

Tintner, mencionado por Gujarati, define autocorrelación como “correlación rezagada de una serie dada consigo misma, rezagada por un número de unidades de tiempo”, mientras que el término de correlación serial para “correlación rezagada entre dos series diferentes”.

Son diferentes razones por las que ocurre la correlación serial, entre ellas se pueden mencionar: inercia, muchos series de tiempo presentan ciclos económicos; sesgo de especificación (caso de variables excluidas); sesgo de especificación forma funcional incorrecta; fenómeno de la telaraña, por ejemplo, los agricultores están influenciados por el precio del año anterior, de tal forma que  $oferta_t = \beta_1 + \beta_2 P_{t-1} + u_t$ ; rezagos, por ejemplo el gasto de consumo depende entre otras cosas del gasto de consumo anterior, es decir,  $consumo_t = \beta_1 + \beta_2 ingreso_t + \beta_3 consumo_{t-1} + u_t$ , si se ignora el término rezagado, el término de error resultante reflejará un patrón sistemático debido a la influencia

<sup>26</sup> *Ibidem*. Pp: 398-399.

del consumo rezagado, sobre el consumo actual; manipulación de datos; transformación de datos y no estacionariedad, si en el modelo  $Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + u_t$  es no estacionario, el término de error  $u_t$  será también no estacionario, lo cual mostrará una autocorrelación.<sup>27</sup>

### Detección de autocorrelación

La prueba más conocida para detectar correlación serial fue desarrollada por los estadísticos Durbin y Watson, comúnmente conocida como el estadístico Durbin-Watson, el cual se define:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n (\hat{u}_t)^2} = \frac{\sum \hat{u}_t^2 + \sum \hat{u}_{t-1}^2 - 2 \sum \hat{u}_t \hat{u}_{t-1}}{\sum \hat{u}_t^2}$$

Puesto que  $\sum \hat{u}_t^2$  y  $\sum \hat{u}_{t-1}^2$  difieren solo en una observación, estos son aproximadamente iguales, haciendo  $\sum \hat{u}_{t-1}^2 \approx \sum \hat{u}_t^2$  se puede escribir:

$$d \approx 2 \left( 1 - \frac{\sum \hat{u}_t \hat{u}_{t-1}}{\sum \hat{u}_t^2} \right)$$

Ahora se define rho:

$$\rho = \frac{\sum \hat{u}_t \hat{u}_{t-1}}{\sum \hat{u}_t^2}$$

que es el coeficiente de autocorrelación muestral de primer orden, un estimador de  $\rho$ , por tanto, se puede expresar el estadístico de la siguiente forma  $d \approx$

<sup>27</sup> *Ibíd.* Pp: 426-433.

$2(1 - \hat{\rho})$ . Los valores de  $\rho$  son:  $-1 \leq \rho \leq 1$ , mientras que los valores de  $d$  son:  $0 \leq d \leq 4$ .

El procedimiento para la prueba de Durbin-Watson es el siguiente: efectuar MCO y obtener los residuos; calcular  $d$ ; para un tamaño de muestra y un número de variables explicativas dado, encontrar los valores críticos  $d_L$  y  $d_U$  y seguir las reglas de decisión de la prueba de Durbin-Watson (ver cuadro 1).

| <b>Cuadro 1. Prueba de Durbin-Watson: reglas de decisión</b> |              |                               |
|--------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------|
| Hipótesis nula                                               | Decisión     | Si                            |
| No hay autocorrelación positiva                              | Rechazar     | $0 < d < d_L$                 |
| No hay autocorrelación positiva                              | Sin decisión | $d_L \leq d \leq d_U$         |
| No hay correlación negativa                                  | Rechazar     | $4 - d_u < d < 4$             |
| No hay correlación negativa                                  | Sin decisión | $4 - d_u \leq d \leq 4 - d_L$ |
| No hay autocorrelación, positiva y negativa                  | No rechazar  | $d_u < d < 4 - d_U$           |

Existe un problema con la prueba  $d$  cuando cae en la zona de indecisión, no se puede concluir si existe o no autocorrelación, para ello se puede utilizar la prueba  $d$  modificada.

- a)  $H_0: \rho = 0$  vs  $H_a: \rho > 0$ . Si el valor estimado  $d < d_U$  rechaza  $H_0$  al nivel  $\alpha$ , es decir, hay correlación positiva estadísticamente significativa.
- b)  $H_0: \rho = 0$  vs  $H_a: \rho < 0$ . Si el valor estimado  $4 - d < d_U$  rechaza  $H_0$  al nivel  $\alpha$ , es decir, hay evidencia significativa de autocorrelación negativa.

- c)  $H_0: \rho = 0$  vs  $H_a: \rho \neq 0$ . Si el valor estimado  $d < d_U$ , o  $4 - d < d_U$  rechaza  $H_0$  al nivel  $2\alpha$ , estadísticamente, hay evidencia significativa de autocorrelación positiva o negativa.

Existen otras pruebas más generales de autocorrelación que son conocidas como la prueba de Breusch-Godfrey.<sup>28</sup>

### Medidas correctivas

- a) Mala especificación vs autocorrelación pura: averiguar si el modelo presenta autocorrelación pura, a veces se observan patrones en los residuos debido a que el modelo está mal especificado o su forma funcional no es correcta;
- b) corrección de autocorrelación pura: si se presenta una autocorrelación pura, se puede utilizar un modelo transformado, de tal manera que no se presente este problema, se tendrá que utilizar algún método generalizado de mínimos cuadrados (MCG);
- c) método Newey-West: para muestras grandes se puede utilizar el método Newey-West para obtener los errores estándar de los estimadores MCO que están corregidos para autocorrelación, y,
- d) en algunas veces se puede seguir utilizando el método de MCO.<sup>29</sup>

---

<sup>28</sup> *Ibidem*. Pp: 450-455.

<sup>29</sup> *Ibidem*. Pp: 457-467.

## **CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Definición de variables y fuentes de información**

La metodología manejada en el presente trabajo de investigación, fue la seguida en los diversos estudios econométricos concernientes a las importaciones agropecuarias de los países, así mismo, se revisaron diferentes modelos que atañen a la función de exportaciones agrícolas y pecuarias.

Se partió de la hipótesis de que las importaciones agropecuarias de los Estados Unidos provenientes de México, estaban en función del precio unitario de importación, del Producto Nacional Bruto estadounidense (GDP por sus siglas en inglés) y del tipo de cambio real peso por dólar americano.

Las importaciones agropecuarias de los Estados Unidos provenientes de México se encuentran en miles de dólares (thousand of dollars) constantes a precios de 1993. Las exportaciones agropecuarias de los Estados Unidos a la República Mexicana se encuentran en miles de dólares (thousand of dollars) constantes a precios de 1993. El precio promedio de importación por tonelada se encuentra en dólares (dollars) constantes a precios de 1993. El ingreso de los Estados Unidos se encuentra en billones de dólares (billions of dollars) constantes a precios de 1993. El tipo de cambio real fue calculado con base en la multiplicación del cociente de los índices de precios a los consumidores (Consumer Price Index para E.U.A. / Índice de Precios al Consumidor de México) por el tipo de cambio (peso/dólar) promedio publicado por el Banco de

México en la serie histórica de 1954 al 2011. El periodo de análisis abarcó desde el primer trimestre del año de 1983 hasta el último trimestre del año 2010.

Los datos fueron obtenidos de bases estadísticas del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (United States Department of Agriculture), Banco de México, del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos (U.S. Department of Labor), en el Buró de Análisis Económico y Cuentas Económicas Nacionales de los Estados Unidos (Bureau of Economic Analysis and National Economics Accounts) y del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

### **3.2. Análisis precedente**

En la primera parte del Capítulo IV se presentaron datos del comercio agrícola y pecuario existente entre los Estados Unidos y México desde el año de 1983 al año de 2010; posteriormente se enunciaron los principales productos exportados e importados por la República Mexicana (en términos corrientes) en el año 2010 y se concluyó esta sección, analizando el comportamiento de las importaciones agropecuarias de la unión americana y de las variables exógenas a lo largo del periodo de estudio mencionado.

### **3.3. Formulación del modelo econométrico**

Para la formulación econométrica de la función de demanda de importaciones agropecuarias de Estados Unidos que provienen de México, en primer lugar, se

planteó la ecuación en forma general, posteriormente, se especificó la forma funcional del modelo y se terminó este apartado planteando la función de demanda de importaciones de productos agrícolas y pecuarios de los Estados Unidos con la forma funcional especificada.

La forma general de una función lineal múltiple, donde la variable endógena es explicada por tres variables aleatorias exógenas, es la siguiente:

$$Y_i = f(X_{ji}) + \varepsilon_i$$

La variable dependiente  $Y_i$  está relacionada con las variables independientes  $X_{ji}$  más un término de error ( $\varepsilon_i$ ). En forma desglosada, la función anterior se puede escribir como:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \varepsilon_i$$

Dónde:  $Y_i$  es la variable dependiente,  $X_{ji}$  son las variables independientes,  $\beta_k$  son los parámetros,  $\varepsilon_i$  es el término de error aleatorio,  $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $j = 0, 1, 2, 3$  y  $X_{0i} = 1$ .

Planteado la forma general de la función, se procedió a especificar la forma funcional del conjunto de datos que se estaba analizando, utilizando para ello, una función tipo Cobb Douglas, la cual se representa de la siguiente forma a saber:

$$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} X_3^{\beta_3} e^{\varepsilon}$$

Aplicando logaritmos a la ecuación anterior se tiene:

$$\ln Y = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \varepsilon_t$$

Y si  $\ln \beta_0 = \alpha$ , la ecuación anterior se convierte en:

$$\ln Y = \alpha + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \varepsilon_t$$

Expresando la función de demanda de importaciones agropecuarias de los Estados Unidos provenientes de México con la forma funcional especificada, la ecuación queda:

$$IMP_t = \beta_0 (PRE_t)^{\beta_1} (YEU_t)^{\beta_2} (TCR_t)^{\beta_3} e^\varepsilon$$

Dónde:  $IMP_t$  es el valor de las importaciones agrícolas y pecuarias procedentes de México en el año  $t$ ,  $PRE_t$  es el precio promedio de importación por tonelada de los productos agropecuarios en el año  $t$ ,  $YEU_t$  es el ingreso de los Estados Unidos en el año  $t$  y  $TCR_t$  es el tipo de cambio real en el año  $t$ .

Las propensiones marginales se obtienen a través de las derivadas parciales de la variable endógena respecto a cada una de las variables independientes, quedando las ecuaciones como se presentan a continuación:

$$PMg_{PRE} = \frac{\partial IMP}{\partial PRE} = \beta_1 \beta_0 (PRE_t)^{\beta_1-1} (YEU_t)^{\beta_2} (TCR_t)^{\beta_3}$$

$$PMg_{YEU} = \frac{\partial IMP}{\partial YEU} = \beta_2 \beta_0 (PRE_t)^{\beta_1} (YEU_t)^{\beta_2-1} (TCR_t)^{\beta_3}$$

$$PMg_{TCR} = \frac{\partial IMP}{\partial TCR} = \beta_3 \beta_0 (PRE_t)^{\beta_1} (YEU_t)^{\beta_2} (TCR_t)^{\beta_3-1}$$

Una vez obtenido las diferentes propensiones marginales, se muestra el procedimiento que se efectuó para hallar cada una de las elasticidades, quedando las ecuaciones como se muestran a continuación:

$$\eta_{PRE} = \frac{\frac{\partial IMP}{\partial PRE}}{\frac{IMP}{PRE}} = \frac{\partial IMP}{\partial PRE} \left( \frac{PRE}{IMP} \right) = \beta_1 \beta_0 (PRE_t)^{\beta_1-1} (YEU_t)^{\beta_2} (TCR_t)^{\beta_3} \left( \frac{PRE_t}{IMP_t} \right)$$

$$\eta_{YEU} = \frac{\frac{\partial IMP}{\partial YEU}}{\frac{IMP}{YEU}} = \frac{\partial IMP}{\partial YEU} \left( \frac{YEU}{IMP} \right) = \beta_2 \beta_0 (PRE_t)^{\beta_1} (YEU_t)^{\beta_2-1} (TCR_t)^{\beta_3} \left( \frac{YEU_t}{IMP_t} \right)$$

$$\eta_{TCR} = \frac{\frac{\partial IMP}{\partial TCR}}{\frac{IMP}{TCR}} = \frac{\partial IMP}{\partial TCR} \left( \frac{TCR}{IMP} \right) = \beta_3 \beta_0 (PRE_t)^{\beta_1} (YEU_t)^{\beta_2} (TCR_t)^{\beta_3-1} \left( \frac{TCR_t}{IMP_t} \right)$$

Si se tiene que  $IMP_t = \beta_0 (PRE_t)^{\beta_1} (YEU_t)^{\beta_2} (TCR_t)^{\beta_3}$  y sustituyendo en cada una de las ecuaciones de las elasticidades obtenidas, se encuentra que:

$$\eta_{PRE} = \frac{\beta_1 \beta_0 (PRE_t)^{\beta_1-1} (YEU_t)^{\beta_2} (TCR_t)^{\beta_3}}{\beta_0 (PRE_t)^{\beta_1} (YEU_t)^{\beta_2} (TCR_t)^{\beta_3}} (PRE_t) = \beta_1$$

$$\eta_{YEU} = \frac{\beta_2 \beta_0 (PRE_t)^{\beta_1} (YEU_t)^{\beta_2-1} (TCR_t)^{\beta_3}}{\beta_0 (PRE_t)^{\beta_1} (YEU_t)^{\beta_2} (TCR_t)^{\beta_3}} (YEU_t) = \beta_2$$

$$\eta_{TCR} = \frac{\beta_3 \beta_0 (PRE_t)^{\beta_1} (YEU_t)^{\beta_2} (TCR_t)^{\beta_3-1}}{\beta_0 (PRE_t)^{\beta_1} (YEU_t)^{\beta_2} (TCR_t)^{\beta_3}} (TCR_t) = \beta_3$$

Como se puede notar, los exponentes de la forma funcional especificada representan elasticidades, entendiendo estos como cambios porcentuales en la variable dependiente, ante cambios de 1% en una de las variables independientes, *ceteris paribus*.

Retomando nuevamente la función de demanda de importaciones agropecuarias de los Estados Unidos, se tiene que la variable dependiente es explicada por el comportamiento esperado más un término de error aleatorio ( $\varepsilon_t$ ), es decir:

$$IMP_t = \beta_0 (PRE_t)^{\beta_1} (YEU_t)^{\beta_2} (TCR_t)^{\beta_3} e^{\varepsilon}$$

Aplicando logaritmos a la función, y en donde  $\alpha = \ln \beta_0$  el modelo resultó:

$$\ln IMP_t = \alpha + \beta_1 \ln(PRE_t) + \beta_2 \ln(YEU_t) + \beta_3 \ln(TCR_t) + \varepsilon_t$$

### 3.4. Estimación del modelo e inferencia

Las importaciones agrícolas y pecuarias de los Estados Unidos procedentes de México, están en función del precio de importación, del ingreso de los estadounidenses y del tipo de cambio real. Los estimadores fueron obtenidos a través del método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), y, en términos matriciales se representa como:  $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y$ . Este método toma como estimadores los valores de  $\beta$  que hacen mínimo la suma de los cuadrados de los errores. MCO produce mejores estimadores lineales insesgados (MELI), mejores en el sentido de mínima varianza. En la obtención de los coeficientes

del modelo de regresión planteado se esperaban relaciones positivas y negativas. Los coeficientes de regresión obtenidos, representan elasticidades de la función de importaciones como se señaló anteriormente, es decir, muestran el cambio porcentual que sufre la variable dependiente, ante el cambio porcentual de uno por ciento en las variables independientes.

Para probar la significancia estadística de los coeficientes de regresión encontrados se procedió de la siguiente forma a saber: para la prueba individual se utilizó el estadístico  $t$ , planteando la hipótesis nula de que  $\hat{\beta}_i$  es igual a cero (para  $i = 0,1,2,3$ ), con la regla decisión de que si la  $t$  calculada excedía al valor  $t$  crítico al nivel de significancia  $\alpha$ , se rechazaba la  $H_0$ ; para la prueba conjunta se utilizó el estadístico  $F$ , planteando la hipótesis nula de que todos los  $\hat{\beta}_i$  (para  $i = 1,2,3$ ) eran iguales a cero, con la regla de decisión de que si la  $F$  calculada era mayor al valor  $F$  crítico al nivel de significancia  $\alpha$  escogido, se rechazaba la hipótesis nula, de lo contrario no se podía hacer.

### **3.5. Pruebas en la violación de los supuestos del modelo clásico**

Al tratar en la investigación con un modelo uniecuacional múltiple, era probable que se violaran los supuestos del modelo lineal clásico, efectuándose para ello, análisis de multicolinealidad, heterocedasticidad y de autocorrelación, con sus respectivos juegos de hipótesis y reglas de decisiones. De igual forma, se obtuvo los coeficientes de correlación existente entre las variables que integraron el modelo econométrico.

### **3.6. Otras consideraciones**

Utilizando los coeficientes del modelo de regresión obtenidos, se elaboró el modelo para la función de importaciones agropecuaria de los Estados Unidos provenientes de México, se plantea la ecuación tanto en términos logarítmicos, como en su forma tipo Cobb-Douglas. Se interpretaron diversos cambios porcentuales que presenta la variable endógena, ante cambios porcentuales de uno por ciento que sufren las variables exógenas (además de que las variables independientes se variaron a otros porcentajes).

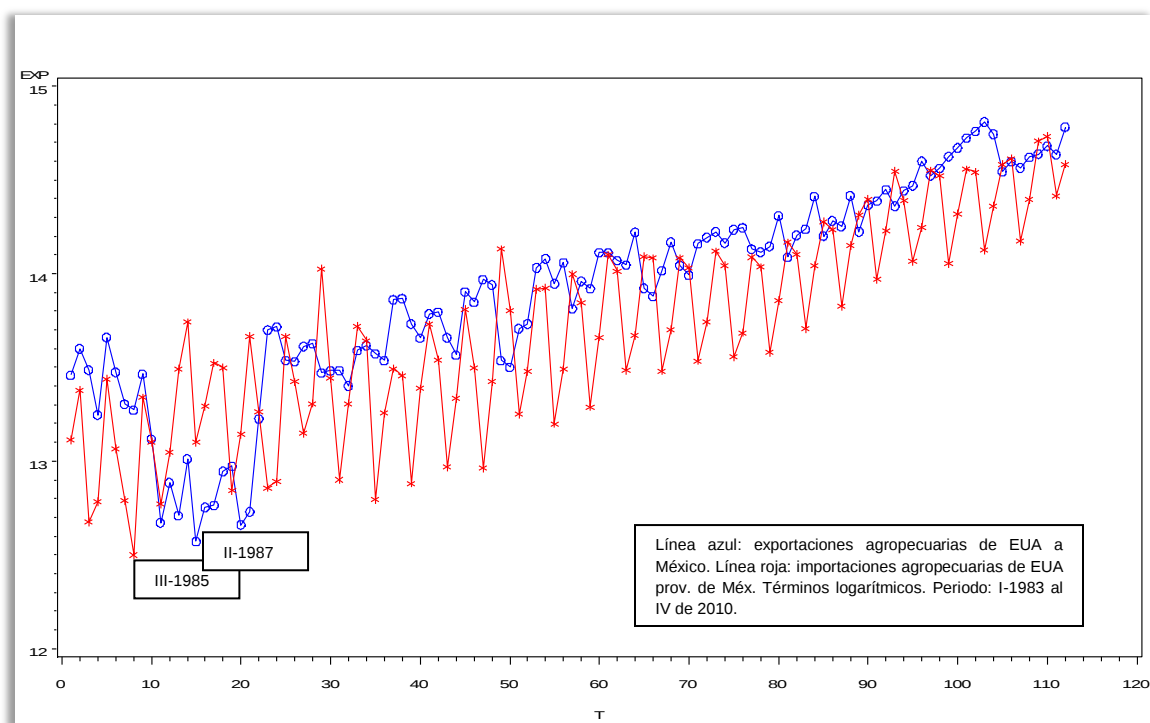
## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para el año 2010, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Producto Interno Bruto (PIB) de México (en miles de pesos corrientes) representó la cantidad de 13 805 953 869.15 (13 billones 805 mil 953 millones 869 mil pesos); mientras que el monto en miles de pesos correspondiente al PIB del sector primario fue de 562 316 492.58 (562 mil 316 millones 492 mil pesos), cifra que representa el 4.07% de la aportación del sector primario al PIB total. El sector primario de la República Mexicana está conformado por los subsectores de agricultura; de ganadería; aprovechamiento forestal; pesca, caza y captura; servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales. Del valor total del sector primario mencionado anteriormente para el año 2010, los subsectores agrícola y ganadero aportan la cantidad en miles de pesos corrientes de 517 284 427.21 (517 mil 284 millones 427 mil pesos), monto que representa en términos porcentuales el 91.99% del PIB del sector primario de México.

El valor de las exportaciones agropecuarias mexicanas en miles de dólares corrientes, según el INEGI para el año 2010, fue de 8 510 087 (8 mil 510 millones 087 mil dólares), que multiplicado por un tipo de cambio promedio de 12.63 pesos por dólar americano para ese año, el valor de las exportaciones agropecuarias en miles de pesos mexicanos fue de 107 482 398.81 (107 mil 482 millones 398 mil pesos), cifra que representa el 19.11% del Producto Interno Bruto del sector primario de los Estados Unidos Mexicanos.

#### 4.1. Balanza comercial agropecuaria entre Estados Unidos y México

La balanza comercial agropecuaria de los Estados Unidos ha sido superavitaria en la gran mayoría de los años que abarca el periodo de estudio (ver figura 1).



**Figura 1. Balanza comercial agropecuaria de los Estados Unidos**

Únicamente durante el periodo que comprende desde el tercer trimestre de 1985 al segundo trimestre de 1987, hubo un déficit comercial trimestral consecutivo en la balanza comercial agropecuaria de los Estados Unidos.

Señalar que la balanza comercial agropecuaria entre los Estados Unidos y la República Mexicana ha sido superavitaria, es lo mismo referir que la balanza comercial agropecuaria de México con los Estados Unidos, ha sido deficitaria.

La balanza comercial agropecuaria de los Estados Unidos presentó un déficit comercial por tres años consecutivos en el periodo que comprende los años de 1985 a 1987 (ver cuadro 2). El último año que México presentó un superávit comercial agropecuario fue en el año de 1995 y representó un valor en miles de dólares constantes de 339 295.43 (339 millones 295 mil dólares).

**Cuadro 2.- Balanza comercial agropecuaria entre Estados Unidos y México (1983-2010).**

| Año  | Exportaciones | Importaciones | Saldo comercial | Tasa de crecimiento |
|------|---------------|---------------|-----------------|---------------------|
| 1983 | 2793278.67    | 1820794.12    | 972484.54       |                     |
| 1984 | 2749378.93    | 1785568.65    | 963810.28       | -0.89               |
| 1985 | 1915103.83    | 1928460.47    | 13356.64        | -101.39             |
| 1986 | 1412558.51    | 2735084.67    | 1322526.17      | 9801.64             |
| 1987 | 1513890.90    | 2366930.01    | 853039.10       | -35.50              |
| 1988 | 2690480.55    | 2218565.96    | 471914.59       | -155.32             |
| 1989 | 3156118.54    | 2653445.53    | 502673.01       | 6.52                |
| 1990 | 2804427.32    | 2931618.36    | 127191.05       | -125.30             |
| 1991 | 3160617.44    | 2685013.99    | 475603.45       | -473.93             |
| 1992 | 3877303.47    | 2470643.71    | 1406659.77      | 195.76              |
| 1993 | 3586569.44    | 2727516.84    | 859052.60       | -38.93              |
| 1994 | 4427274.44    | 2826597.07    | 1600677.37      | 86.33               |
| 1995 | 3305203.29    | 3644498.73    | 339295.43       | -121.20             |
| 1996 | 4964666.92    | 3483184.09    | 1481482.83      | -536.64             |
| 1997 | 4614269.77    | 3684112.90    | 930156.87       | -37.21              |
| 1998 | 5400009.36    | 4138525.46    | 1261483.90      | 35.62               |
| 1999 | 4828787.55    | 4234577.55    | 594210.00       | -52.90              |
| 2000 | 5323949.71    | 4238683.42    | 1085266.29      | 82.64               |
| 2001 | 5986442.36    | 4262455.88    | 1723986.47      | 58.85               |
| 2002 | 5756468.57    | 4395775.43    | 1360693.14      | -21.07              |
| 2003 | 6135805.27    | 4915725.15    | 1220080.12      | -10.33              |
| 2004 | 6443117.14    | 5522904.40    | 920212.74       | -24.58              |
| 2005 | 6903159.17    | 6119137.28    | 784021.89       | -14.80              |
| 2006 | 7721234.48    | 6682793.99    | 1038440.49      | 32.45               |
| 2007 | 8754876.16    | 7043621.46    | 1711254.70      | 64.79               |
| 2008 | 10303055.94   | 7265476.22    | 3037579.72      | 77.51               |

|      |            |            |            |        |
|------|------------|------------|------------|--------|
| 2009 | 8624853.61 | 7604113.76 | 1020739.86 | -66.40 |
| 2010 | 9563851.01 | 8931413.77 | 632437.24  | -38.04 |

Fuente: elaboración propia con datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Exportaciones: representa el valor de las exportaciones agropecuarias de EUA a México en miles de dólares constantes del 1993. Importaciones: representa el valor de las importaciones de EUA provenientes de México en miles de dólares constantes de 1993. Saldo comercial: representa el saldo de la balanza comercial agropecuaria de EUA (exportaciones - importaciones). Tasa de crecimiento anual en %: ((saldo actual / saldo anterior) - 1) \* 100.

#### 4.1.1. Principales productos exportados e importados por México

La balanza comercial agropecuaria de México ha sido deficitaria en los últimos quince años, en el año 2010, el valor de las exportaciones en miles de dólares corrientes según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se ubicó en los 8 510 087 (ocho mil 510 millones de dólares), mientras que el valor de las importaciones se situó en los 9 845 065 (nueve mil 845 millones de dólares), resultando con esto, un déficit en la balanza comercial agropecuaria de 1 334 978 (un mil 334 millones de dólares).

Los principales productos exportados por México en el mercado internacional son las frutas y hortalizas. En el año 2010, únicamente la exportación de jitomate constituyó el 18.75% del total de las exportaciones agropecuarias realizadas en ese año. El aguacate fue otro de los principales productos exportados por la República Mexicana, constituyendo el 6.98% del total de exportaciones (ver cuadro 3).

**Cuadro 3. Exportaciones agropecuarias de México en el 2010**

| Productos | Miles de dólares corrientes | Participación porcentual |
|-----------|-----------------------------|--------------------------|
| Jitomate  | 1595315                     | 18.75                    |
| Pimiento  | 607595                      | 7.14                     |
| Aguacates | 594009                      | 6.98                     |

|                                       |         |        |
|---------------------------------------|---------|--------|
| Ganado vacuno                         | 537951  | 6.32   |
| Melón, sandía y papaya                | 439159  | 5.16   |
| Frutas y frutos comestibles           | 390184  | 4.58   |
| Café crudo en grano                   | 298531  | 3.51   |
| Cebollas y Ajos                       | 272167  | 3.20   |
| Pepino                                | 262576  | 3.09   |
| Cítricos                              | 258808  | 3.04   |
| Camarón congelado                     | 217637  | 2.56   |
| Mangos                                | 163477  | 1.92   |
| Uvas y pasas                          | 160754  | 1.89   |
| Maíz                                  | 155738  | 1.83   |
| Fresas frescas                        | 142330  | 1.67   |
| Garbanzo                              | 102898  | 1.21   |
| Trigo                                 | 88082   | 1.04   |
| Miel                                  | 84745   | 1.00   |
| Bananas o plátanos                    | 72439   | 0.85   |
| Algodón                               | 52800   | 0.62   |
| Frijol                                | 27552   | 0.32   |
| Tabaco                                | 24941   | 0.29   |
| Flores                                | 24579   | 0.29   |
| Otras legumbres y hortalizas frescas  | 1148463 | 13.50  |
| Otros pescados, crustáceos y moluscos | 427463  | 5.02   |
| Otros productos agropecuarios         | 359894  | 4.23   |
| Sumatoria                             | 8510087 | 100.00 |

Fuente: elaboración propia con datos del Grupo de Trabajo de Estadísticas de Comercio Exterior, integrado por el Banco de México, INEGI, Servicio de Administración Tributaria y la Secretaría de Economía. Cifras preliminares a partir del primer mes del año 2010.

El maíz y el frijol constituyen los principales productos en la alimentación de la población mexicana. Para el año 2010, la balanza comercial del maíz presentó un déficit en miles de dólares corrientes estadounidenses de 1 427 557 (un mil 427 millones de dólares), mientras que el déficit en la balanza comercial del frijol en miles de dólares corrientes se ubicó en los 84 308 (84 millones 308 mil dólares).

En términos porcentuales, la importación de maíz y de frijol por parte de México constituyó el 16.08% y 1.14% respectivamente del total de las importaciones agropecuarias realizadas en ese año (ver cuadro 4).

**Cuadro 4. Importaciones agropecuarias de México en el 2010**

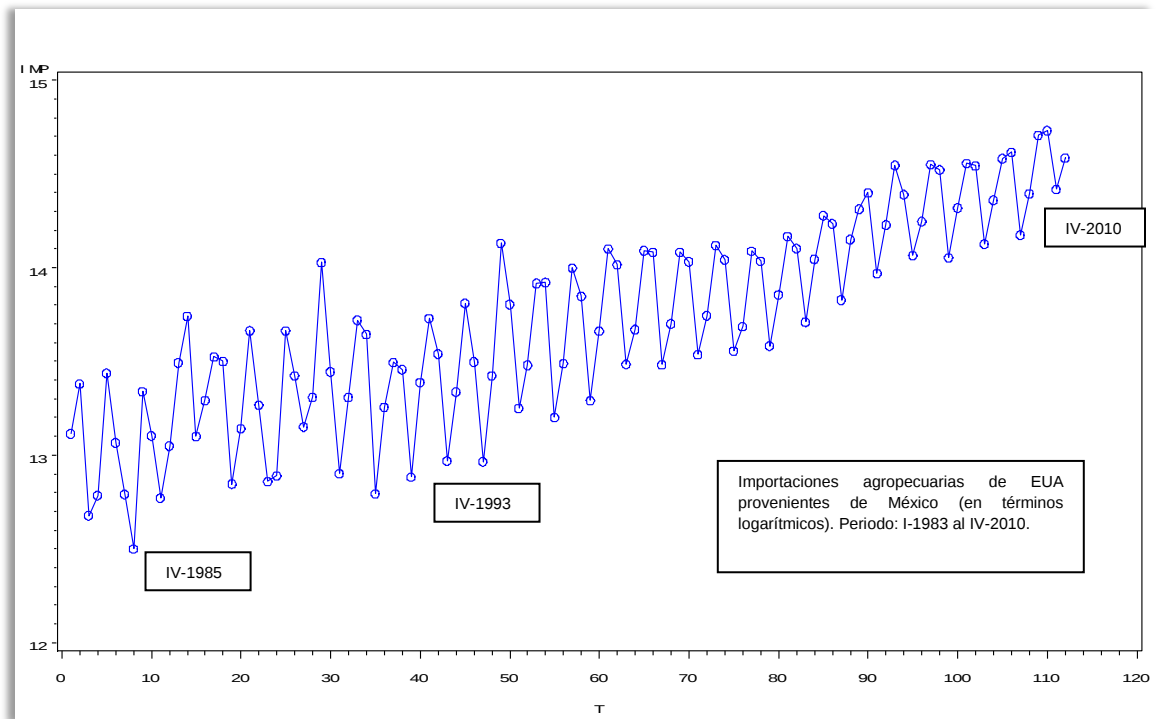
| Productos                             | Miles de dólares corrientes | Participación porcentual |
|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Semilla de soya                       | 1591500                     | 16.17                    |
| Maíz                                  | 1583295                     | 16.08                    |
| Trigo                                 | 847172                      | 8.61                     |
| Leche y sus derivados                 | 716163                      | 7.27                     |
| Semillas de nabo o colza              | 667119                      | 6.78                     |
| Algodón                               | 630635                      | 6.41                     |
| Sorgo                                 | 427578                      | 4.34                     |
| Pescados, crustáceos y moluscos       | 389481                      | 3.96                     |
| Arroz                                 | 320196                      | 3.25                     |
| Semillas para siembra                 | 294215                      | 2.99                     |
| Manzanas, peras y membrillos          | 285884                      | 2.90                     |
| Tabaco                                | 159515                      | 1.62                     |
| Estómago de animales, excepto pescado | 147266                      | 1.50                     |
| Frijol                                | 111860                      | 1.14                     |
| Uvas frescas o secas                  | 93029                       | 0.94                     |
| Pimienta, chiles o pimientos secos    | 62530                       | 0.64                     |
| Ganado vacuno                         | 38936                       | 0.40                     |
| Huevo                                 | 26562                       | 0.27                     |
| Otros productos agropecuarios         | 626732                      | 6.37                     |
| Otras semillas y frutos oleaginosos   | 467302                      | 4.75                     |
| Otras frutas frescas o secas          | 301621                      | 3.06                     |
| Otros cereales                        | 56474                       | 0.57                     |
| Sumatoria                             | 9845065                     | 100                      |

Fuente: elaboración propia con datos del Grupo de Trabajo de Estadísticas de Comercio Exterior, integrado por el Banco de México, INEGI, Servicio de Administración Tributaria y la Secretaría de Economía. Cifras preliminares a partir del primer mes del año 2010.

## 4.2. Importaciones agropecuarias de EUA y sus determinantes

Las importaciones de productos agrícolas y pecuarios mexicanos por parte de los Estados Unidos, durante el periodo que comprende desde el primer trimestre del año de 1983 hasta el último trimestre del año 2010, han seguido una tendencia a la alza (ver figura 2). En el año de 1983, el valor de las importaciones agropecuarias se situó en miles de dólares constantes a precios de 1993 en 1 820 794.12 (un billón 820 millones de dólares americanos, que es lo mismo decir, un mil 820 millones de dólares en el Sistema Internacional de

Unidades o Sistema Métrico), mientras que en el año de 1985, representó un valor de 1 928 460.47 (un mil 928 millones de dólares), representando con ello, durante ese periodo, una tasa de crecimiento del 5.91%.



**Figura 2. Importaciones agropecuarias de los Estados Unidos provenientes de México**

Para el año de 1986, el valor de las importaciones agropecuarias de Estados Unidos procedentes de México en miles de dólares constantes a precios de 1993, representó una cantidad de 2 735 084.67 (dos mil 735 millones de dólares), mientras que para el año de 1993, hubo un decremento representando un monto de 2 727 516.84 (dos mil 727 millones de dólares), mostrando con ello, una tasa de crecimiento negativa de -0.05% para ese periodo. Fue justamente en este lapso de tiempo, que el valor de las importaciones no tuvo

cambios significativos, ya que se ubicó en los dos billones de dólares estadounidenses (dos mil millones de dólares en el Sistema Internacional de Unidades).

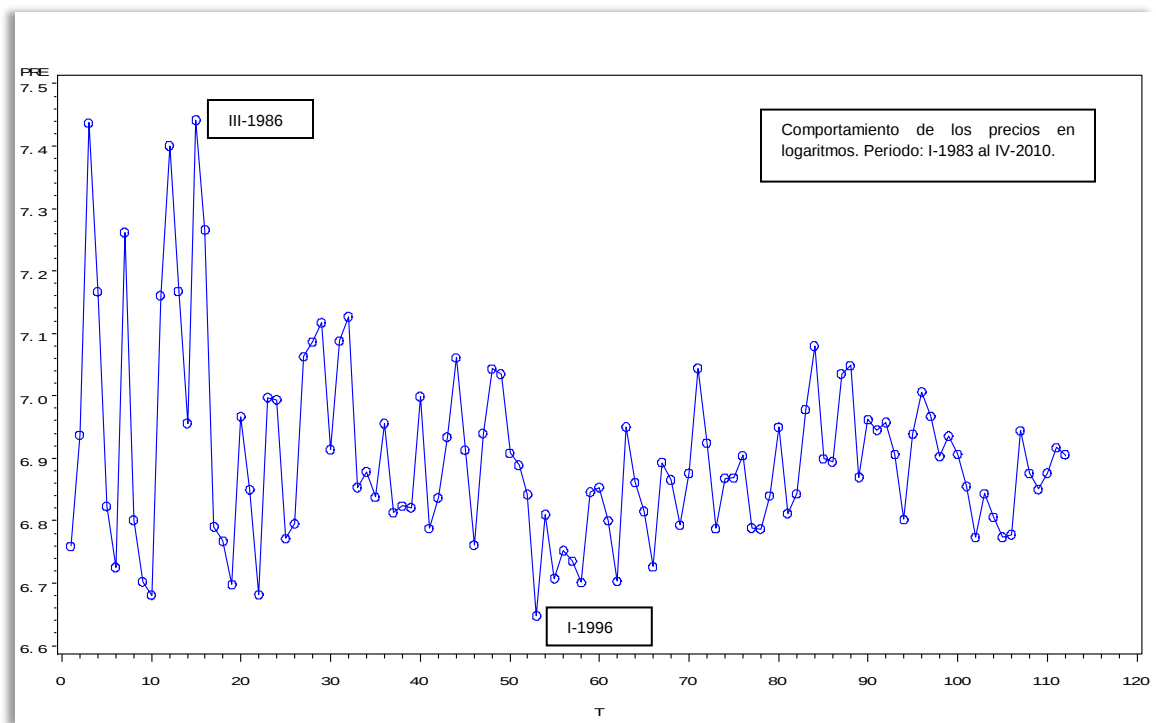
Para el año de 1994, las importaciones representaron un valor en miles de dólares constantes a precios de 1993 de 2 826 597.07 (dos mil 826 millones de dólares), y, para el año 2010, hubo un incremento espectacular en las importaciones de productos agrícolas y pecuarios mexicanos, representando un valor de 8 931 413.77 (ocho mil novecientos treinta y un millones de dólares), representando una tasa de crecimiento para ese periodo de 7.97%.

#### Precio promedio de importación de los EUA

El precio promedio de importación por tonelada de productos agrícolas y pecuarios de Estados Unidos, procedentes de México, ha fluctuado en los mil dólares constantes a precios de 1993. El nivel de precios más alto durante el periodo de estudio, se registró en el tercer trimestre del año de 1986, con un precio promedio de 1 705.84 dólares por tonelada. Mientras que el nivel de precios más bajo ocurrió en el primer trimestre del año de 1996, con un precio promedio de importación de 771.21 dólares por tonelada de producto agropecuario importado por los Estados Unidos.

Desde finales del año de 1981 y durante el año de 1982, México vivió una de las peores inflaciones que haya experimentado en su historia económica reciente, y, esta es una de las razones del porqué los precios de importación de

los Estados Unidos hayan tenido grandes variaciones desde el primer trimestre de 1983, año en que comienza el periodo de estudio, apaciguándose esta situación solamente hasta el último trimestre del año de 1986. Para el primer trimestre de 1987, el precio de importación por tonelada fluctuaba en los 889.51 dólares constantes a precios de 1993 (ver figura 3).

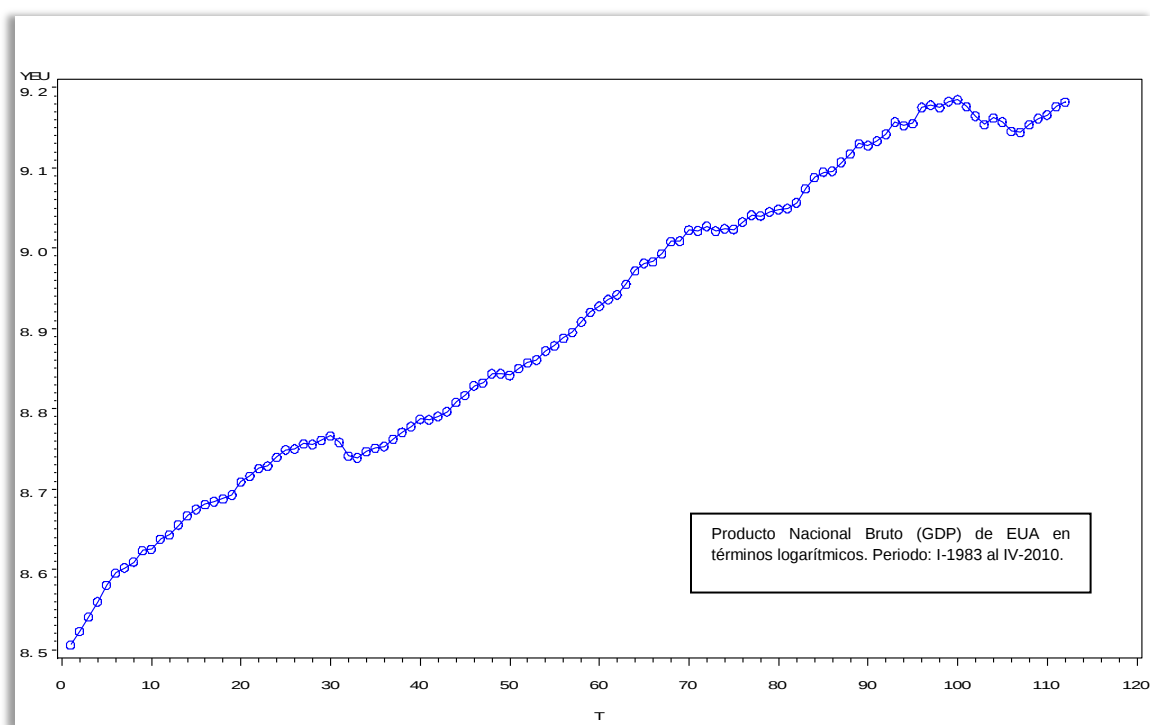


**Figura 3. Comportamiento de los precios en el periodo I-1983 al IV-2010**

### Producto Nacional Bruto de los Estados Unidos

El ingreso de los Estados Unidos ha mostrado una tendencia creciente a lo largo de los años que comprende el periodo de estudio (ver figura 4). En el año de 1983, el Producto Nacional Bruto de los Estados Unidos en billones de dólares a precios de 1993 fue de 5 077.06 (cinco billones 077 mil millones de

dólares). En el año de 1994, el ingreso de los Estados Unidos se ubicó en los 6 839.69 billones de dólares estadounidenses a precios constantes de 1993 (seis billones 839 mil millones de dólares). Y, para el año 2010, el Producto Nacional Bruto de los Estados Unidos se ubicó en billones de dólares americanos a precios de 1993 en 9 620 (nueve billones 620 mil millones de dólares).

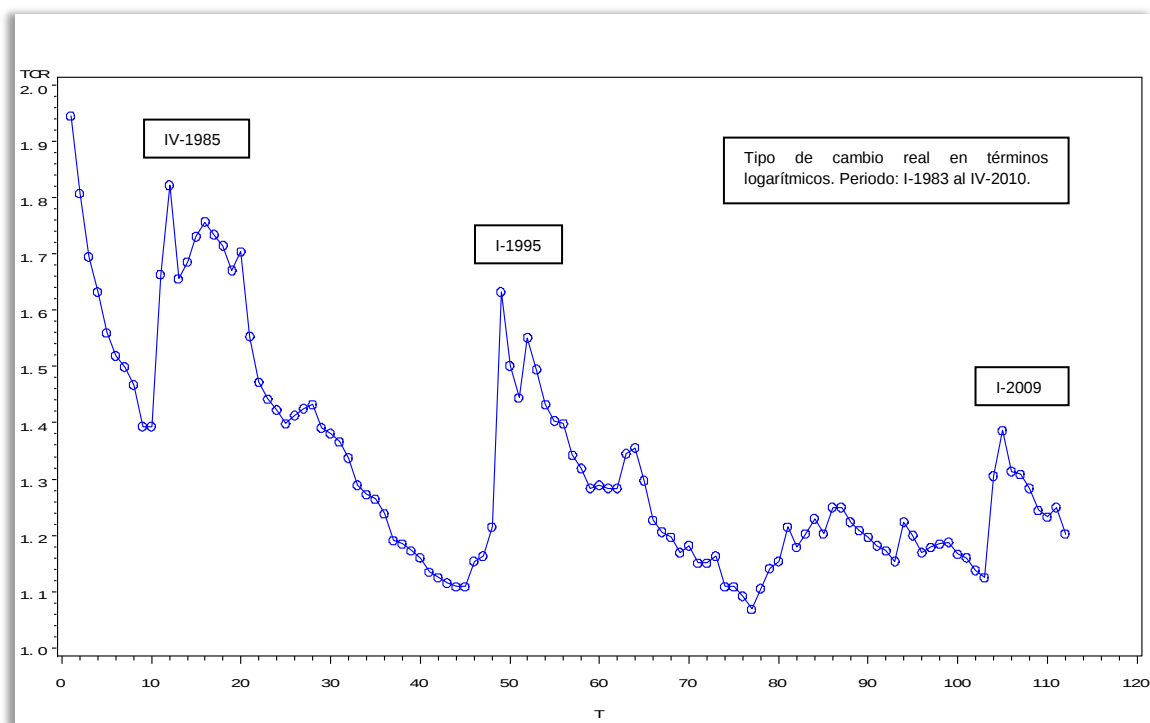


**Figura 4. Producto Nacional Bruto (Gross Domestic Product) de Estados Unidos**

El aumento espectacular en el ingreso de los Estados Unidos, ha repercutido enormemente en la demanda de diversos productos que provienen del mercado internacional, especialmente en la demanda de productos agropecuarios procedentes de la República mexicana.

Tipo de cambio real peso/dólar

El tipo de cambio real ha fluctuado en los 3 y 4 pesos por dólar americano, alcanzando el nivel más alto en el primer trimestre del año de 1983 con 7 pesos por dólar, y, el nivel más bajo, en el primer trimestre del año 2002 con 2.91 pesos por dólar estadounidense (ver figura 5).



**Figura 5. Tipo de cambio real de pesos mexicanos por dólar estadounidense**

Las depreciaciones más significativas que ha tenido el tipo de cambio real (peso por dólar) han sido las siguientes: el último trimestre de 1985 con 6.19 pesos por dólar estadounidense, el primer trimestre de 1995 con 5.12 pesos por dólar americano y la última depreciación más reciente ocurrió en el primer trimestre del año de 2009 con 4 pesos por dólar americano.

### 4.3. Formulación de la función de importaciones agropecuarias de EUA

La forma general de la función de importaciones agropecuarias es de la forma siguiente:

$$Y_i = f(X_{ji}) + \varepsilon_i$$

La variable dependiente  $Y_i$  representa las importaciones agrícolas y pecuarias de los Estados Unidos provenientes de la Republica mexicana y está relacionada con las variables independientes  $X_{ji}$  más un término de error ( $\varepsilon_i$ ).

La forma funcional del modelo se expresa en los términos siguientes a saber:

$$IMP_t = \beta_0 (PRE_t)^{\beta_1} (YEU_t)^{\beta_2} (TCR_t)^{\beta_3} e^{\varepsilon}$$

Dónde:  $IMP_t$  es el valor de las importaciones agrícolas y pecuarias procedentes de México en el año  $t$ ,  $PRE_t$  es el precio promedio de importación por tonelada de los productos agropecuarios en el año  $t$ ,  $YEU_t$  es el ingreso de los Estados Unidos en el año  $t$  y  $TCR_t$  es el tipo de cambio real en el año  $t$ .

Aplicando logaritmos a la función anterior, y en donde  $\alpha = \ln \beta_0$  el modelo resulta:

$$\ln IMP_t = \alpha + \beta_1 \ln(PRE_t) + \beta_2 \ln(YEU_t) + \beta_3 \ln(TCR_t) + \varepsilon_t$$

#### 4.4. Obtención de los coeficientes de regresión

Para la obtención de los coeficientes de regresión del modelo planteado de la función de importaciones agropecuarias de Estados Unidos que provienen de México, se utiliza el método de mínimos cuadrados ordinarios, y, de igual forma, haciendo uso del paquete Statiscal Analysis System (SAS) se encontraron los siguientes resultados:

```
DATA IMPORT;
INPUT YEAR Y X1 X2 X3;
IMP=LOG(Y); PRE=LOG(X1); YEU=LOG(X2); TCR=LOG(X3);
CARDS (ver anexo 1);
PROC REG;
MODEL IMP=PRE YEU TCR;
RUN;
QUIT;
```

Sistema SAS 12:52 Friday, April 23, 2011 29

Procedimiento REG  
Modelo: MODEL1  
Variable dependiente: IMP

##### Analysis of Variance

| Fuente          | DF  | Sum of Squares | Mean Square | F-Valor | Pr > F |
|-----------------|-----|----------------|-------------|---------|--------|
| Modelo          | 3   | 23.45994       | 7.81998     | 106.78  | <.0001 |
| Error           | 108 | 7.90941        | 0.07324     |         |        |
| Total corregido | 111 | 31.36935       |             |         |        |

|                   |          |            |        |
|-------------------|----------|------------|--------|
| Root MSE          | 0.27062  | R-cuadrado | 0.7479 |
| Media dependiente | 13.70923 | Adj R-Sq   | 0.7409 |
| Coeff Var         | 1.97400  |            |        |

##### Parámetros estimados

| Variable  | DF | Parameter Estimate | Standard Error | Valor t | Pr >  t |
|-----------|----|--------------------|----------------|---------|---------|
| Término i | 1  | -7.22230           | 2.16406        | -3.34   | 0.0012  |
| PREpendie | 1  | -0.53417           | 0.17666        | -3.02   | 0.0031  |
| YEU       | 1  | 2.66523            | 0.18347        | 14.53   | <.0001  |
| TCR       | 1  | 0.66900            | 0.18636        | 3.59    | 0.0005  |

Con los resultados obtenidos, la ecuación de demanda de importaciones agrícolas y pecuarias de Estados Unidos que provienen de la República mexicana se plantea en los términos siguientes:

$$\ln IMP_t = \alpha + \beta_1 \ln(PRE_t) + \beta_2 \ln(YEU_t) + \beta_3 \ln(TCR_t) + \ln \varepsilon_t$$

$$\ln IMP_t = -7.222 - 0.534 \ln(PRE_t) + 2.665 \ln(YEU_t) + 0.669 \ln(TCR_t) + \ln \varepsilon_t$$

Con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.7479, muestra que las tres variables explicativas, mostraron el 74% de la variación de la demanda de importaciones de productos agropecuarios de Estados Unidos provenientes de México, durante el periodo de el primer trimestre de 1983 hasta el último trimestre del año 2010.

#### 4.5. Pruebas de significancia individual y conjunta

##### Pruebas de hipótesis sobre coeficientes individuales de regresión parcial

Los juegos de hipótesis que se plantean son:  $H_0: \beta_i = 0$  y  $H_a: \beta_i \neq 0$ . Para probar la hipótesis nula se utiliza la prueba  $t$ , utilizando la siguiente regla de decisión de que si el valor de  $t$  calculado excede el valor de  $t$  crítico al nivel de significancia escogido, se rechaza la hipótesis nula, de lo contrario no se puede hacer.

Para la  $H_0: \beta_1 = 0$  y  $H_a: \beta_1 \neq 0$ , con un  $t = |-3.02|$ . Dado que  $n = 112$  y  $g.l. = n - k = 112 - 4 = 108$ , consultado la tabla  $t$  para averiguar  $t_{\alpha/2}$  para 108

grados de libertad al nivel de significancia de 5%, se tiene que el valor crítico es de  $t = 2$ . Puesto que el valor  $t$  calculado (en términos absolutos) excede al valor crítico de  $t$ , se puede rechazar la hipótesis nula, es decir, se rechaza la hipótesis nula de que el precio promedio de importación ( $PRE_t$ ) no tenga ningún efecto en las importaciones agropecuarias de los Estados Unidos.

Realizando el mismo proceso para la  $H_0: \beta_2 = 0$  y  $H_a: \beta_2 \neq 0$ , con un  $t = 14.53$  y consultado la tabla  $t$  para averiguar  $t_{\alpha/2}$  para 108 grados de libertad al nivel de significancia de 5%, se tiene que el valor crítico es de  $t = 2$ . Puesto que el valor  $t$  calculado excede al valor crítico de  $t$ , se rechaza la hipótesis nula, es decir, se opta por la hipótesis alternativa, lo cual significa que el ingreso de los Estados Unidos ( $YEU_t$ ) sí tiene efecto en las importaciones de productos agrícolas y pecuarios mexicanos.

Finalmente, efectuando el mismo proceso anterior para probar la  $H_0: \beta_3 = 0$  y  $H_a: \beta_3 \neq 0$ , puesto que el valor de  $t$  calculado (de 3.59) excede al valor crítico (de  $t = 2$ ), se rechaza la hipótesis nula, es decir, se rechaza la hipótesis nula de que el tipo de cambio real ( $TCR_t$ ) no tenga ningún efecto en la demanda de importaciones de productos agropecuarios de la Unión americana.

Efectuado una vez la significancia individual de cada uno de los coeficientes de regresión utilizando la prueba  $t$ , se debe llegar a los mismos resultados utilizando intervalos de confianza. Planteando un intervalo de confianza al 95% para  $\beta_1$  se tiene:

$$\hat{\beta}_1 - t_{\alpha/2} ee(\hat{\beta}_1) \leq \beta_1 \leq \hat{\beta}_1 + t_{\alpha/2} ee(\hat{\beta}_1)$$

$$-0.534 - t_{0.05/2}(0.17666) \leq \beta_1 \leq -0.534 + t_{0.05/2}(0.17666)$$

$$-0.534 - 2(0.17666) \leq \beta_1 \leq -0.534 + 2(0.17666)$$

$$-0.887 \leq \beta_1 \leq -0.181$$

El intervalo de -0.887 a -0.181 incluye al verdadero coeficiente de  $\beta_1$ , con un coeficiente de confianza del 95%, puesto que el intervalo no incluye el valor cero de la hipótesis nula, se rechaza la hipótesis nula de que el verdadero  $\beta_1$  es cero con un 95% de confianza.

Efectuando el mismo procedimiento para calcular un intervalo de confianza al 95% para  $\beta_2$  se tiene:

$$2.665 - t_{0.05/2}(0.18347) \leq \beta_2 \leq 2.665 + t_{0.05/2}(0.18347)$$

$$2.665 - 2(0.18347) \leq \beta_2 \leq 2.665 + 2(0.18347)$$

$$2.298 \leq \beta_2 \leq 3.032$$

El intervalo de 2.298 a 3.032 incluye al verdadero coeficiente de  $\beta_2$ , con un coeficiente de confianza del 95%, puesto que el intervalo no incluye el valor cero de la hipótesis nula, se rechaza.

Finalmente, el intervalo de confianza al 95% para  $\beta_3$  se tiene:

$$0.669 - t_{0.05/2}(0.18636) \leq \beta_3 \leq 0.669 + t_{0.05/2}(0.18636)$$

$$0.669 - 2(0.18636) \leq \beta_3 \leq 0.669 + 2(0.18636)$$

$$0.296 \leq \beta_3 \leq 1.042$$

El intervalo de 0.296 a 1.042 incluye al verdadero coeficiente de  $\beta_3$ , con un coeficiente de confianza del 95%, puesto que el intervalo no incluye el valor cero de la hipótesis nula, de igual forma se rechaza.

#### Prueba de significancia global de la regresión muestral

Al realizar la prueba de significancia global se plantea la hipótesis siguiente:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$$

versus

*H<sub>a</sub>: no todos los coeficientes de pendiente son simultáneamente cero*

La regla de decisión planteada es si  $F_c > F_\alpha(k - 1, n - k)$  se rechaza  $H_0$ , de lo contrario no se rechace, donde  $F_\alpha(k - 1, n - k)$  es el valor  $F$  crítico al nivel de significancia  $\alpha$  y  $(k - 1)$  grados de libertad del numerador y  $(n - k)$  grados de libertad del denominador.

Si  $F_c = 106.78$  y  $F_\alpha(4 - 1, 112 - 4)$  es el valor  $F$  crítico al nivel de significancia del 5% y  $(4 - 1) = 3$  grados de libertad del numerador y  $(112 - 4) = 108$  grados de libertad del denominador, por tanto,  $F_\alpha(3, 108) = 2.76$ . Dado que

$106.78 > 2.76$ , se rechaza la hipótesis nula de que todos los coeficientes de pendiente son cero, es decir, se opta por la hipótesis alternativa.

#### 4.6. Análisis de correlación entre las variables

Para medir el grado de asociación que tienen las variables, se obtuvo la matriz de correlaciones y la cual se muestra a continuación:

```
PROC CORR;
VAR IMP PRE YEU TCR;
TITLE 'MATRIZ DE CORRELACIONES';
```

MATRIZ DE CORRELACIONES 12:52 Friday, April 23, 2011 32

Procedimiento CORR

4 Variables: IMP PRE YEU TCR

Estadísticos simples

| Variable | N   | Media    | Desviación<br>típica | Suma      | Mínimo   | Máximo   |
|----------|-----|----------|----------------------|-----------|----------|----------|
| IMP      | 112 | 13.70923 | 0.53161              | 1535      | 12.49966 | 14.73276 |
| PRE      | 112 | 6.90476  | 0.15138              | 773.33267 | 6.64796  | 7.44181  |
| YEU      | 112 | 8.90391  | 0.19594              | 997.23813 | 8.50587  | 9.18519  |
| TCR      | 112 | 1.32867  | 0.19678              | 148.81055 | 1.06815  | 1.94591  |

Coeficientes de correlación Pearson, N = 112  
Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

|     | IMP                | PRE                | YEU                | TCR                |
|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| IMP | 1.00000            | -0.27953<br>0.0028 | 0.83950<br><.0001  | -0.48193<br><.0001 |
| PRE | -0.27953<br>0.0028 | 1.00000            | -0.19982<br>0.0347 | 0.27813<br>0.0030  |
| YEU | 0.83950<br><.0001  | -0.19982<br>0.0347 | 1.00000            | -0.69961<br><.0001 |
| TCR | -0.48193<br><.0001 | 0.27813<br>0.0030  | -0.69961<br><.0001 | 1.00000            |

Los valores de los coeficientes de correlación oscilan entre  $-1 \leq \rho_{XY} \leq 1$ , indicando una relación lineal positiva o negativa entre las variables. El grado de asociación que se obtuvo entre las importaciones (IMP) y el precio (PRE) fue negativo, con un coeficiente de -0.27953, es decir, que mientras la variable importación de productos agropecuarios está creciendo, la variable precio decrece. La relación lineal que se encontró entre la variable importaciones (IMP) y el ingreso de los Estados Unidos (YEU) fue un coeficiente de 0.8395, lo cual muestra una correlación positiva entre esas variables. El coeficiente de correlación existente entre las importaciones (IMP) y el tipo de cambio real (TCR) fue de -0.48193, indicando con ello, que mientras una variable crece, la otra variable decrece. Es importante mencionar, que los resultados obtenidos solo muestran una relación lineal, sin que ello implique: causalidad.

#### **4.7. Análisis de multicolinealidad**

Dado que la  $R^2 = 0.7479$  no es muy elevada, las razones  $t$  calculadas fueron significativas ( $|-3.02|$ , 14.53 y 3.59 para  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  y  $\beta_3$  respectivamente), la prueba de  $F$  rechazó la hipótesis de que los coeficientes parciales de pendiente fueran simultáneamente iguales a cero, de igual forma que hicieron las pruebas  $t$  al mostrar que ningún coeficiente parcial de pendiente fueran iguales a cero, se puede llegar a la conclusión de que el modelo no presenta el problema de multicolinealidad.

Realizando una prueba más para detectar multicolinealidad y tomando la regla práctica de Klein en donde se construyen regresiones auxiliares de  $Y$  sobre las regresoras, se obtienen los siguientes resultados:

```
PROC REG;
MODEL IMP=PRE YEU TCR;
TITLE 'MODELO LOGARÍTMICO';
PROC REG;
MODEL IMP=PRE;
TITLE 'MODELO AUXILIAR UNO';
PROC REG;
MODEL IMP=YEU;
TITLE 'MODELO AUXILIAR DOS';
PROC REG;
MODEL IMP=TCR;
TITLE 'MODELO AUXILIAR TRES';
```

MODELO AUXILIAR UNO

12:52 Friday, April 23, 2011 34

Procedimiento REG  
Modelo: MODEL1  
Variable dependiente: IMP

## Analysis of Variance

| Fuente          | DF  | Sum of Squares | Mean Square | F-Valor | Pr > F |
|-----------------|-----|----------------|-------------|---------|--------|
| Modelo          | 1   | 2.45106        | 2.45106     | 9.32    | 0.0028 |
| Error           | 110 | 28.91829       | 0.26289     |         |        |
| Total corregido | 111 | 31.36935       |             |         |        |

|                   |          |            |        |
|-------------------|----------|------------|--------|
| Root MSE          | 0.51273  | R-cuadrado | 0.0781 |
| Media dependiente | 13.70923 | Adj R-Sq   | 0.0698 |
| Coeff Var         | 3.74005  |            |        |

## Parámetros estimados

| Variable  | DF | Parameter Estimate | Standard Error | Valor t | Pr >  t |
|-----------|----|--------------------|----------------|---------|---------|
| Término i | 1  | 20.48720           | 2.22032        | 9.23    | <.0001  |
| PREpendie | 1  | -0.98164           | 0.32149        | -3.05   | 0.0028  |

MODELO AUXILIAR DOS

12:52 Friday, April 23, 2011 35

Procedimiento REG  
Modelo: MODEL1  
Variable dependiente: IMP

## Analysis of Variance

| Fuente          | DF  | Sum of Squares | Mean Square | F-Valor | Pr > F |
|-----------------|-----|----------------|-------------|---------|--------|
| Modelo          | 1   | 22.10793       | 22.10793    | 262.58  | <.0001 |
| Error           | 110 | 9.26142        | 0.08419     |         |        |
| Total corregido | 111 | 31.36935       |             |         |        |

|                   |          |            |        |
|-------------------|----------|------------|--------|
| Root MSE          | 0.29016  | R-cuadrado | 0.7048 |
| Media dependiente | 13.70923 | Adj R-Sq   | 0.7021 |
| Coeff Var         | 2.11655  |            |        |

## Parámetros estimados

| Variable  | DF | Parameter Estimate | Standard Error | Valor t | Pr >  t |
|-----------|----|--------------------|----------------|---------|---------|
| Término i | 1  | -6.57083           | 1.25182        | -5.25   | <.0001  |
| YEUpendie | 1  | 2.27766            | 0.14056        | 16.20   | <.0001  |

MODELO AUXILIAR TRES 12:52 Friday, April 23, 2011 36

## Procedimiento REG

Modelo: MODEL1

Variable dependiente: IMP

## Analysis of Variance

| Fuente          | DF  | Sum of Squares | Mean Square | F-Valor | Pr > F |
|-----------------|-----|----------------|-------------|---------|--------|
| Modelo          | 1   | 7.28585        | 7.28585     | 33.28   | <.0001 |
| Error           | 110 | 24.08350       | 0.21894     |         |        |
| Total corregido | 111 | 31.36935       |             |         |        |

|                   |          |            |        |
|-------------------|----------|------------|--------|
| Root MSE          | 0.46791  | R-cuadrado | 0.2323 |
| Media dependiente | 13.70923 | Adj R-Sq   | 0.2253 |
| Coeff Var         | 3.41311  |            |        |

## Parámetros estimados

| Variable  | DF | Parameter Estimate | Standard Error | Valor t | Pr >  t |
|-----------|----|--------------------|----------------|---------|---------|
| Término i | 1  | 15.43913           | 0.30312        | 50.93   | <.0001  |
| TCRpendie | 1  | -1.30198           | 0.22570        | -5.77   | <.0001  |

Lo que interesan en las regresiones efectuadas son los coeficientes de determinación. La  $R^2$  global obtenida fue de 0.7479, la  $R^2$  obtenida del primer modelo auxiliar fue de 0.0781, la  $R^2$  obtenida del segundo modelo auxiliar fue

de 0.7048 y la  $R^2$  obtenida del tercer modelo auxiliar fue de 0.2323. Dado que ninguno de los coeficientes de determinación de los modelos auxiliares supera el coeficiente de determinación global, no se puede sugerir que el modelo presente el problema de multicolinealidad.

#### 4.8. Análisis de heterocedasticidad

Para detectar el problema de heterocedasticidad en el modelo de regresión, se utiliza la prueba de White. La hipótesis nula que se plantea es  $H_0$ : no hay heterocedasticidad versus hipótesis alternativa  $H_a$ : si hay heterocedasticidad, con la regla de decisión de que si el valor ji cuadrada obtenido excede al valor ji cuadrada crítico al nivel de significancia  $\alpha$  escogido, la conclusión es que hay heterocedasticidad.

El valor ji cuadrada obtenido en el modelo de regresión fue el siguiente:

```
PROC REG;
MODEL IMP=PRE YEU TCR/SPEC;
TITLE 'MODELO LOGARÍTMICO';
```

MODELO LOGARÍTMICO

12:52 Friday, April 23, 2011 42

```

Procedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: IMP

Test of First and Second
Moment Specification

DF      Chi-Square    Pr > ChiSq
9        20.48        0.0152
```

Como el valor ji cuadrada calculado es 20.48 y consultando la tabla para el valor de ji cuadrada crítico para 9 grados de libertad al 5% es 23.5893 y al 10% es 21.666. Dado que el valor de la ji cuadrada calculado, no excede a los valores de ji cuadrada críticos, se puede concluir con base en la prueba de White de que no hay heterocedasticidad.

#### 4.9. Análisis de autocorrelación

Utilizando la prueba de Durbin y Watson (DW) para detectar correlación serial se obtuvo el siguiente resultado en la corrida de SAS:

```
PROC REG;
MODEL IMP=PRE YEU TCR/DW;
TITLE 'MODELO LOGARÍTMICO';
```

```

MODELO LOGARÍTMICO          12:52 Friday, April 23, 2011  44

                                Procedimiento REG
                                Modelo: MODEL1
                                Variable dependiente: IMP

                                Durbin-Watson D          1.851
                                Número de observaciones    112
                                1st Autocorrelación de orden 0.072

```

El valor Durbin Watson calculado fue de 1.851 y encontrando los valores críticos  $d_L$  y  $d_U$  al nivel de significancia del 5%,  $n = 112$ ,  $k = 3$  variables explicativas, se tiene que  $d_L = 1.613$  y  $d_U = 1.736$ , y, siguiendo las reglas para la prueba  $d$  Durbin-Watson (ver cuadro 1), el juego de hipótesis que se plantea es:  $H_0: \rho = 0$  vs  $H_a: \rho \neq 0$ . Dado que el  $d$  calculado está fuera del rango de los valores críticos por el lado superior, por lo tanto, se concluye que no hay

autocorrelación positiva en los errores, es decir, no se rechaza la hipótesis nula de que  $\rho$  es igual a cero.

#### 4.10. Pronóstico

Dado que no se encontró algún problema con el modelo, se tiene que la función de importaciones de productos agropecuarios de Estados Unidos que provienen de México se puede expresar en los términos siguientes:

$$\ln IMP_t = \alpha + \beta_1 \ln(PRE_t) + \beta_2 \ln(YEU_t) + \beta_3 \ln(TCR_t) + \ln \varepsilon_t$$

$$\ln IMP_t = \ln(-7.222) - 0.534 \ln(PRE_t) + 2.665 \ln(YEU_t) + 0.669 \ln(TCR_t) + \ln \varepsilon_t$$

Multiplicando la ecuación anterior por la función exponencial ( $e$ ) en ambos miembros, la función tipo Cobb Douglas resulta:

$$IMP_t = -7.222(PRE_t)^{-0.534}(YEU_t)^{2.665}(TCR_t)^{0.669}\varepsilon_t$$

Anteriormente se demostró que los exponentes de la función de demanda de importaciones de Estados Unidos representan elasticidades y conociendo esto, se puede afirmar con base en los datos utilizados en la muestra, lo siguiente: el cambio de 1% en el precio ( $PRE_t$ ) de los productos agropecuarios de México, la demanda de importaciones de Estados Unidos variará en -0.534%, *ceteris paribus*; de igual forma, si el ingreso de los Estados Unidos ( $YEU_t$ ) varía en 1%, las exportaciones agrícolas y pecuarias de México variarán en 2.665%, *ceteris paribus*; finalmente, el cambio de 1% en el tipo de cambio real ( $TCR_t$ ), la

demanda de importaciones de productos agrícolas y pecuarios de Estados Unidos variará en un 0.669%, *ceteris paribus*.

La misma analogía se puede hacer considerando diferentes cambios porcentuales en las variables independientes, por ejemplo: si el precio ( $PRE_t$ ) de los productos agrícolas y pecuarios de México aumentan en un 10%, dado que existe una relación negativa, la demanda de importaciones de Estados Unidos disminuirá en un 5.34%, *ceteris paribus*; si el ingreso ( $YEU_t$ ) de los Estados Unidos disminuye en 1%, y, puesto que el signo del coeficiente de regresión es positivo, la demanda de importaciones de productos agrícolas y pecuarios disminuirá en 2.665%, *ceteris paribus*; de la misma forma, si el tipo de cambio real ( $TCR_t$ ) se deprecia en un 10%, las exportaciones agropecuarias de la Republica mexicana aumentarán en un 6.69%, *ceteris paribus*.

## CONCLUSIONES

Se estimó la función de importaciones agrícolas y pecuarias de Estados Unidos provenientes de México, para el periodo que comprende desde el primer trimestre de 1983, hasta el último trimestre del año 2010. Las importaciones estuvieron en función del precio promedio de importación, del Producto Nacional Bruto de los estadounidenses y del tipo de cambio real. Se obtuvieron coeficientes de regresión con los signos especificados por la teoría económica y fueron estadísticamente significativos.

La variable que tiene mayor impacto en las importaciones agropecuarias de los Estados Unidos procedentes de México, fue el ingreso. Con un coeficiente de confianza al 95%, el intervalo de [2.298,3.032] incluye al verdadero coeficiente de  $\beta_2$ , concentrándose el valor en 2.665. La elasticidad encontrada para el precio fue de -0.534, y, para el tipo de cambio real fue de 0.669. Por tanto, con base en los resultados obtenidos con la muestra, se puede afirmar que existe una relación negativa entre precio e importaciones, mientras que con el ingreso y el tipo de cambio real: existe una relación positiva.

El saldo de la balanza comercial agropecuaria de Estados Unidos ha sido superavitario durante el periodo de análisis; el último año que México presentó un saldo superavitario fue en el año de 1995, que en precio constantes de 1993, representó un monto de 339 millones 295 mil dólares.

Los principales productos agropecuarios exportados por México son las frutas y hortalizas. Para el año 2010, del total de las exportaciones, el jitomate ocupa el 18.75% y el aguacate el 6.98%. Mientras que para ese mismo año, uno de los principales productos importados fue el maíz, que ocupó el 16.08% del total de las importaciones realizadas por la República Mexicana.

## BIBLIOGRAFÍA

Banco de México. (2009). Regímenes cambiarios en México a partir de 1954.

Banxico. México, Distrito Federal. 14 p.

Bazdresch, Santiago. (2002). El comportamiento del tipo de cambio en México y el régimen de libre flotación 1996-2001. Documento de investigación no.

2002-09. Banco de México. México. Pp: 2-3.

Cuellar Álvarez, José Alberto. (2005). Los efectos del TLCAN sobre las importaciones agropecuarias estadounidenses provenientes de México.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. México. 43 p.

Dornbusch, *et al.* (2004). Macroeconomía. Novena ed. Edit. Mc Graw Hill. Pp: 329-331.

Dornbush, Rudiger, *et al.* (2008). Macroeconomía. Décima ed. México, D.F. Pp: 46-47, 283-284, 286, 285-287, 281-282.

Estefanel Gonzalo, *et al.* (2000). Exportaciones agroalimentarias argentinas en los 90's. Departamento de Estudios Agroalimentarios. Buenos Aires, Argentina. 17 p.

Garcés Díaz, Daniel G. (2002). Análisis de las funciones de importación y exportación de México 1980-2000. Banco de México. México. 31 p.

- Garcés Díaz, Daniel G. (2002). Agregados monetarios, inflación y actividad económica en México. Banco de México. México. Pág. 4.
- Graf Noriega, Juan Pablo. (1996). El crecimiento de las exportaciones y el desempeño de la productividad en la industria manufacturera en México. Documento de investigación no. 9605. Banco de México. México. 46 p.
- Greene, William H. (2008). Econometric analysis. Sixth edition. Pearson Prentice Hall. Pp: 8-19, 20-22.
- Gujarati, Damodar N. (2005). Econometría. Ed. cuarta. Edit. McGraw-Hill Interamericana. México, D.F. Pp: 3, 76, 239-244, 244-263, 327-331, 336-341, 349-356, 372-383, 379-383, 398-399, 426-433, 450-455, 457-467.
- Hernández Fernández, Oscar. (2010). El tipo de cambio real y la balanza comercial agroalimentaria México-Estados Unidos: un análisis de cointegración. Universidad Autónoma Chapingo. Tesis de Maestría. Texcoco, Estado de México. 168 p.
- Ortíz, Guillermo. Solís, L. (1978). Estructura financiera y experiencia cambiaria: México 1954-1977. Documento no. 1. Banco de México. México. Pp: 3-4.
- Loera Martínez, Jesús. Amador Herrera Olga Patricia. (2009). Macroprecios y sector agropecuario en México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. Pp: 22-26, 26-29.

P. A., Samuelson *et al.* (1954). Report of the Evaluative Committee for Econometrica. *Econometrica*, vol. 22, no. 2. Pp: 141-146.

Said Infante, Gil Guillermo. Zárate de Lara, P. (1984). *Métodos estadísticos*. Ed. Trillas. México. Pp: 163-167.

Salas, Javier. (1980). Estimación de la función de importaciones para México. Documento 26. Banco de México. México. 44 p.

Salas, Javier. Sidaoui, José Julián. (1982). Evolución y perspectivas de las exportaciones manufactureras. Documento no. 47. Banco de México. México. Pp: 2-3.

Sánchez Torres, Yolanda. (2011). Análisis del comportamiento de la demanda de importaciones de limón persa (*Citrus latifolia tanaka*) y mexicano (*Citrus aurantifolia swingle*) en los Estados Unidos procedentes de México 1994-2008). Colegio de Posgraduados. Tesis doctoral. Texcoco, Estado de México. 197 p.

Yúnez Naude, Antonio. (2010). “Las políticas públicas dirigidas al sector rural: el carácter de las reformas para el cambio estructural” tomado de “Los grandes problemas de México: XI Economía rural”. El Colegio de México. México. Pp: 23-62.

Páginas consultadas para base de datos:

- Banco de México  
[www.banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx)
- Bureau of Economic Analysis and National Economics Accounts  
<http://www.bea.gov/national/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía  
[www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
- United States Department of Agriculture  
<http://www.fas.usda.gov/gats/ExpressQuery1.aspx>
- U.S. Department of Labor  
<ftp://ftp.bls.gov/pub/special.requests/cpi/cpi.ai.txt>

## ANEXOS

### Anexo 1. Variables utilizadas en la regresión (se incluyen exportaciones de EUA)

| Periodo | Importaciones de EUA | Precio promedio de importación | Producto Nacional Bruto de EUA | Tipo de cambio real (pesos/dólar) | Exportaciones agropecuarias de EUA |
|---------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1983.01 | 496101.77            | 861.83                         | 4943.68                        | 7.00                              | 699753.15                          |
| 1983.02 | 647258.19            | 1030.00                        | 5028.28                        | 6.10                              | 806548.28                          |
| 1983.03 | 320563.50            | 1697.72                        | 5119.49                        | 5.45                              | 720371.97                          |
| 1983.04 | 356870.65            | 1295.79                        | 5216.81                        | 5.12                              | 566605.28                          |
| 1984.01 | 685344.09            | 918.91                         | 5325.89                        | 4.76                              | 856679.41                          |
| 1984.02 | 472840.32            | 833.43                         | 5406.11                        | 4.57                              | 711233.29                          |
| 1984.03 | 359137.65            | 1424.87                        | 5442.91                        | 4.48                              | 600236.97                          |
| 1984.04 | 268246.59            | 898.92                         | 5482.10                        | 4.34                              | 581229.26                          |
| 1985.01 | 621327.69            | 814.49                         | 5559.97                        | 4.03                              | 704436.87                          |
| 1985.02 | 490362.52            | 797.16                         | 5570.63                        | 4.03                              | 497618.47                          |
| 1985.03 | 352036.60            | 1287.89                        | 5640.51                        | 5.28                              | 318521.79                          |
| 1985.04 | 464733.66            | 1637.27                        | 5669.78                        | 6.19                              | 394526.70                          |
| 1986.01 | 724465.04            | 1296.68                        | 5741.12                        | 5.24                              | 330906.85                          |
| 1986.02 | 929338.66            | 1049.57                        | 5806.97                        | 5.40                              | 447755.96                          |
| 1986.03 | 488878.08            | 1705.84                        | 5853.42                        | 5.65                              | 288160.13                          |
| 1986.04 | 592402.89            | 1430.63                        | 5889.01                        | 5.80                              | 345735.56                          |
| 1987.01 | 747804.96            | 889.51                         | 5910.85                        | 5.67                              | 349441.74                          |
| 1987.02 | 729968.16            | 869.11                         | 5929.86                        | 5.56                              | 419123.58                          |
| 1987.03 | 379241.27            | 810.77                         | 5959.79                        | 5.32                              | 430425.79                          |
| 1987.04 | 509915.62            | 1060.87                        | 6056.96                        | 5.50                              | 314899.80                          |
| 1988.01 | 860014.15            | 943.98                         | 6101.19                        | 4.73                              | 337888.20                          |
| 1988.02 | 577932.04            | 797.76                         | 6159.83                        | 4.36                              | 554869.64                          |
| 1988.03 | 384180.85            | 1094.00                        | 6179.13                        | 4.23                              | 891534.63                          |
| 1988.04 | 396438.93            | 1089.94                        | 6244.47                        | 4.15                              | 906188.08                          |
| 1989.01 | 859876.14            | 872.56                         | 6304.59                        | 4.05                              | 757623.94                          |
| 1989.02 | 676250.49            | 893.92                         | 6310.59                        | 4.11                              | 752738.79                          |
| 1989.03 | 514772.02            | 1168.02                        | 6351.00                        | 4.16                              | 816473.50                          |
| 1989.04 | 602546.88            | 1195.91                        | 6345.93                        | 4.19                              | 829282.31                          |
| 1990.01 | 1237743.10           | 1233.31                        | 6379.82                        | 4.02                              | 708748.48                          |
| 1990.02 | 690525.73            | 1006.44                        | 6414.49                        | 3.98                              | 716378.88                          |
| 1990.03 | 400938.14            | 1197.66                        | 6363.47                        | 3.92                              | 717872.91                          |

|         |            |         |         |      |            |
|---------|------------|---------|---------|------|------------|
| 1990.04 | 602411.40  | 1245.11 | 6257.01 | 3.81 | 661427.04  |
| 1991.01 | 910056.55  | 947.18  | 6242.26 | 3.63 | 798257.02  |
| 1991.02 | 843235.75  | 971.42  | 6291.76 | 3.57 | 820232.10  |
| 1991.03 | 359972.24  | 932.56  | 6317.73 | 3.54 | 785313.25  |
| 1991.04 | 571749.45  | 1049.44 | 6331.42 | 3.45 | 756815.06  |
| 1992.01 | 725855.49  | 909.90  | 6388.62 | 3.29 | 1048276.30 |
| 1992.02 | 699071.14  | 919.48  | 6443.80 | 3.27 | 1054767.79 |
| 1992.03 | 393663.12  | 917.17  | 6489.47 | 3.23 | 920691.59  |
| 1992.04 | 652053.96  | 1095.70 | 6548.51 | 3.19 | 853567.80  |
| 1993.01 | 918555.00  | 886.90  | 6544.50 | 3.11 | 971086.00  |
| 1993.02 | 759585.12  | 931.57  | 6572.18 | 3.08 | 980945.54  |
| 1993.03 | 429277.26  | 1026.76 | 6611.30 | 3.05 | 855236.18  |
| 1993.04 | 620099.45  | 1165.76 | 6689.15 | 3.03 | 779301.72  |
| 1994.01 | 995268.79  | 1005.47 | 6746.57 | 3.03 | 1092515.34 |
| 1994.02 | 728116.64  | 863.92  | 6827.99 | 3.17 | 1033019.48 |
| 1994.03 | 427165.03  | 1032.83 | 6852.47 | 3.20 | 1167327.04 |
| 1994.04 | 676046.61  | 1145.31 | 6931.73 | 3.37 | 1134412.58 |
| 1995.01 | 1371328.94 | 1135.80 | 6931.50 | 5.12 | 756912.05  |
| 1995.02 | 989749.93  | 1000.79 | 6916.00 | 4.49 | 730455.92  |
| 1995.03 | 568066.12  | 981.55  | 6976.36 | 4.24 | 897326.87  |
| 1995.04 | 715353.73  | 936.66  | 7026.90 | 4.72 | 920508.45  |
| 1996.01 | 1106816.64 | 771.21  | 7051.78 | 4.46 | 1242302.80 |
| 1996.02 | 1113392.66 | 907.05  | 7130.62 | 4.19 | 1303932.93 |
| 1996.03 | 541096.23  | 818.71  | 7177.16 | 4.07 | 1141386.03 |
| 1996.04 | 721878.56  | 856.02  | 7243.48 | 4.05 | 1277045.17 |
| 1997.01 | 1201681.28 | 841.94  | 7297.29 | 3.83 | 998957.87  |
| 1997.02 | 1032859.53 | 813.20  | 7393.32 | 3.74 | 1156167.61 |
| 1997.03 | 591857.45  | 940.22  | 7482.63 | 3.61 | 1110917.18 |
| 1997.04 | 857714.64  | 947.23  | 7538.19 | 3.63 | 1348227.11 |
| 1998.01 | 1331444.30 | 898.05  | 7601.89 | 3.61 | 1346062.77 |
| 1998.02 | 1222530.88 | 814.91  | 7647.57 | 3.61 | 1291114.26 |
| 1998.03 | 719069.62  | 1043.68 | 7748.07 | 3.84 | 1260414.12 |
| 1998.04 | 865480.67  | 954.61  | 7878.65 | 3.88 | 1502418.22 |
| 1999.01 | 1318374.39 | 911.59  | 7953.61 | 3.66 | 1114189.99 |
| 1999.02 | 1307255.52 | 834.03  | 7966.59 | 3.41 | 1066807.06 |
| 1999.03 | 717006.30  | 985.74  | 8047.86 | 3.34 | 1223825.03 |
| 1999.04 | 891941.34  | 958.70  | 8170.73 | 3.31 | 1423965.48 |
| 2000.01 | 1307091.34 | 891.72  | 8176.32 | 3.22 | 1257611.53 |
| 2000.02 | 1242840.17 | 969.07  | 8290.27 | 3.26 | 1193504.83 |
| 2000.03 | 756703.05  | 1146.42 | 8281.36 | 3.16 | 1411601.72 |
| 2000.04 | 932048.86  | 1017.04 | 8329.29 | 3.16 | 1461231.62 |

|         |            |         |         |      |            |
|---------|------------|---------|---------|------|------------|
| 2001.01 | 1356163.67 | 886.73  | 8279.03 | 3.20 | 1505447.84 |
| 2001.02 | 1255791.97 | 961.20  | 8303.32 | 3.03 | 1418776.85 |
| 2001.03 | 771893.15  | 961.91  | 8295.56 | 3.03 | 1523406.43 |
| 2001.04 | 878607.09  | 996.67  | 8373.77 | 2.98 | 1538811.24 |
| 2002.01 | 1314815.51 | 887.73  | 8444.99 | 2.91 | 1373167.97 |
| 2002.02 | 1246358.56 | 886.22  | 8436.32 | 3.02 | 1350839.60 |
| 2002.03 | 792392.08  | 934.70  | 8479.59 | 3.13 | 1393311.45 |
| 2002.04 | 1042209.28 | 1043.27 | 8504.56 | 3.17 | 1639149.55 |
| 2003.01 | 1423231.94 | 908.52  | 8514.37 | 3.37 | 1314031.00 |
| 2003.02 | 1334057.93 | 937.50  | 8576.73 | 3.25 | 1477863.30 |
| 2003.03 | 899795.59  | 1072.97 | 8726.88 | 3.33 | 1526216.94 |
| 2003.04 | 1258639.69 | 1188.07 | 8849.95 | 3.42 | 1817694.03 |
| 2004.01 | 1588924.73 | 991.72  | 8909.59 | 3.33 | 1471117.68 |
| 2004.02 | 1521632.19 | 986.97  | 8921.08 | 3.49 | 1597040.69 |
| 2004.03 | 1012954.03 | 1136.00 | 9019.60 | 3.49 | 1550117.16 |
| 2004.04 | 1399393.46 | 1151.01 | 9111.86 | 3.40 | 1824841.61 |
| 2005.01 | 1645165.13 | 962.74  | 9229.80 | 3.35 | 1506608.89 |
| 2005.02 | 1794760.20 | 1055.88 | 9209.02 | 3.31 | 1735758.86 |
| 2005.03 | 1166888.43 | 1038.32 | 9261.72 | 3.26 | 1774304.31 |
| 2005.04 | 1512323.52 | 1051.21 | 9340.75 | 3.23 | 1886487.11 |
| 2006.01 | 2079308.22 | 998.72  | 9483.37 | 3.17 | 1725964.40 |
| 2006.02 | 1778239.97 | 899.40  | 9441.77 | 3.40 | 1874375.86 |
| 2006.03 | 1284117.69 | 1031.68 | 9463.10 | 3.32 | 1926793.78 |
| 2006.04 | 1541128.11 | 1103.95 | 9656.94 | 3.22 | 2194100.44 |
| 2007.01 | 2087501.60 | 1061.38 | 9684.53 | 3.25 | 2032353.27 |
| 2007.02 | 2029774.82 | 995.43  | 9653.04 | 3.27 | 2114241.19 |
| 2007.03 | 1269908.33 | 1028.53 | 9729.56 | 3.28 | 2251585.06 |
| 2007.04 | 1656436.71 | 998.83  | 9751.67 | 3.21 | 2356696.64 |
| 2008.01 | 2101596.63 | 948.85  | 9667.09 | 3.19 | 2486276.62 |
| 2008.02 | 2071776.70 | 874.54  | 9554.10 | 3.12 | 2574629.49 |
| 2008.03 | 1366345.45 | 937.76  | 9452.81 | 3.08 | 2706471.50 |
| 2008.04 | 1725757.44 | 903.26  | 9530.72 | 3.69 | 2535678.34 |
| 2009.01 | 2154942.30 | 874.64  | 9482.88 | 4.00 | 2075374.88 |
| 2009.02 | 2228291.46 | 878.46  | 9373.23 | 3.72 | 2191572.60 |
| 2009.03 | 1433258.10 | 1037.20 | 9363.21 | 3.70 | 2118298.32 |
| 2009.04 | 1787621.89 | 968.98  | 9452.06 | 3.61 | 2239607.82 |
| 2010.01 | 2439925.35 | 944.10  | 9525.77 | 3.47 | 2279194.43 |
| 2010.02 | 2502394.29 | 969.16  | 9567.56 | 3.43 | 2377487.83 |
| 2010.03 | 1828204.88 | 1009.49 | 9667.74 | 3.49 | 2274696.24 |
| 2010.04 | 2160889.25 | 998.25  | 9721.23 | 3.33 | 2632472.52 |

Fuente: elaboración propia con datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (United States Department of Agriculture). Las importaciones agropecuarias de Estados Unidos provenientes de México se encuentran en miles de dólares estadounidenses a precios constantes de 1993. El precio promedio de importación de productos agropecuarios por tonelada de EUA se encuentra en dólares estadounidenses a precios constantes de 1993. El Producto Nacional Bruto de Estados Unidos se encuentra en billones de dólares estadounidenses a precios constantes de 1993. El tipo de cambio real se encuentra en pesos por dólar americano. Las exportaciones agropecuarias de Estados Unidos a México se encuentran en miles de dólares estadounidenses a precios constantes de 1993.

## Anexo 2. Tipo de cambio promedio e índices de precios

| Periodo | Tipo de cambio<br>(pesos por<br>dólar) | Índice de<br>Precios al<br>Consumidor<br>de México | Índice de<br>Precios al<br>Consumidor<br>de EUA |
|---------|----------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1983.01 | 0.15                                   | 1.45                                               | 68.39                                           |
| 1983.02 | 0.15                                   | 1.69                                               | 69.25                                           |
| 1983.03 | 0.15                                   | 1.91                                               | 70.07                                           |
| 1983.04 | 0.16                                   | 2.15                                               | 70.70                                           |
| 1984.01 | 0.17                                   | 2.51                                               | 71.49                                           |
| 1984.02 | 0.18                                   | 2.83                                               | 72.26                                           |
| 1984.03 | 0.19                                   | 3.12                                               | 73.05                                           |
| 1984.04 | 0.20                                   | 3.44                                               | 73.58                                           |
| 1985.01 | 0.22                                   | 4.00                                               | 74.05                                           |
| 1985.02 | 0.24                                   | 4.39                                               | 74.96                                           |
| 1985.03 | 0.34                                   | 4.86                                               | 75.49                                           |
| 1985.04 | 0.45                                   | 5.53                                               | 76.17                                           |
| 1986.01 | 0.46                                   | 6.67                                               | 76.33                                           |
| 1986.02 | 0.55                                   | 7.78                                               | 76.17                                           |
| 1986.03 | 0.68                                   | 9.30                                               | 76.73                                           |
| 1986.04 | 0.84                                   | 11.24                                              | 77.15                                           |
| 1987.01 | 1.02                                   | 13.97                                              | 78.01                                           |
| 1987.02 | 1.23                                   | 17.44                                              | 79.04                                           |
| 1987.03 | 1.45                                   | 21.78                                              | 79.94                                           |
| 1987.04 | 1.90                                   | 27.91                                              | 80.62                                           |
| 1988.01 | 2.26                                   | 38.76                                              | 81.11                                           |
| 1988.02 | 2.30                                   | 43.21                                              | 82.13                                           |
| 1988.03 | 2.30                                   | 45.17                                              | 83.23                                           |
| 1988.04 | 2.30                                   | 46.55                                              | 84.09                                           |
| 1989.01 | 2.34                                   | 49.18                                              | 85.02                                           |
| 1989.02 | 2.43                                   | 51.17                                              | 86.42                                           |
| 1989.03 | 2.53                                   | 52.84                                              | 87.12                                           |

---



---

|         |       |        |        |
|---------|-------|--------|--------|
| 1989.04 | 2.63  | 55.25  | 87.96  |
| 1990.01 | 2.73  | 60.74  | 89.47  |
| 1990.02 | 2.82  | 64.04  | 90.38  |
| 1990.03 | 2.88  | 67.61  | 91.94  |
| 1990.04 | 2.92  | 71.61  | 93.43  |
| 1991.01 | 2.96  | 76.85  | 94.20  |
| 1991.02 | 3.00  | 79.63  | 94.76  |
| 1991.03 | 3.04  | 81.80  | 95.50  |
| 1991.04 | 3.07  | 85.55  | 96.23  |
| 1992.01 | 3.07  | 90.18  | 96.90  |
| 1992.02 | 3.10  | 92.57  | 97.69  |
| 1992.03 | 3.10  | 94.44  | 98.46  |
| 1992.04 | 3.12  | 96.85  | 99.16  |
| 1993.01 | 3.11  | 100.00 | 100.00 |
| 1993.02 | 3.11  | 101.82 | 100.77 |
| 1993.03 | 3.12  | 103.50 | 101.16 |
| 1993.04 | 3.13  | 105.20 | 101.86 |
| 1994.01 | 3.17  | 107.26 | 102.52 |
| 1994.02 | 3.34  | 108.87 | 103.17 |
| 1994.03 | 3.39  | 110.49 | 104.08 |
| 1994.04 | 3.62  | 112.50 | 104.57 |
| 1995.01 | 5.99  | 123.35 | 105.43 |
| 1995.02 | 6.15  | 145.63 | 106.36 |
| 1995.03 | 6.21  | 156.52 | 106.83 |
| 1995.04 | 7.36  | 167.30 | 107.34 |
| 1996.01 | 7.53  | 182.57 | 108.32 |
| 1996.02 | 7.48  | 195.34 | 109.39 |
| 1996.03 | 7.56  | 204.32 | 109.97 |
| 1996.04 | 7.83  | 214.37 | 110.76 |
| 1997.01 | 7.86  | 229.12 | 111.51 |
| 1997.02 | 7.92  | 236.93 | 111.95 |
| 1997.03 | 7.81  | 243.56 | 112.39 |
| 1997.04 | 8.08  | 251.29 | 112.83 |
| 1998.01 | 8.42  | 264.17 | 113.14 |
| 1998.02 | 8.66  | 272.77 | 113.74 |
| 1998.03 | 9.48  | 281.59 | 114.19 |
| 1998.04 | 10.01 | 295.43 | 114.58 |
| 1999.01 | 9.96  | 313.30 | 115.02 |
| 1999.02 | 9.45  | 321.52 | 116.14 |
| 1999.03 | 9.37  | 327.99 | 116.86 |
| 1999.04 | 9.46  | 335.90 | 117.59 |

---

---

|         |       |        |        |
|---------|-------|--------|--------|
| 2000.01 | 9.40  | 346.35 | 118.75 |
| 2000.02 | 9.57  | 352.20 | 120.01 |
| 2000.03 | 9.35  | 357.58 | 120.96 |
| 2000.04 | 9.50  | 365.84 | 121.62 |
| 2001.01 | 9.70  | 372.18 | 122.78 |
| 2001.02 | 9.19  | 376.42 | 124.06 |
| 2001.03 | 9.23  | 378.98 | 124.23 |
| 2001.04 | 9.25  | 384.94 | 123.88 |
| 2002.01 | 9.11  | 389.84 | 124.32 |
| 2002.02 | 9.47  | 394.39 | 125.67 |
| 2002.03 | 9.89  | 398.88 | 126.21 |
| 2002.04 | 10.17 | 405.51 | 126.60 |
| 2003.01 | 10.82 | 411.04 | 127.88 |
| 2003.02 | 10.46 | 413.08 | 128.35 |
| 2003.03 | 10.71 | 415.11 | 128.98 |
| 2003.04 | 11.19 | 421.62 | 129.00 |
| 2004.01 | 10.98 | 428.81 | 130.17 |
| 2004.02 | 11.39 | 430.79 | 132.03 |
| 2004.03 | 11.45 | 434.99 | 132.49 |
| 2004.04 | 11.33 | 444.13 | 133.29 |
| 2005.01 | 11.18 | 447.68 | 134.13 |
| 2005.02 | 10.98 | 450.22 | 135.92 |
| 2005.03 | 10.71 | 452.27 | 137.57 |
| 2005.04 | 10.71 | 457.89 | 138.27 |
| 2006.01 | 10.59 | 464.23 | 139.02 |
| 2006.02 | 11.17 | 464.29 | 141.37 |
| 2006.03 | 10.95 | 468.29 | 142.16 |
| 2006.04 | 10.89 | 476.87 | 140.95 |
| 2007.01 | 11.02 | 483.26 | 142.39 |
| 2007.02 | 10.88 | 482.74 | 145.12 |
| 2007.03 | 10.96 | 486.96 | 145.52 |
| 2007.04 | 10.85 | 495.04 | 146.55 |
| 2008.01 | 10.81 | 502.08 | 148.22 |
| 2008.02 | 10.43 | 506.48 | 151.47 |
| 2008.03 | 10.31 | 513.65 | 153.23 |
| 2008.04 | 13.01 | 525.65 | 148.90 |
| 2009.01 | 14.38 | 533.08 | 148.16 |
| 2009.02 | 13.33 | 536.67 | 149.73 |
| 2009.03 | 13.26 | 540.03 | 150.75 |
| 2009.04 | 13.07 | 546.54 | 151.05 |
| 2010.01 | 12.78 | 558.42 | 151.66 |

---

---

|         |       |        |        |
|---------|-------|--------|--------|
| 2010.02 | 12.56 | 557.93 | 152.38 |
| 2010.03 | 12.80 | 559.85 | 152.52 |
| 2010.04 | 12.39 | 569.76 | 152.97 |

---

Fuente: elaboración propia con datos del Banco de México y del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos (U.S. Department of Labor). El tipo de cambio promedio está expresado en pesos por dólar americano. El año base para el Índice de Precios al Consumidor para México es 1993. El año base para el Índice de Precios al Consumidor para Estados Unidos es 1993.