



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

---

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS  
AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO EN SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E  
INFORMÁTICA**

**ECONOMÍA**

## **DEMANDA DE IMPORTACIONES DE PAPAYA (*Carica papaya*) MEXICANA EN EL MERCADO ESTADOUNIDENSE (1996-2019)**

**ROHEL RÍOS CRUZ**

**T E S I S**  
**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**  
**PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO**

2021

La presente tesis titulada: **Demanda de importaciones de papaya (Carica papaya.) mexicana en el mercado estadounidense (1996-2019)**, realizada por el alumno: **Rohel Ríos Cruz**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS  
SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA  
ECONOMÍA

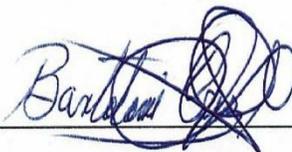
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERA



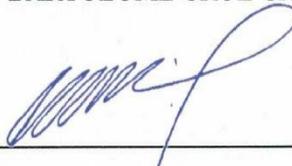
DRA. LAURA ELENA GARZA BUENO

ASESOR



M.Sc. BARTOLOMÉ CRUZ GALINDO

ASESOR



DR. IGNACIO CAAMAL CAUCH

**Montecillo, Texcoco, Estado de México, noviembre de 2021**

# DEMANDA DE IMPORTACIONES DE PAPAYA (Carica papaya) MEXICANA EN EL MERCADO ESTADOUNIDENSE (1996-2019)

Rohel Ríos Cruz, M.C.  
Colegio de Postgraduados, 2021

## RESUMEN

Con la entrada de México a la dinámica global de libre comercio, se inició un proceso en el cual gran parte de su aparato productivo se orientó a satisfacer la demanda de productos del exterior más concretamente del mercado de Estados Unidos de América (EUA) principal socio comercial de México y cuya integración comercial alcanzaría su máximo nivel con la entrada en vigor del TLCAN en 1994. Dentro de los productos agrícolas mexicanos que más éxito han alcanzado en el comercio exterior destaca la papaya *maradol* mexicana en cuya comercialización México se ha convertido en el principal exportador con una participación de 44.2% del total en 2019. Sin embargo las exportaciones de México presentan una alta concentración en cuanto a sus mercados de destino pues su principal socio comercial recibe el 99% de las exportaciones nacionales. El consumo de papaya mexicana en EUA es de tipo tradicional pues en su mayoría los consumidores finales son las familias y residentes de origen hispano o latino. El objetivo de la investigación fue formular una función de demanda de importaciones de papaya mexicana de EUA para el periodo de 1996- 2019. El modelo planteado contempló a las familias hispanas con hijos y el tipo de cambio real como variables explicativas. La estimación se realizó mediante el Método de Mínimos Cuadrados ordinarios (MCO), los resultados indican que las familias hispanas con hijos es la variable más importante con una elasticidad de 2.24%, en el caso del tipo de cambio la elasticidad obtenida fue de 0.81%, ambas variables explican el 94.68% de las variaciones en la cantidad demandada de papaya, *ceteris paribus*. Los signos de los estimadores obtenidos concuerdan con lo planteado por la teoría económica, además que el modelo arroja evidencia de la existencia de un mercado étnico o nostálgico de la papaya mexicana en EUA.

**Palabras clave:** Demanda de importaciones, papaya, tipo de cambio real, mínimos cuadrados ordinarios, hispano, modelo.

# IMPORT DEMAND FOR MEXICAN PAPAYA (*Carica papaya*) IN THE U.S. MARKET (1996-2019)

Rohel Ríos Cruz, M.C.  
Colegio de Postgraduados, 2021

## ABSTRACT

With Mexico's entry into the global dynamics of free trade, a process began in which a large part of its productive apparatus was oriented to satisfy the demand for products from abroad, more specifically from the United States of America (USA), Mexico's main trading partner, whose trade integration would reach its maximum level with the entry into force of NAFTA in 1994. Among the Mexican agricultural products that have achieved the most success in foreign trade, Mexican *maradol* papaya stands out in whose commercialization Mexico has become the main exporter with a share of 44.2% of the total in 2019. However, Mexico's exports are highly concentrated in terms of destination markets, as its main trading partner receives 99% of national exports. Mexican papaya consumption in the U.S. is of a traditional type, since most of the final consumers are families and residents of Hispanic or Latino origin. The objective of the research was to formulate a demand function for Mexican papaya imports from the USA for the period 1996-2019. The model considered Hispanic families with children and the real exchange rate as explanatory variables. The estimation was carried out using the Ordinary Least Squares Method (OLS), the results indicate that Hispanic families with children is the most important variable with an elasticity of 2.24%, in the case of the exchange rate the elasticity obtained was 0.81%, both variables explain 94.68% of the variations in the quantity demanded of papaya, *ceteris paribus*. The signs of the estimators obtained are in agreement with economic theory, and the model also shows evidence of the existence of an ethnic or nostalgic market for Mexican papaya in the United States.

**Key words:** Import demand, papaya, real exchange rate, ordinary least squares, Hispanic, model.

## **AGRADECIMIENTOS**

A los contribuyentes mexicanos quienes a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo PSEI-Economía, me brindaron las oportunidades y herramientas necesarias para alcanzar un sueño que tuve desde hace mucho tiempo.

A los académicos integrantes de mi consejo particular, por el apoyo y el tiempo dedicado a resolver mis dudas que fueron surgiendo a lo largo del desarrollo de la presente investigación.

## CONTENIDO

<b>RESUMEN .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE CUADROS.....</b>	<b>x</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema .....	2
1.2. Justificación .....	5
1.3. Objetivos .....	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos .....	6
1.4. Hipótesis .....	6
1.4.1. Hipótesis general .....	6
1.4.2. Hipótesis particulares.....	6
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
2.1. Elementos Teórico-Conceptuales .....	7
2.1.1. Teoría de la demanda.....	7
2.1.2. Elasticidad .....	8
2.1.3. Teoría del comercio internacional.....	8
2.1.4. Demanda de importaciones .....	12
2.2. Revisión de literatura .....	13
<b>CAPÍTULO 3. EL CONTEXTO MUNDIAL DE LA PAPAYA .....</b>	<b>18</b>
3.1. Descripción de las variables de producción de la papaya.....	18
3.1.1. Superficie.....	18
3.1.2. Rendimiento.....	18
3.1.3. Producción.....	19
3.2. Distribución mundial de las variables de producción de la papaya .....	20
3.2.1. Superficie cosechada.....	20
3.2.2. Rendimiento.....	20
3.2.3. Producción.....	21

3.3. Descripción de las variables de comercio de la papaya.....	22
3.3.1. Exportaciones .....	22
3.3.2. Importaciones .....	23
3.4. Distribución de las variables de comercio de la papaya.....	23
3.4.1. Exportaciones .....	23
3.4.2. Importaciones .....	24
<b>CAPÍTULO 4. PRODUCCIÓN Y COMERCIO INTERNACIONAL DE LA PAPAYA</b>	
<b>MEXICANA .....</b>	<b>26</b>
4.1. Producción .....	26
4.2. Distribución de la producción .....	27
4.3. Exportaciones .....	27
<b>CAPÍTULO 5. EL MERCADO DE PAPAYA EN ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA</b>	
<b>.....</b>	<b>30</b>
5.1. Producción .....	30
5.2. Oferta de papaya .....	30
5.3. Importaciones .....	31
5.4. Consumo per cápita de papaya .....	33
5.5. Población hispana en Estados Unidos y demanda de papaya .....	34
<b>CAPÍTULO 6. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>36</b>
6.1. Variables y Fuentes de información .....	36
6.1.1. Variable Dependiente .....	36
6.1.2. Variables Explicativas .....	36
6.2. Especificación del modelo econométrico .....	37
6.3. Estimación del modelo e inferencia.....	38
6.3.1. El modelo de regresión lineal múltiple .....	38
6.3.2. El método de mínimos cuadrados ordinarios .....	38
6.3.3. Prueba de Hipótesis.....	39
6.3.4. Bondad de ajuste.....	40
6.3.5. Problemas comunes e importantes en la regresión múltiple.....	41
<b>CAPÍTULO 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>46</b>
7.1. Evolución de las variables del modelo de papaya .....	46

7.2. Análisis estadístico y económico del modelo .....	46
7.3. Coeficiente de determinación $R^2$ y pruebas de significancia global y parcial .....	47
7.4. Validación de los supuestos de Mínimos Cuadrados Ordinarios .....	48
7.4.1. Relación lineal entre los predictores y la variable respuesta .....	48
7.4.2. Distribución normal de los residuos .....	49
7.4.3. Homocedasticidad .....	50
7.4.4. Autocorrelación .....	51
7.4.5. Multicolinealidad .....	52
<b>CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>CAPÍTULO 9. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>58</b>
ANEXO A.....	58
ANEXO B.....	59

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Superficie cosechada de papaya a nivel mundial (Ha), 1990-2019. ....	18
Figura 2. Rendimiento a nivel mundial de la papaya (Ton. /Ha.).....	19
Figura 3. Producción mundial de Papaya (Ton), 1990-2019.....	19
Figura 4. Distribución de la superficie cosechada mundial de papaya.....	20
Figura 5. Rendimiento de papaya por país (Ton/Ha), 2019. ....	21
Figura 6. Distribución de la producción mundial de papaya, 2019.....	22
Figura 7. Exportaciones mundiales de papaya (Ton.), 1990-2019.....	22
Figura 8. Importaciones mundiales de papaya, 1990-2019.....	23
Figura 9. Participación en las exportaciones mundiales de papaya, 2019.....	24
Figura 10. Participación en las importaciones mundiales de papaya, 2019.....	25
Figura 11. Producción nacional total de papaya (1990-2020) y de papaya <i>maradol</i> (1999-2020). Ton.....	26
Figura 12. Distribución de la producción de papaya en México. ....	27
Figura 13. Evolución de las exportaciones Mexicanas de papaya, totales y a Estados Unidos, 1990-2020. ....	28
Figura 14. Distribución del destino de las exportaciones mexicanas de papaya, 2020. ....	29
Figura 15. Producción de Papaya en EUA. 1990-2020.....	30
Figura 16. Evolución en la composición de la oferta de papaya en EUA, 1990-2020. .....	31
Figura 17. Proveedores del mercado Estadounidense de papaya, 1990-2020.....	32
Figura 18. Origen de las importaciones de papaya de EUA, 2020.....	33
Figura 19. Consumo Per Cápita de Papaya en EUA, 1990-2019. ....	34
Figura 20. EUA, Población total e hispana, familias hispanas total y con hijos, 1990- 2019. ....	35
Figura 21. Diagrama de dispersión residuos del modelo vs variable LFHH. ....	48
Figura 22. Diagrama de dispersión residuos del modelo vs variable LFHH. ....	49
Figura 23. <i>Gráfico cuantil-cuantil (Q-Q) de los errores del modelo.</i> ....	50
Figura 24. Diagrama de dispersión entre errores y valores predichos del modelo.....	51

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Criterios de decisión del estadístico <i>DW</i> . .....	43
Cuadro 2. Resultados del modelo estimado de demanda de papaya. ....	46

### **Anexos**

Cuadro 3. Datos utilizados en la estimación del modelo. ....	58
--	----

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La papaya, fruto del papayo, es una planta herbácea tropical de tallo carnoso y frágil que llega a medir hasta 9 metros de altura. La papaya es una fruta ovoide y oblonga, de 10 a 25 cm o más de diámetro, periforme o casi cilíndrica, grande, carnosa y jugosa (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA<sup>1</sup>], 2017). Es una especie originaria de Mesoamérica que en la actualidad se cultiva en todas las regiones tropicales de América, desde México a Argentina y Brasil. En México se distribuye por el Golfo desde Tamaulipas hasta la Península de Yucatán, por el Pacífico se le encuentra desde Baja California hasta Chiapas (Jiménez, 2002).

A nivel mundial la papaya se ha convertido en uno de los frutos de mayor importancia, ya que de acuerdo con la *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2020), en 2019 fue el quinto fruto tropical con mayor comercialización, la producción mundial ascendió en ese año a más de 13.7 millones de toneladas; India cultivó 44% de ese volumen, México se posicionó como el cuarto productor mundial aportando el 7.8% del volumen total. En 2019 la producción experimentó una tasa de crecimiento de 3.75% con respecto a 2018, superando la tasa promedio anual de la última década (FAOSTAT<sup>2</sup>, 2021). El incremento de la demanda interna de los principales países productores, que a su vez incrementó las inversiones en capacidad de producción y la superficie cultivada, determinaron el crecimiento en la producción mundial de papaya (FAO, 2020).

En 2010 había a nivel nacional más de 7,000 productores de papaya, distribuidos en 17 estados de la república, la producción generó una derrama económica de 580 millones de dólares y 68,000 empleos directos (SAGARPA, 2010). La producción nacional se ha orientado en su mayoría al cultivo de la variedad *maradol*, que se produce todo el año en diferentes zonas tropicales y subtropicales del país, sobresalen la región sur y sureste

---

<sup>1</sup> Actualmente SADER.

<sup>2</sup> Base de datos de la División de Estadística de la FAO.

como las más importantes a nivel nacional. De acuerdo a datos del servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en 2019 dos de los estados más pobres del país, Oaxaca y Chiapas se han posicionado como el primer y tercer productor nacional, con 30 y 14% de la producción nacional respectivamente. Lo que da una idea a grosso modo sobre la importancia que ejerce el cultivo y comercio de esta fruta en el empleo y economía locales, en el Panorama Agroalimentario 2020 se menciona que en 2019 Oaxaca recibió una derrama económica de dos mil dieciocho millones de pesos por concepto de la comercialización de la fruta.

El consumo anual per cápita de papaya en México, ascendió en 2019 a 7.3 kg (Panorama Agroalimentario, 2020), México no sólo sobresale por su nivel de producción que es suficiente para satisfacer la demanda interna, sino que destaca por ser el principal exportador a nivel mundial de la fruta. Dada la gran importancia que tiene México en el mercado mundial de este producto es necesario profundizar en el análisis de las condiciones que explican el aparente éxito de nuestro país en el principal mercado internacional de la papaya.

### **1.1. Planteamiento del problema**

La integración de la economía mexicana a la dinámica global alcanzó su máximo nivel con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte [TLCAN<sup>3</sup>], esto implicó cambios significativos en la estructura productiva del sector agroalimentario, por un lado se potenció el desarrollo de ciertos cultivos convirtiendo al país en uno de los principales proveedores mundiales, mientras que se desplazaba a otros haciéndolo dependiente del extranjero (Escalante y González, 2018). En el primer caso el sector hortofrutícola ha sido uno de los más beneficiados, pues en muchos de estos cultivos el país se ha convertido rápidamente en potencia productora y exportadora, dicha orientación al mercado exterior ha descansado en las ventajas comparativas que presenta el país,

---

<sup>3</sup> Reemplazado en 2018 por el Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC).

como son: la oferta de tierras productivas, diversidad climática, el bajo costo de la mano de obra y la cercanía a los Estados Unidos (Macías, 2000).

La papaya es un ejemplo de producto mexicano que se ha beneficiado de la apertura comercial del mercado estadounidense, dada la gran importancia que ese país tiene como el principal demandante mundial de papaya, de acuerdo con datos de la FAO, en 2019 fue el destino del 52.6% de las importaciones totales. En 2020 el mercado estadounidense recibió el 99% de las exportaciones mexicanas (Servicio de Información Agroalimentaria Vía Internet [SIAVI], 2021). Gracias a las ventajas comparativas que presenta el país en la producción de esta fruta ha logrado convertirse en uno de los principales productores mundiales y en el principal exportador participando en 2019 con el 44.2% de las exportaciones mundiales (FAOSTAT, 2021).

Una característica sobresaliente de los mercados de productos agrícolas es el dinamismo que presentan, en el caso de la papaya, la demanda se ha caracterizado por incrementos significativos, las importaciones mundiales crecieron 39.26% en la década 2007-2017 (SAGARPA, 2017). Por el lado de la oferta se puede constatar con datos de FAOSTAT, que la producción ha respondido a los incrementos en la demanda al incrementarse los volúmenes de los principales países productores, así mismo algunos países ascienden en su importancia como productores y exportadores, desplazando a otros, también aparecen nuevos productores en la escena mundial.

Actualmente México goza de una posición dominante en el mercado internacional de la papaya, sin embargo a pesar que en 2019 las exportaciones del país tuvieron como destino 12 países (Panorama Agroalimentario, 2020), no ha logrado posicionarse en esos mercados, por lo que su desempeño exportador depende en su mayoría en su relación con Estados Unidos de América (EUA), se destaca la alta concentración de las exportaciones a ese mercado y las implicaciones que esto tiene, pues ante levantamientos de barreras fitosanitarias a la importación de papaya mexicana se pierde el principal mercado para la fruta nacional. Destaca también la creciente participación de los países competidores de México en ese mercado y la disminución de la competitividad

de México e incremento de la competitividad de algunos competidores (Valencia et al., 2017).

De acuerdo con el Sistema Producto Papaya A. C. (Propapaya, 2009), el consumo de la variedad *maradol* en Estados Unidos se relaciona estrechamente con la tradición que tiene su consumo para la población hispana<sup>4</sup>, siendo esta minoría de la población los consumidores finales de la producción nacional, no sucede lo mismo con otras etnias como los asiáticos que también son consumidores de papaya pero tienen preferencia por otras variedades de origen diferente, por otro lado la población blanca presenta menor preferencia por el consumo de papaya o en su caso preferencia por la variedad *solo* y sus variaciones.

En virtud de lo anterior este trabajo pretende analizar las importaciones de papaya mexicana del principal país de destino de las exportaciones mundiales y mexicanas de papaya, los Estados Unidos de América. Dado lo expuesto en el párrafo anterior, parece claro que la población latina en Estados Unidos es uno de los principales determinantes de la demanda de importaciones de papaya mexicana junto con las variables tradicionales que se utilizan para estimar este tipo de funciones, en este trabajo se busca en primer lugar identificar a los principales determinantes de las importaciones de papaya mexicana, así como estimar la sensibilidad de la demanda a variaciones en dichos determinantes. A 26 años de iniciado el tratado comercial se cuenta con información estadística de comercio para analizar el comportamiento de los productos orientados al mercado estadounidense y conocer que factores explican la dinámica en dicho mercado.

---

<sup>4</sup> De acuerdo con *The Packer*, sitio especializado en mercados agrícolas, también la presencia de hijos es importante en la demanda de papaya, ya que las familias con hijos tienen casi el doble de probabilidades de comprar papaya que las que no tienen.

En resumen, en la presente propuesta de investigación se pretende analizar la función de demanda de importaciones de papaya mexicana de los Estados Unidos de América en el periodo de 1996 a 2019.

## **1.2. Justificación**

Siendo la demanda estadounidense tan importante para las exportaciones mexicanas de papaya, hasta ahora las investigaciones realizadas se han centrado en el estudio de la competitividad de México en ese mercado en relación a otros países competidores (Feitó y Portal, 2013; Valencia et al., 2017). Así como en investigaciones que buscan identificar las oportunidades de mercado, problemas de comercialización y caracterización del consumidor de papaya mexicana en Estados Unidos (Propaya, 2009). Sin embargo, hasta el momento no se han estimado modelos econométricos que arrojen resultados cuantitativos sobre los principales determinantes de la demanda de importaciones de papaya mexicana en el mercado estadounidense.

El conocimiento de los factores que influyen en la demanda de papaya mexicana será de utilidad no solo para estimar el efecto cuantitativo de dichas variables, sino que permitirá inferir los principales riesgos potenciales a los que se enfrenta el sector y conocerlos permite hacer predicciones ante escenarios adversos que pudieran surgir en el futuro, lo mismo que para evaluar con anticipación el posible efecto de políticas destinadas a impulsar al sector exportador de papaya, así como desarrollar estrategias ante movimientos adversos de alguno de los factores explicativos de la función de importaciones.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

- Formular una función de demanda de importaciones de papaya mexicana de los Estados Unidos de América para el periodo de 1996 - 2019.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Analizar el comportamiento histórico de la producción y comercialización de la papaya mexicana.
- Estimar la influencia de los factores considerados en la determinación de la demanda de importaciones de papaya mexicana por los Estados Unidos.
- Analizar el comportamiento de las importaciones de papaya, el crecimiento de las familias hispanas con hijos; de los Estados Unidos, así como el comportamiento del tipo de cambio real.

### **1.4. Hipótesis**

#### **1.4.1. Hipótesis general**

Los principales factores que determinan la demanda de importaciones de papaya mexicana por los Estados Unidos de América son el tipo de cambio y la cantidad de familias hispanas con hijos en ese país.

#### **1.4.2. Hipótesis particulares**

- La apertura del mercado de Estados Unidos con la firma del TLCAN fue trascendental en el desarrollo de la producción y comercio de la papaya mexicana.
- Existe una relación positiva de la demanda de importaciones con el tipo de cambio real y con la cantidad de familias de origen hispano con hijos de EUA.
- El incremento de las importaciones de papaya mexicana de Estados Unidos ha crecido en mayor cuantía que las variables que la explican.

## **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Elementos Teórico-Conceptuales**

#### **2.1.1. Teoría de la demanda**

“El término demanda se refiere a la relación completa entre el precio de un bien y la cantidad demandada del mismo” (Parkin y Loria, 2010, p.59).

La teoría de la demanda ha cambiado con el paso de los años, para los economistas clásicos la demanda hacía referencia a cantidades necesarias para satisfacer necesidades particulares. Es decir, la demanda no era un concepto general y además los distintos tipos de demanda estaban difícilmente relacionados con los precios de mercado debido a que casi siempre se consideraban rígidas o inelásticas (Gómez, 1998).

Sería Marshall el economista que rompería con la visión clásica de la demanda al considerar al precio de mercado como el problema de estudio, lo que llevaría a la demanda a un sitio similar al de la oferta en la determinación de dicho precio, la demanda se convierte en un concepto general para el estudio de los mercados junto a la incorporación del concepto de bien económico (Gómez, 1998).

Al cambiar la naturaleza de la demanda, se presenta ahora como una relación con los precios del mercado del bien en cuestión pudiéndose a partir de lo anterior derivar una ley de la demanda, que se sintetiza a continuación.

Manteniendo todo lo demás constante, existe una relación inversa entre el precio de un bien y su cantidad demandada. La ley de la demanda nos muestra la evolución de las cantidades demandadas correspondientes a los distintos precios posibles.

Los principales factores que originan cambios en la demanda son.

1. Precios de bienes relacionados (Sustitutos y complementarios)
2. Precios esperados en el futuro
3. Ingreso
4. Ingreso esperado en el futuro y crédito
5. Población

## 6. Preferencias

(Parkin y Loria, 2010)

### **2.1.2. Elasticidad**

El concepto de elasticidad fue definido en un inicio por Marshall en su obra Principios de Economía (1890), aunque si bien es cierto la idea ya se tenía presente desde hacía mucho tiempo atrás. En su forma más sencilla se entiende por elasticidad al cambio proporcional de una variable respecto al cambio de otra variable relacionada (Bañuelos et al., 1993).

Dentro de las primeras y más populares elasticidades se encuentran las de la demanda como son la elasticidad precio, ingreso y cruzada, sin embargo el concepto se ha extendido y aplicado a otros campos de la teoría económica, dentro de estas nuevas aplicaciones de la elasticidad se pueden mencionar: la elasticidad de sustitución, elasticidad arco, elasticidad de las expectativas, de la productividad, de los costos, etc. También destacan las elasticidades relacionadas con el comercio internacional como son elasticidades de exportaciones e importaciones y elasticidad del tipo de cambio.

“En realidad el concepto puro de elasticidad es un útil instrumento para relacionar cualquier tipo de variables entre sí y medir fenómenos económicos” (Bañuelos et al., 1993, p.26). En otras palabras, se puede utilizar para el cálculo de relaciones entre variables que nos interesen siempre y cuando exista una relación funcional entre ellas.

Bajo el planteamiento anterior, se entiende que partiendo de una función de demanda de importaciones es posible estimar el valor de las elasticidades de cada una de los determinantes de la misma. Incluso al considerar variables diferentes a las tradicionales (precio e ingreso) en este tipo de funciones, y cuya importancia radica en las particularidades del fenómeno específico de estudio.

### **2.1.3. Teoría del comercio internacional**

A lo largo de la historia el ser humano ha realizado intercambios de los bienes producto de su trabajo, por otros bienes que por diversas circunstancias no puede o se le dificulta producir él mismo. En un inicio con la división del trabajo en pequeñas aldeas, el

intercambio se realiza con los miembros del mismo grupo, conforme los grupos humanos aumentaban, así como la población que los integraba, se comenzó a intercambiar bienes con otras aldeas o ciudades. Fue hasta el surgimiento de los estados modernos que el fenómeno comenzó a ser estudiado con más profundidad que si bien es cierto el comercio internacional existía desde mucho tiempo atrás.

Dentro de las primeras visiones que predominaron con respecto al comercio internacional sobresale la de los mercantilistas, nombre que se le ha dado a un grupo de personas que compartían opiniones en común sobre este tema. En forma simplificada, consideraban que los países deberían concentrarse en mantener balanzas comerciales positivas con respecto a sus socios comerciales de esta manera garantizando la entrada de metales preciosos como el oro y la plata que ellos consideraban como determinantes de la riqueza, del mismo modo deberían evitar la salida de divisas al realizar importaciones de bienes extranjeros, mediante el uso de barreras arancelarias o legales.

Fue hasta la segunda mitad del siglo XVIII con la publicación de la obra de Smith "*La riqueza de las naciones*" que se contó con una teoría del comercio internacional, la llamada teoría de la ventaja absoluta sostiene que los países deberían especializarse en la producción de aquellos bienes en los que contaran con una ventaja absoluta, es decir orientarse a aquellos bienes que pudieran producir de manera más eficiente que los otros países es decir con menores costos (trabajo), de los cuales podrían importar bienes en los que no fuesen eficientes. Los países se beneficiarían entonces del comercio al incrementar su disponibilidad total de productos. La teoría se oponía a las medidas de política económica que dificultaran el libre intercambio de mercancías entre las naciones.

La teoría de Adam Smith dejaba de lado un fenómeno bastante común sobre todo en países no desarrollados que es la ausencia de ventajas absolutas. Fue la teoría de la ventaja comparativa de David Ricardo la cual mostraba que aun sin una ventaja absoluta en la producción de algún bien, los países se podrían beneficiar del comercio internacional por medio de lo que el llamo la ventaja comparativa, mostraba que un país debería especializarse en la producción del bien que le presentara menores costos relativos (medido en unidades de trabajo) respecto a otro es decir en la producción de

aquellos bienes que le supusieran un menor costo de oportunidad. Ricardo demostró que el comercio o los intercambios voluntarios entre dos partes pueden beneficiar a las dos, ya que la producción total es mayor como consecuencia del aumento que experimenta la eficiencia gracias a la especialización en el producto en el que una de ellas tiene una ventaja comparativa (Landreth y Colander, 2002).

La teoría de la ventaja absoluta de Smith y la de la ventaja comparativa de David Ricardo se fundamentan en la teoría del valor trabajo. A pesar que ambas teorías, llegan a conclusiones parecidas sobre los beneficios del comercio internacional y los aspectos negativos de las barreras arancelarias, presentan diferencias en sus formulaciones y planteamientos. Para Landreth y Colander (2002), las diferencias entre Smith y Ricardo en la manera de entender los fundamentos del comercio se deben a sus diferentes enfoques metodológicos, Smith utilizó el análisis contextual para desarrollar sus propuestas para la política económica, mientras que Ricardo tenía una metodología más abstracta que Smith y un enfoque menos contextual de la política económica. Otra importante diferencia es que para Smith la división del trabajo y la especialización, aumentan la productividad con el tiempo, es decir a través de la especialización los países pueden llegar a desarrollar ventajas comparativas con el tiempo, mientras que para Ricardo las productividades estaban dadas y eran fijas.

La teoría del comercio internacional de Smith y Ricardo fue retomada por John Stuart Mill quien introdujo la explicación sobre la determinación de los precios en el comercio internacional, dadas las respectivas ventajas comparativas de los países. Para Landreth y Colander (2002), Mill Llegó a la conclusión de que la relación de intercambio dependía de las demandas de los productos importados por los dos países, es decir habría un país que deseara en mayor medida el producto del exterior en relación con el bien que él produce y esta fuerza relativa de las demandas de importaciones depende de las inclinaciones y las circunstancias de los consumidores de ambas partes, se daría así una relación de intercambio o precio internacional. Además introdujo el coste de transporte en el análisis del comercio, analizó la influencia de los aranceles en la relación de intercambio y explicó la forma en que las variaciones tanto de los precios como de la renta dan lugar al equilibrio del comercio entre los países (Landreth y Colander, 2002)

Tuvieron que pasar casi cien años desde Mill para que Heckscher-Ohlin, introdujeran grandes cambios en la teoría clásica del comercio internacional, con su modelo conocido como modelo de proporciones factoriales, su análisis se aleja de la teoría del valor trabajo al incorporar más de un factor de producción. El modelo se centra en las proporciones en que los factores productivos están disponibles en diferentes países y la participación que tienen en la producción de los distintos tipos de bienes en los cuales pueden utilizarse. La abundancia o escasez de los recursos se consideran en términos relativos y es lo que determina la ventaja comparativa de un país (Ramales, 2013). En la medida en que cada país exporta el bien que utiliza intensivamente el factor más abundante, ese bien ve aumentar su precio internacional respecto del precio que tendría en ausencia de comercio (ya que con la apertura del comercio surge una nueva demanda procedente del exterior), con lo cual se beneficia la retribución del factor más intensivo para su producción. Lo anterior implica que el comercio internacional tiende a favorecer a los factores domésticos abundantes, a expensas de los demás (Palmieri, 2019).

En la década de los ochentas, Michael Porter publica su obra *Competitive Strategy*, su obra continua en la línea de las ventajas como factor determinante del posicionamiento en el comercio internacional, mediante el planteamiento de la llamada ventaja competitiva. De acuerdo con Díaz (2009), la ventaja competitiva surge porque las condiciones de competencia han cambiado y los supuestos de la ventaja comparativa se hacen difíciles de mantener en una época en donde los sectores son cada vez más globales, donde el desarrollo tecnológico ha producido cambios en sectores completos, el costo dejó de ser prácticamente la única forma de competencia y se abre la perspectiva de la competitividad estructural. La ventaja competitiva según Porter, resulta principalmente del valor que una empresa es capaz de crear para sus compradores siendo de dos tipos costos bajos o diferenciación en el mercado.

Independientemente de los aportes señalados y de otros autores que han hecho importantes adiciones a la teoría del comercio internacional es un hecho que en el caso que nos ocupa, el comercio internacional juega un papel crucial en el desarrollo de México como un importante país productor y exportador de papaya, por un lado las ventajas comparativas que el país tiene (Macías, 2000), así como la presencia de un

acuerdo comercial que elimina las barreras arancelarias, juegan un importante papel en la competitividad que presenta México en el principal mercado de destino de sus exportaciones.

#### **2.1.4. Demanda de importaciones**

La gran mayoría de los estudios realizados sobre funciones de demanda de importaciones se basan el modelo de sustitutos imperfectos desarrollado por Goldstein y Khan (1985), la idea principal parte de que ni las importaciones ni las exportaciones son sustitutos perfectos de los bienes producidos en el interior de algún país. La idea se sustenta en las siguientes razones; en primer lugar ningún país se dedica solo a exportar o importar sino que mantiene flujos de comercio en ambas direcciones y segundo la existencia en diferencia de precios de un mismo producto de acuerdo al lugar de procedencia o consumo de los mismos o de que se destine al mercado interior o se exporte; por lo tanto la ley del precio único no se cumple al menos en el corto plazo (Rohr et al., 2015).

La teoría de la demanda es la base para la estimación de ecuaciones de comercio exterior, en donde el agente importador maximiza su función de utilidad sujeto a una restricción presupuestaria, bajo el supuesto crucial de que la elasticidad de la oferta es infinita (por ello no se incorporan ecuaciones de oferta de importaciones y exportaciones). Partiendo de allí, la demanda de importaciones depende del ingreso de los consumidores nacionales (su capacidad de gasto) y de los precios de las importaciones (competitividad) en relación con los de los bienes sustitutivos de producción nacional (García et al., 2009).

“Un problema general que enfrentan los investigadores ha sido la elección de la forma de la función de demanda, para estimar los modelos de demanda agregada de importaciones. La teoría del comercio internacional no da muchas pistas acerca de la forma apropiada de especificación, ni de la estimación de las ecuaciones de demanda de importaciones” (Romero, 2010, p.10). Tradicionalmente, las ecuaciones de regresión de las importaciones o exportaciones de los países son especificaciones lineal-

logarítmicas, a partir de las cuales los autores recuperan directamente las correspondientes elasticidades ingreso y precio de largo plazo (Cermeño y Rivera, 2016).

## **2.2. Revisión de literatura**

La revisión de literatura abarcó, fundamentalmente, dos tipos de investigaciones, en primera instancia se mencionan aquellos trabajos que han estimado funciones de demanda de importaciones y exportaciones ya sea para productos agrícolas o sectores de la economía. El segundo tipo se refiere a investigaciones que se han hecho sobre aspectos comerciales de la papaya mexicana como tal.

Aravena (2005) determinó la demanda de importaciones y oferta de exportaciones para Argentina y Chile (país *i*) con respecto al resto del mundo (país *j*), para el periodo 1994-2006. La función de exportaciones se definió en función del ingreso de *j* y el cociente de los precios de los bienes producidos en *j* y de los precios de exportación de *i*. Por otro lado, la función de importaciones se expresó en función del ingreso de *i* y del cociente de los precios de los bienes producidos en *i* y de los precios de exportación de *j*. Utilizó el análisis de cointegración para estudiar la relación de las variables en el largo plazo, mientras que para el corto plazo usó el modelo de correcciones de errores. La principal conclusión a la que llegó es que Chile presentó un menor coeficiente en cada una de sus elasticidades, contrario a lo esperado dado el mayor grado de apertura que presenta, respecto a Argentina, implicando que Argentina a pesar de ser menos abierta al resto del mundo que Chile, es más vulnerable a shocks externos.

Arroyo et al. (2015) estudiaron la demanda de importaciones de durazno para México provenientes de Estados Unidos. La función de importaciones fue expresada en función del precio unitario de importación, el tipo de cambio y el ingreso de México, el modelo se expresó en forma logarítmica, por lo que las elasticidades se obtuvieron directamente. Los resultados obtenidos indican que ante una variación porcentual del 1% en el precio de importación la demanda de importación de durazno se reduciría un 1.83%. El estimador del parámetro del Tipo de Cambio Real fue de -1.95 indicando que un incremento del TCR encarecería los precios de productos provenientes del exterior y la

demanda de importaciones de estos productos se reduciría. El estimador del PIB resulto inelástico, indicando que ante un incremento del PIB la demanda no cambia

Gutiérrez y Rosales (2017) estimaron las elasticidades de la demanda de importaciones agroalimentarias de Venezuela para el corto y el largo plazo en el periodo 1990-2013 a través de un modelo de ajuste parcial por el método de mínimos cuadrados ordinarios, las variables explicativas que utilizaron fueron el PIB per cápita como una variable *proxy* del ingreso y el tipo de cambio real efectivo como una aproximación de los precios relativos, los resultados a los que llegaron son, que las importaciones son inelásticas tanto en el corto como el largo plazo ante variaciones del tipo de cambio real, mientras que son elásticas ante variaciones del PIB per cápita siendo está la variable que contribuye a explicar en mayor proporción las variaciones en las importaciones agroalimentarias de Venezuela tanto en el corto como en el largo plazo.

Mohamed et al. (2008) estimaron que las funciones de oferta de exportaciones de aguacate mexicano y las funciones de demanda de importaciones para Reino Unido, Holanda, Francia, Alemania y España. Mediante el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Obtuvieron las elasticidades de los flujos del comercio, para la función de oferta las variables explicativas fueron el tipo de cambio, los precios en el país de destino, precios locales o precios FOB, y el precio real al productor. Las importaciones fueron explicadas por el PIB, el tipo de cambio y el precio de importación. El estudio revela que la política monetaria que sigue el gobierno con respecto al tipo de cambio tiene un efecto en las exportaciones de aguacate mexicano hacia Reino Unido, Holanda, Francia, y Alemania. Asimismo, las estrategias de penetración de mercado deben ser diferenciadas para cada país de destino.

Sánchez (2011) estimó un modelo de demanda de importaciones estadounidenses de limón persa y mexicano provenientes de México, utilizando como variables explicativas para el caso del primer producto el precio unitario de importación, el tipo de cambio real y el PIB de Estados Unidos. Para el caso del segundo producto se utilizaron las dos primeras variables y la tercera fue reemplazada por la población hispana en Estados Unidos. Los resultados que obtuvo fueron que la elasticidad precio de la demanda para

ambas variedades fue inelástica, mientras que la elasticidad ingreso fue elástica para el limón persa.

Sánchez et al. (2019) analizaron el comportamiento de las variables que determinan las exportaciones hortofrutícolas de México hacia los Estados Unidos, mediante el uso de un modelo econométrico estimado por el método de máxima verosimilitud, cuyas variables explicativas fueron; precio promedio de exportación, ingreso de Estados Unidos y el tipo de cambio real. Concluyeron que existe una relación positiva entre el precio promedio de exportación por tonelada de producto hortofrutícola y las exportaciones de México, una relación positiva entre el PIB de EUA y las exportaciones de México a EUA, una relación negativa entre el tipo de cambio real y las exportaciones hortofrutícolas de México; los resultados que obtuvieron concuerdan con los planteado en la teoría económica.

Zenteno et al. (2013) estimaron la demanda de importaciones de maíz para México en el período de 1996-2010. Las variables explicativas utilizadas fueron el índice mensual de volumen físico de la producción de la industria alimentaria de México como variable *proxy* del ingreso nacional, el índice de precios al productor de maíz de Estados Unidos y del índice nacional de precios al consumidor de la industria alimentaria de México. La estimación se realizó por medio de un Modelo de Rezagos Distribuidos Autorregresivos (ADL). Los resultados obtenidos son que la demanda de importaciones es elástica en precios, concluyen que para el periodo de estudio México no mostró habilidad para sustituir importaciones de maíz provenientes de Estados Unidos.

Estudios sobre el comercio exterior de papaya mexicana:

Feitó y Portal (2013) realizaron un estudio cuantitativo de la competitividad de las exportaciones mexicanas de papaya durante el período de 1995-2011. Utilizaron el índice de Vollrath para medir el nivel y la evolución de la ventaja comparativa revelada del país, frente a Belice, Brasil, Guatemala, también usaron el método de Análisis de Participación Constante de Mercado. Sus resultados obtenidos demuestran que los países han aumentado sus niveles de exportaciones del fruto. México ha perdido competitividad frente a los mismos, en las exportaciones a Estados Unidos, lo que indica

que no ha sido capaz de aumentar su participación en el mercado al mismo ritmo que estuvo creciendo la demanda mundial y estadounidense por papayas. Los autores concluyen que México presenta ventajas comparativas reveladas en este producto además de que la competitividad ha impactado de manera negativa al crecimiento de las exportaciones mexicanas de papaya a EEUU.

Propaya (2009), realizó un estudio extenso que trata diversos aspectos sobre la producción, comercio internacional, logística y exportaciones nacionales de la papaya, así mismo dicho estudio está integrado por investigaciones documentales así como de levantamiento de información de primera mano mediante actividades de interacción con consumidores y agentes involucrados en el mercado estadounidense de la papaya mexicana (*Focus group* y entrevistas). Dentro de las conclusiones relevantes para esta investigación sobresale la distribución geográfica de la demanda de papaya mexicana en el territorio estadounidense concentrado en su mayoría en la costa oeste y sur de ese país, así como la existencia de una segmentación de mercado concluyendo que la papaya mexicana (variedad *maradol*) es consumida en su mayoría por la población hispana y sobre todo de origen mexicano, no se ha logrado posicionar en la preferencia de las otras etnias de ese país quienes tienen preferencia por la variedad *solo* importada en su mayoría de Belice. Concluyen que México debe realizar actividades de promoción del producto nacional, así como orientar a producir otras variedades de papaya pues se está ignorando las necesidades del 65% del mercado, situación que ha sido aprovechada por otras naciones sobre todo Belice.

Valencia et al. (2017) analizaron el comercio de papaya haciendo un comparativo con respecto a Brasil y Guatemala, en el mercado de Estados Unidos, para determinar su grado de competitividad en el periodo 2001-2015. Mediante la estimación de la ventaja comparativa revelada (VCR), el indicador de especialización de *Lafay*, las cuotas de exportación e importación y un modelo econométrico. Encontraron que ha habido una disminución de competitividad del fruto mexicano tanto en el mercado internacional como en el estadounidense y que México en términos generales, han aumentado sus exportaciones, pero no ha sucedido lo mismo con su competitividad, la cual ha tenido un crecimiento mínimo. El indicador de especialización internacional de *Lafay*, mostró que

existe una dependencia de México con respecto a Estados Unidos. Los resultados de la estimación del modelo econométrico, indicaron que hay una relación negativa entre el PIB agrícola y la competitividad de las exportaciones de papaya, un crecimiento mínimo en el rendimiento y que, al aumentar el tipo de cambio, los exportadores se benefician pues esto incrementa la competitividad de la fruta.

La revisión de literatura permitió comprobar dos cuestiones importantes, por un lado los estudios que estimaron funciones de demanda de exportaciones e importaciones, permitieron conocer las variables determinantes de dichas funciones mostrando que en varios casos a pesar de que se partía de las funciones tradicionales los autores también incluyeron e incluso construyeron variables que dados las particularidades del producto de estudio eran factores importantes que debían de incluirse para explicar a la variable dependiente. Por otro lado, la revisión de las investigaciones sobre papaya en el mercado estadounidense permitió conocer la situación que presenta el producto mexicano en ese mercado, obteniéndose de este modo información adicional que pudo ser considerada para la elección de las variables determinantes de la demanda de importaciones de papaya mexicana en el mercado estadounidense.

## CAPÍTULO 3. EL CONTEXTO MUNDIAL DE LA PAPAYA

### 3.1. Descripción de las variables de producción de la papaya

#### 3.1.1. Superficie

Las condiciones del mercado internacional de papaya, han propiciado el crecimiento de la superficie cosechada a nivel mundial, como puede verse en la Figura 1, ha presentado un crecimiento continuo a partir del año 1990, a excepción de pequeñas interrupciones, la caída más significativa entre años fue de 3.73% entre 2005 y 2006. Para 2019 dicha superficie estaba próxima a duplicar el área cosechada de 1990, el crecimiento del periodo fue del 95.87% con una tasa de crecimiento media de 2.34% (FAOSTAT, 2021).

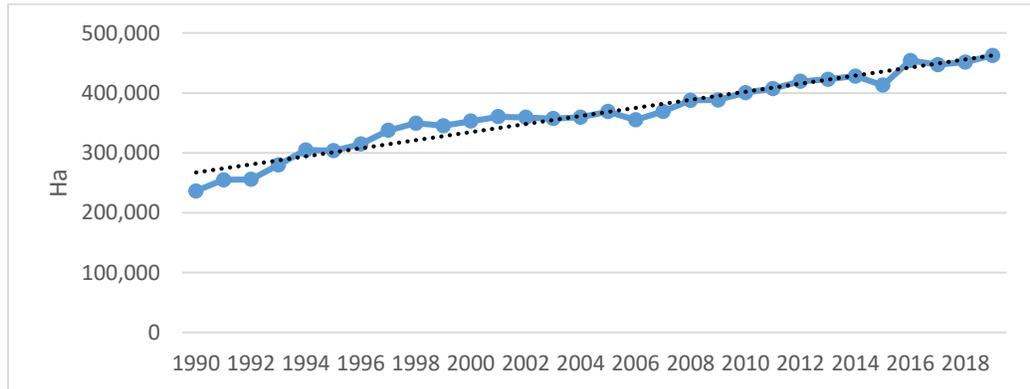


Figura 1. Superficie cosechada de papaya a nivel mundial (Ha), 1990-2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2021.

#### 3.1.2. Rendimiento

Al igual que la superficie cosechada el rendimiento a nivel mundial, ha presentado un crecimiento continuo a partir del año 1990 (Figura 2), aunque también ha presentado caídas considerables como la de 1995 a 1996 y la de 2004 a 2005 que superaron el 7%. Para 2019 el rendimiento mundial se había más que duplicado al pasar de 13.93 ton/ha. en 1990 a 29.69 ton/ha, el crecimiento del periodo fue de 113%, con una tasa de crecimiento media de 2.64% (FAOSTAT, 2021).

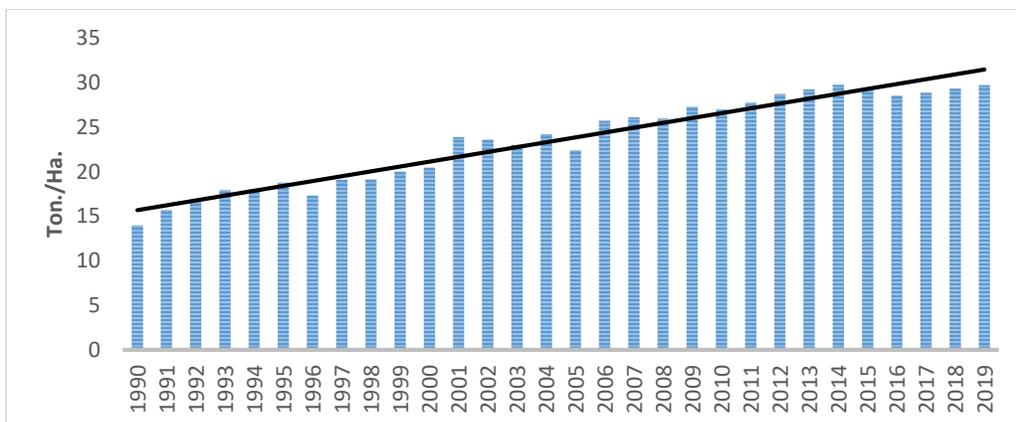


Figura 2. Rendimiento a nivel mundial de la papaya (Ton. /Ha.)

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2021.

### 3.1.3. Producción

Como resultado de los incrementos considerables, tanto de la superficie cosechada como de los rendimientos mundiales de papaya, durante el periodo 1990-2019 la producción se más que triplico, pasando de 3,291,518 toneladas en 1990 a 13,735,086 toneladas en 2019 (Figura 3), presentando un crecimiento de 317.29%, con una tasa de crecimiento media de 5.05% (FAOSTAT, 2021).

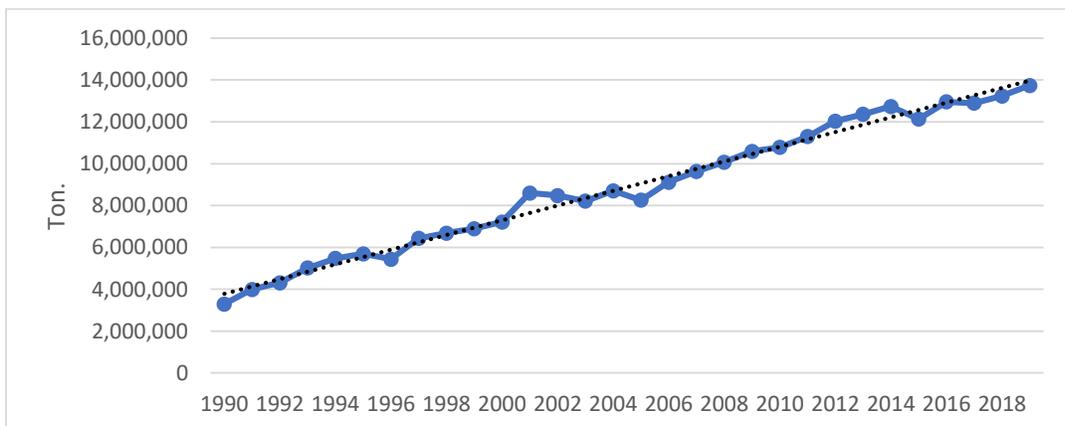


Figura 3. Producción mundial de Papaya (Ton), 1990-2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2021.

## 3.2. Distribución mundial de las variables de producción de la papaya

### 3.2.1. Superficie cosechada

En 2019 la superficie cosechada de papaya ascendió a 462,552 hectáreas, de acuerdo con información de la FAO (2021), hubo 64 países que cosecharon papaya ese año, como se puede apreciar en la Figura 4, dos países destacan por su gran participación en el total de la superficie cosechada, la India y Nigeria con una participación de 32 y 22% respectivamente, le siguen con participaciones menores Brasil, México, Bangladesh y República del Congo. Los seis países mencionados anteriormente concentran el 68% de la superficie cosechada.

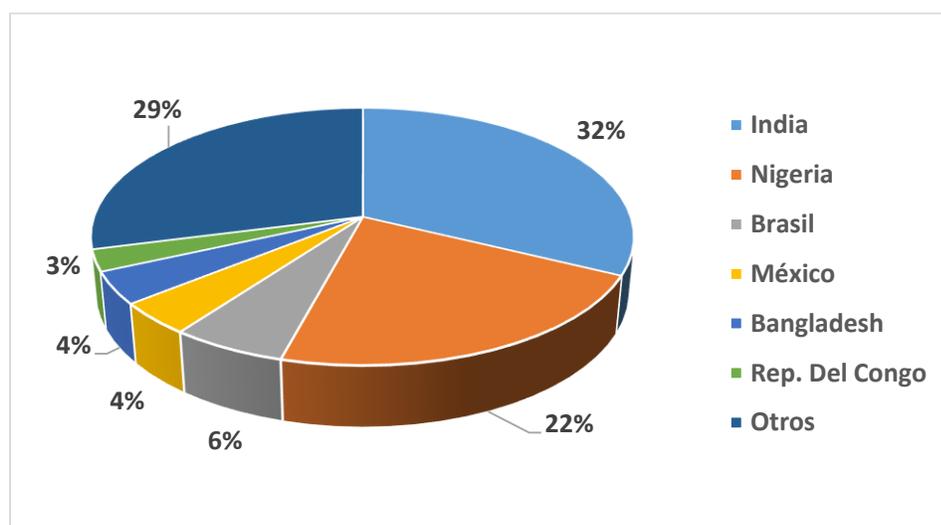


Figura 4. Distribución de la superficie cosechada mundial de papaya.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2021.

### 3.2.2. Rendimiento

En 2019 el rendimiento del cultivo de la papaya a nivel mundial fue de 29.69 ton/ha (Figura 5). República Dominicana tuvo el mayor rendimiento con 303.37 ton/ha. superando por mucho al segundo país con mejor rendimiento, El Salvador con 139.42 ton/ha. Indonesia se posicionó en tercer lugar con 93.12 ton/ha. México se ubicó en el sexto lugar 57.49 ton/ha. El resto de países después de los diez primeros lugares tuvieron un rendimiento promedio de 15.47 ton. (FAOSTAT, 2021).

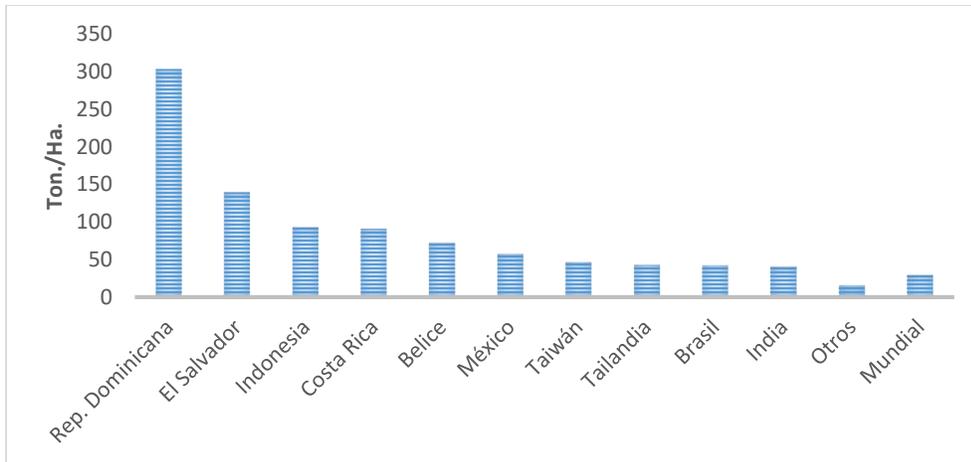


Figura 5. Rendimiento de papaya por país (Ton/Ha), 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2021.

### 3.2.3. Producción

En 2019, la producción mundial de papaya alcanzó 13,735 miles de toneladas, seis países concentraron el 82.3% de la producción mundial (Figura 6), la India dominó por mucho la producción mundial con 6,050 miles de toneladas, lo que representó el 44% del total. República Dominicana y Brasil se hicieron con el segundo y tercer lugar respectivamente con 1,171.3 (8.53%) y 1,161.8 (8.46%) miles de toneladas respectivamente, México se ubicó en cuarto lugar con 1,083,133 ton. que representó el 7.9% del total. El quinto y sexto lugar lo ocuparon Indonesia y Nigeria con una participación de 7.2 y 6.2% cada una. El resto de naciones tuvieron participaciones inferiores al 1.5% y en conjunto participaron con el 17.7% de la producción (FAOSTAT, 2021).

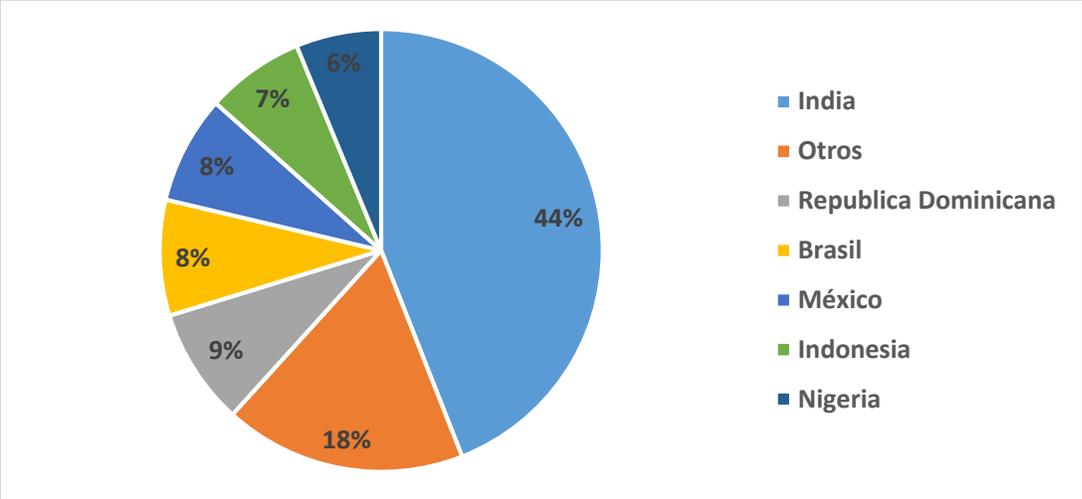


Figura 6. Distribución de la producción mundial de papaya, 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2021.

### 3.3. Descripción de las variables de comercio de la papaya

#### 3.3.1. Exportaciones

De 1990 a 2019 las exportaciones mundiales de papaya crecieron 482.58% pasando de 62,486 toneladas a 364,030 ton. La tasa media de crecimiento fue de 6.27%. A pesar de que la tendencia fue creciente se puede observar en la Figura 7 que en algunos años se dan caídas significativas en las exportaciones siendo la de 2007 a 2008 con 12.56% la más (FAOSTAT, 2021).

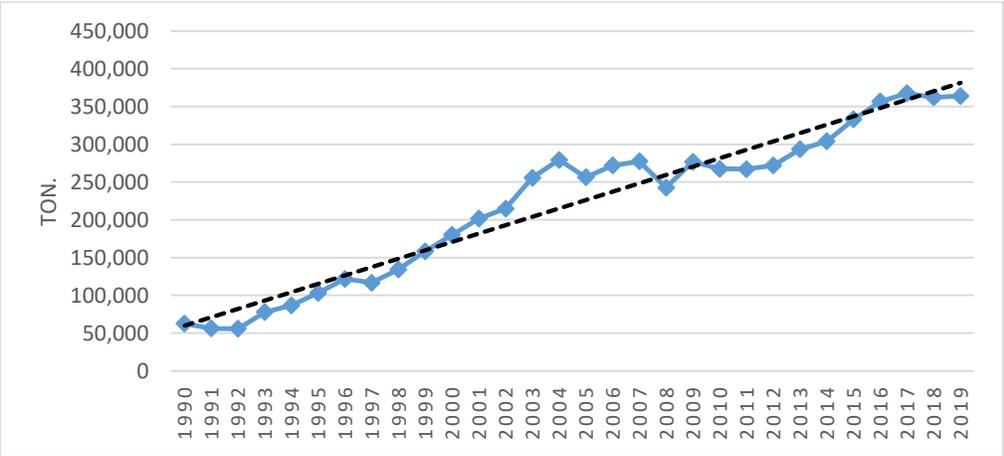


Figura 7. Exportaciones mundiales de papaya (Ton.), 1990-2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2021.

### 3.3.2. Importaciones

Durante el periodo 1990-2019, las importaciones mundiales de papaya experimentaron un crecimiento enorme de 597.72%, con una tasa de crecimiento media de 6.93%. Sin embargo, durante el periodo se presentaron disminuciones entre algunos años, siendo la caída de los años de 1996 a 1997 la más significativa con una disminución de 5.07% (Figura 8) (FAOSTAT, 2021).

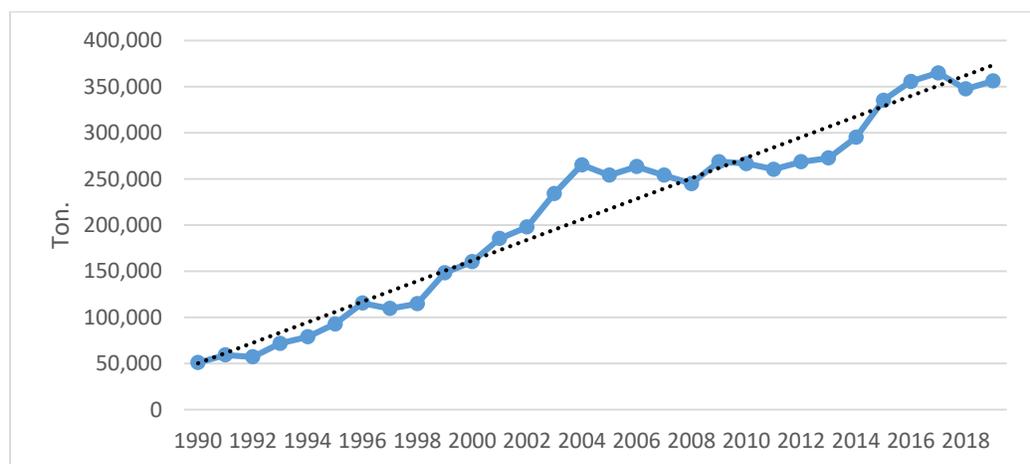


Figura 8. Importaciones mundiales de papaya, 1990-2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2021.

### 3.4. Distribución de las variables de comercio de la papaya

#### 3.4.1. Exportaciones

En 2019, cuatro países concentraron cerca del 78.6% de las exportaciones mundiales de papaya, México sobresale como el principal exportador al participar con 160,841 ton. (44.2%), Guatemala se ubica en segundo lugar al exportar 62,092 ton. (17.1%), Brasil y Guatemala en tercer y cuarto lugar con 44,238 (12.2%) y 19,020 (5.2%) respectivamente (Figura 9) (FAOSTAT, 2021).

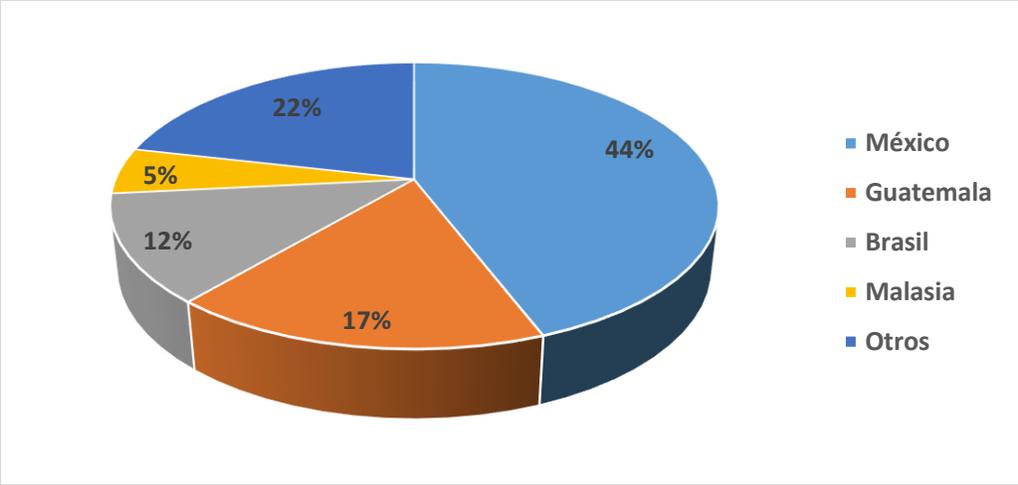


Figura 9. Participación en las exportaciones mundiales de papaya, 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2021.

### 3.4.2. Importaciones

En 2019, hubo ciento seis países demandantes de papaya, sin embargo, sólo cuatro países concentraron aproximadamente el 70% de las importaciones (Figura 10). Estados Unidos de América se ubicó como el principal importador al demandar 187,375 toneladas que representó el 53% del total, en segundo lugar, se ubicó El Salvador con 22,715 toneladas (6.4%), en tercer y cuarto lugar se ubicaron Singapur y Canadá con 21,948 toneladas (6.2%) y 17,578 ton. (4.9%). Las otras, ciento dos naciones importadoras tuvieron participaciones inferiores al 4% y en conjunto participaron con el 29.9% de las importaciones totales (FAOSTAT, 2021).

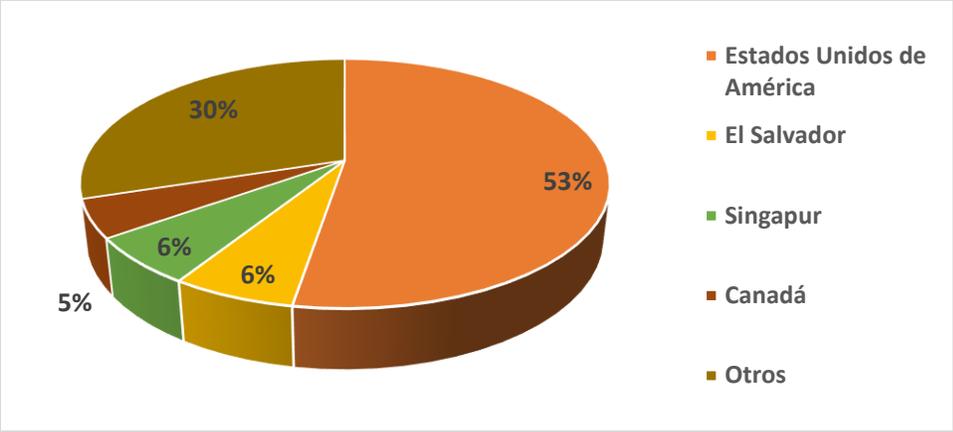


Figura 10. Participación en las importaciones mundiales de papaya, 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2021.

## CAPÍTULO 4. PRODUCCIÓN Y COMERCIO INTERNACIONAL DE LA PAPAYA MEXICANA

### 4.1. Producción

En 2020, la producción nacional de papaya ascendió a 1,117,437 toneladas presentando una tasa de crecimiento de 347.8% en comparación a las 249,545 toneladas producidas en 1990, la tasa de crecimiento media de dicho periodo fue de 5.12%. En la Figura 11, también se puede observar el comportamiento de la producción de papaya *maradol*, aunque solo hay información disponible para el periodo 1999-2020, destaca el gran incremento de la producción de esta variedad como proporción de la producción total pues en 1999 solo representaba 35% a partir de 2013 supera el 99%, esto se explica por las altas tasas de crecimiento anuales que promedian aproximadamente 10% para el periodo o con la tasa de crecimiento del periodo que fue de 455% aproximadamente (SIAP, 2021).

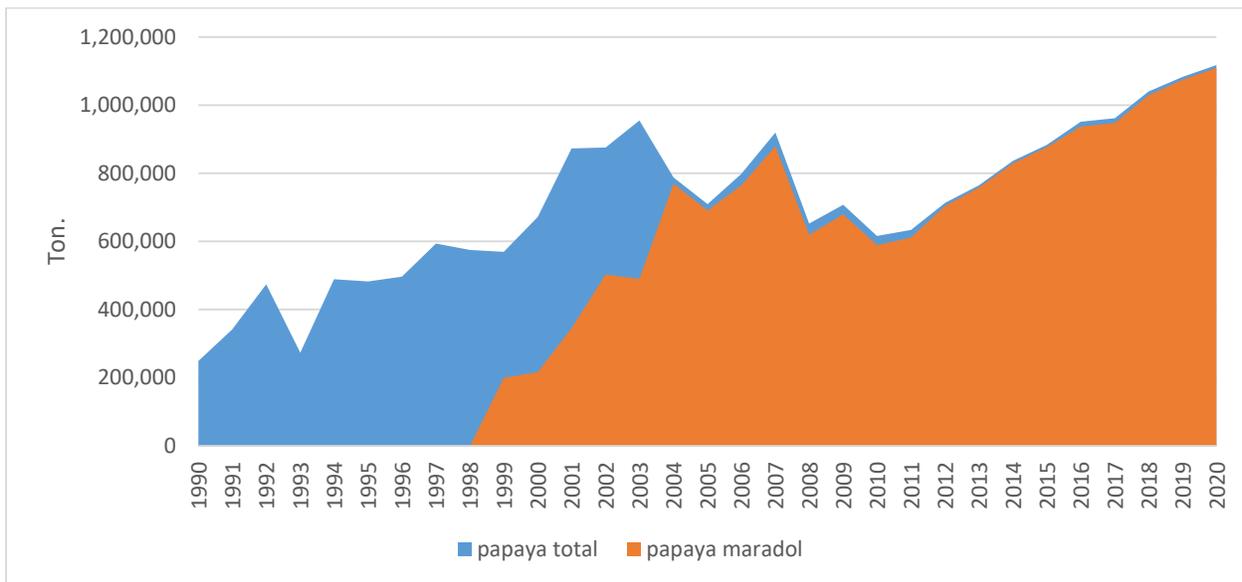


Figura 11. Producción nacional total de papaya (1990-2020) y de papaya *maradol* (1999-2020). Ton.

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP, 2021.

## 4.2. Distribución de la producción

De acuerdo con información del SIAP (2021), en el año 2020, hubo diecinueve estados que produjeron papaya en México, de las 1,117.4 miles de toneladas producidas en México, seis estados concentraron cerca del 87% de la producción, el estado de Oaxaca sobresale como el principal productor nacional con 349.5 mil toneladas que representó el 31.3%, Colima se ubicó en segundo lugar con 196.3 miles de toneladas equivalente a 17.6%. Chiapas fue el tercer productor en importancia con 158 mil toneladas (14.1%). Veracruz, Michoacán y Guerrero con 10.3, 9.1 y 4.3% de la producción nacional también son productores importantes. El resto de los trece estados productores contribuyó apenas con 13.3% de la producción nacional (Figura 12).

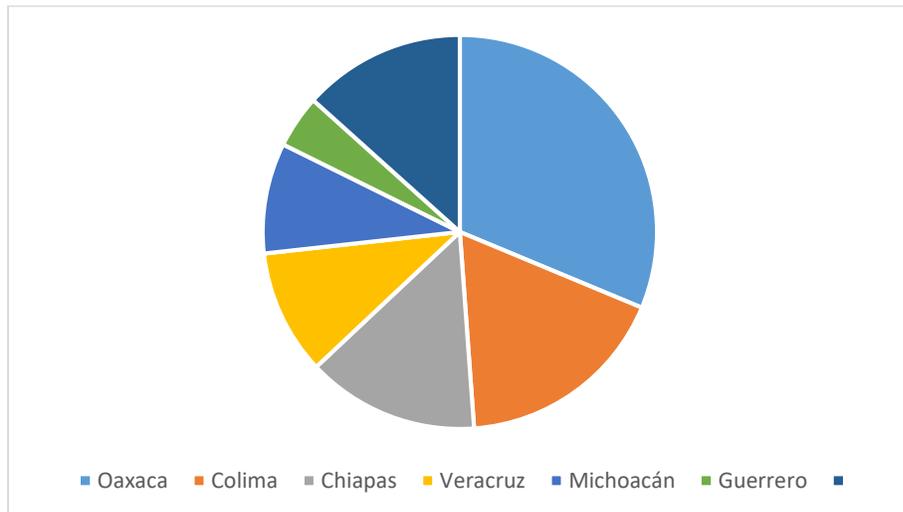


Figura 12. Distribución de la producción de papaya en México.

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP, 2021.

## 4.3. Exportaciones

Durante el periodo de 1990 a 2020 las exportaciones mexicanas de papaya crecieron a una sorprendente tasa de 3,378.9%, pasando de 4,852 toneladas a 168,797 ton. Con una tasa de crecimiento media de 12.56%. Como se puede apreciar en la Figura 13, en el periodo analizado Estados Unidos de América se ha caracterizado por ser el principal mercado de destino de la papaya mexicana superando el 97% en todos los años con excepción de 1996 y 1998 con 92.6 y 64.3% de participación como demandante de

papaya mexicana. Las exportaciones de papaya mexicana a los Estados Unidos crecieron en 3,439% durante el periodo de análisis, con una tasa de crecimiento media de 12.62% (FAOSTAT y SIAVI, 2021).

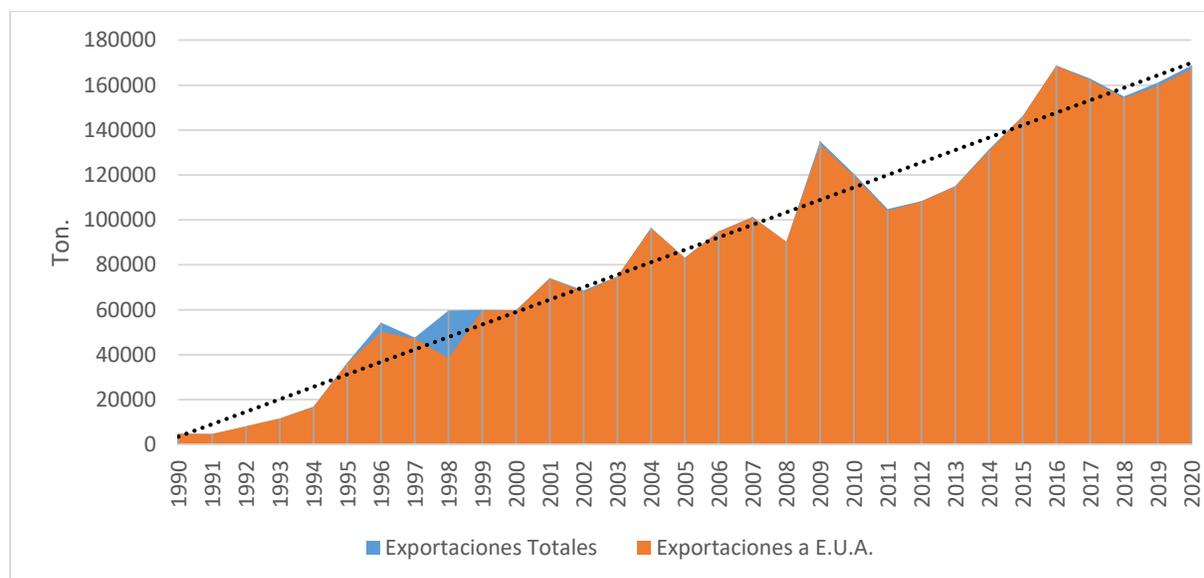


Figura 13. Evolución de las exportaciones Mexicanas de papaya, totales y a Estados Unidos, 1990-2020.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT y SIAVI, 2021.

En 2020, México exportó papaya a doce países, sin embargo, el 99% de las exportaciones tuvieron como destino los Estados Unidos de América, el segundo destino en importancia fue Canadá con el 0.77% (Figura 14) (SIAVI, 2021).

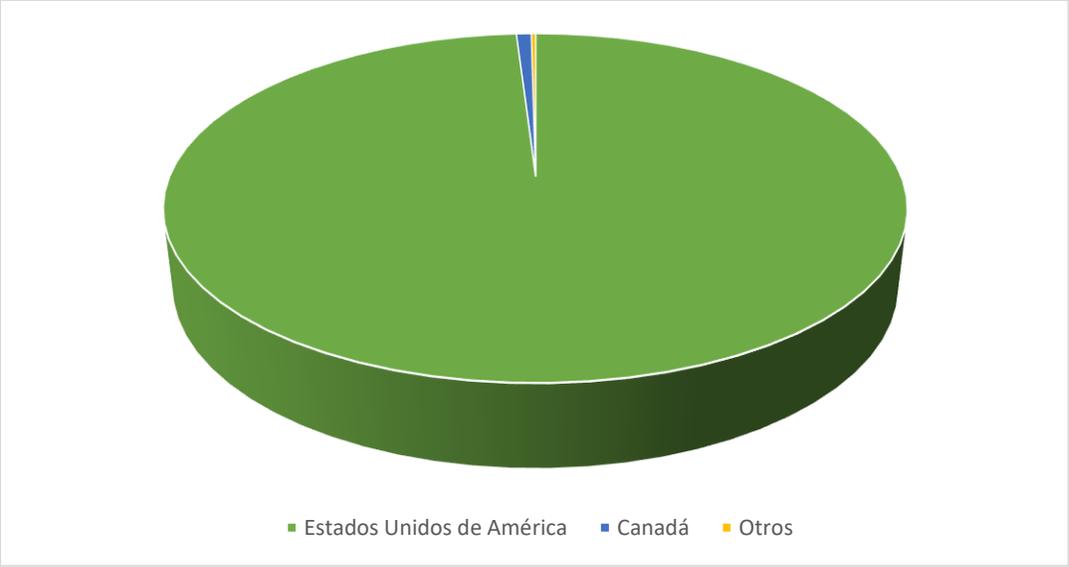


Figura 14. Distribución del destino de las exportaciones mexicanas de papaya, 2020.

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAVI, 2021.

## CAPÍTULO 5. EL MERCADO DE PAPAYA EN ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

### 5.1. Producción

En el periodo de 1990 a 2020, la producción de papaya en los Estados Unidos de América, decreció en una tasa de 86.7%, pasando de 31,070 toneladas en 1990 a 4,140 toneladas en 2020, con una tasa de crecimiento media de -6.5%, véase Figura 15. De acuerdo con Evans et al. (2012), el declive de Estados Unidos como productor se debió a factores que afectaron a Hawái su principal estado productor, estos factores fueron; el alto costo de los insumos y de la mano de obra, así como los bajos rendimientos obtenidos, otro factor importante, fue la introducción en la década de los setentas del Virus de la Mancha Anular (PRSV) en las principales áreas de cultivo de ese estado y que amenazó con acabar con la industria de la papaya en la década de los noventas (FAOSTAT, 2021).

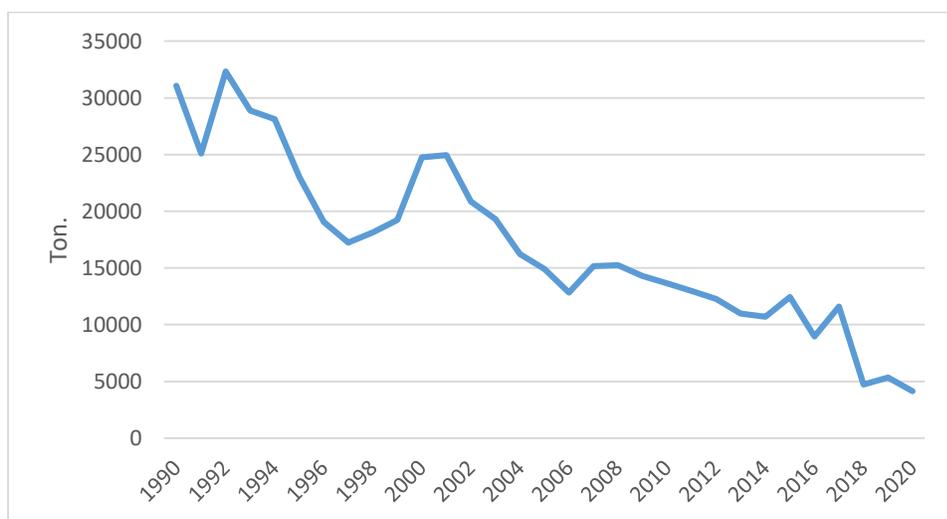


Figura 15. Producción de Papaya en EUA. 1990-2020.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO, 2021.

### 5.2. Oferta de papaya

A lo largo del periodo 1990-2020, la oferta total de papaya en los Estados Unidos, experimentó un cambio en su composición, debido a la disminución de la producción por un lado y el crecimiento de las importaciones por el otro (Figura 16); estas últimas

crecieron en aproximadamente 3,541% en el periodo, con una tasa de crecimiento media de 12.73%. Lo anterior llevó a que invirtiera la participación de cada uno de sus componentes en la oferta total de papaya en los Estados Unidos, en 1990 la producción interna representaba el cerca del 86% de la oferta, para 1995 se había reducido cerca del 41%, a partir de dicho año la participación de las importaciones comenzaría a ser superior y seguiría aumentando, hasta alcanzar su máximo nivel en 2020 con el cerca del 98% de participación en la oferta total de papaya en el mercado estadounidense (FAOSTAT, 2021).

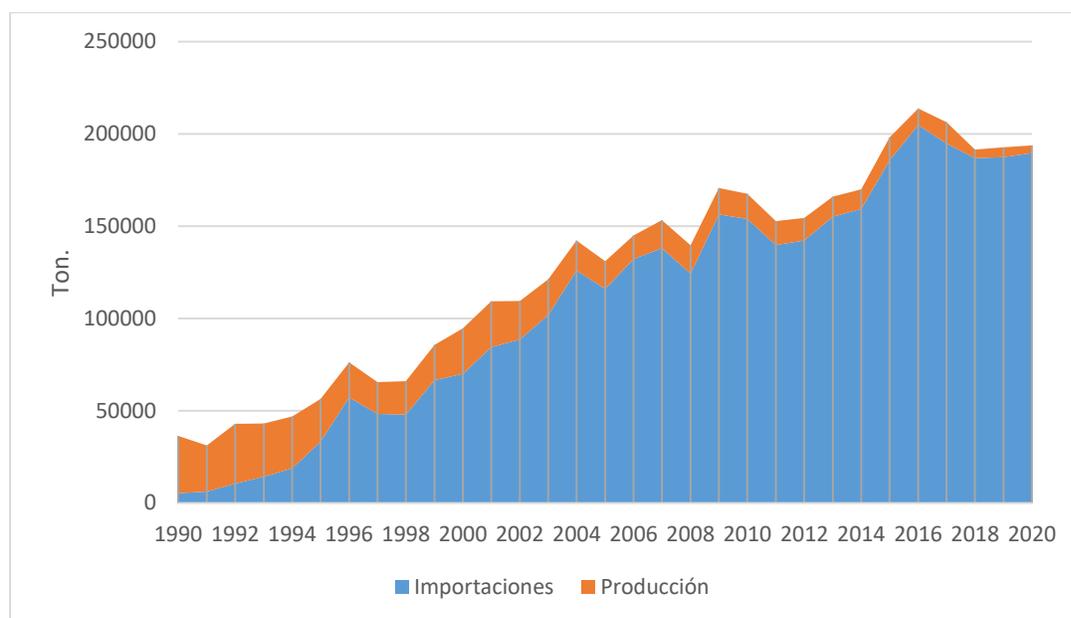


Figura 16. Evolución en la composición de la oferta de papaya en EUA, 1990-2020.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2021.

### 5.3. Importaciones

A pesar de ser el principal país importador de papaya, históricamente las importaciones de Estados Unidos han estado concentradas en un número pequeño de proveedores como se puede apreciar en la Figura 17. La cantidad importada para cada uno de los diferentes proveedores ha experimentado cambios en el periodo de análisis. Para el caso de las importaciones originarias de México, las mismas crecieron aproximadamente 4,943% durante el periodo de estudio, con una tasa de crecimiento media de 13.96%. A pesar de que México ha podido mantener su papel como el principal proveedor de

papaya al mercado estadounidense su participación de mercado, ha cambiado a lo largo del tiempo y en general ha sido creciente, pero con pequeños periodos de reducción en los últimos años, su máxima participación fue en 2016 llegando a proveer el 82.1% de la demanda de papaya estadounidense, sin embargo, a partir de ese año se presenta una tendencia decreciente. Los cambios en el reparto del mercado estadounidense parecen ser algo común, países que en algún momento llegaron a tener una presencia relativamente importante como Republica Dominicana y Jamaica fueron desplazados principalmente por Guatemala que a partir de 2010 comenzó con un rápido crecimiento en sus exportaciones y participación de las mismas en el mercado estadounidense, con un crecimiento de 2010 a 2020 de 854%, también al parecer comenzó a desplazar a Belice y México de su parte del mercado. Brasil merece también especial atención, si bien es cierto perdió protagonismo por algunos años, en los últimos ha ido recuperando importancia hasta arrebatarle en 2017 el tercer puesto como proveedora Belice (FAOSTAT, 2021).

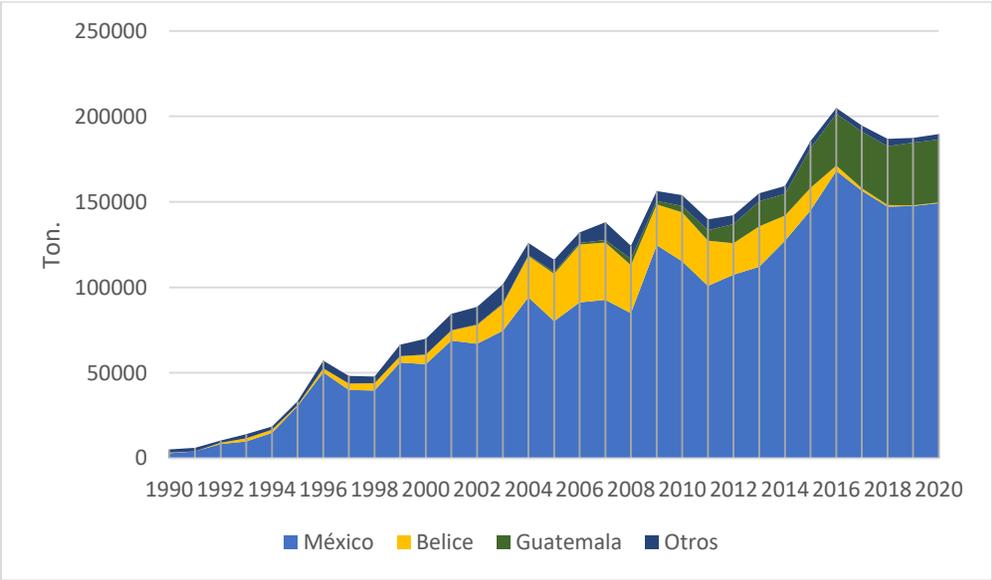


Figura 17. Proveedores del mercado Estadounidense de papaya, 1990-2020.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2021.

En 2020, Estados Unidos de América importó papaya de nueve países, sin embargo, dos países concentraron aproximadamente el 97% de la participación en ese mercado México y Guatemala (Figura 17), el primero proveyó 149,178 toneladas lo que representó

un 77.8% del total demandado, Guatemala con 36,954 toneladas proveyó aproximadamente 19.3% del total. Con una participación muy inferior a los dos primeros pero creciente, Brasil con 1,576 toneladas (0.82%) se ubicó como tercer mayor proveedor de los Estados Unidos. El resto de los seis países participó apenas con el 2.07% equivalente a 1,987 ton (USDA FAS, 2021).

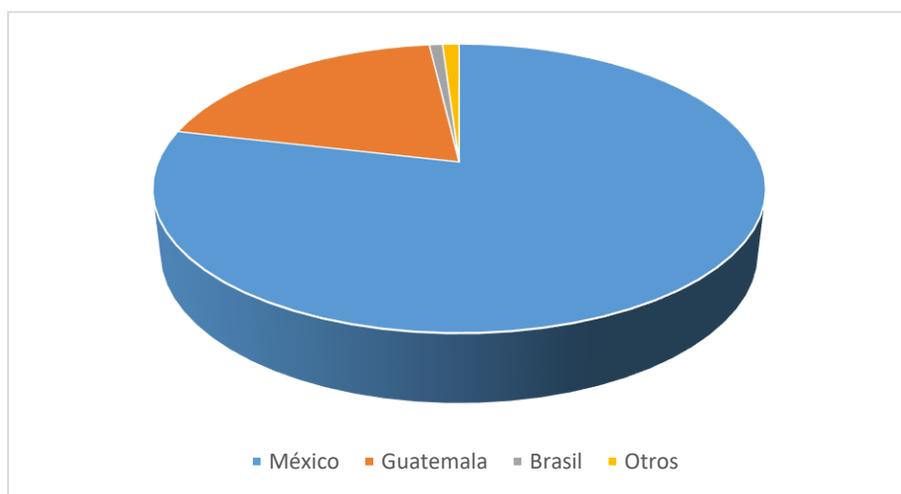


Figura 18. Origen de las importaciones de papaya de EUA, 2020.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAS, 2021.

#### 5.4. Consumo per cápita de papaya

Durante el periodo de 1990 a 2019, el consumo *per cápita* de papaya en los Estados Unidos, creció cerca de 620% pasando de 0.28 Libras a 1.27 Lb. Con una tasa de crecimiento media de 7.9% (Figura 19) (USDA ERS, 2021).

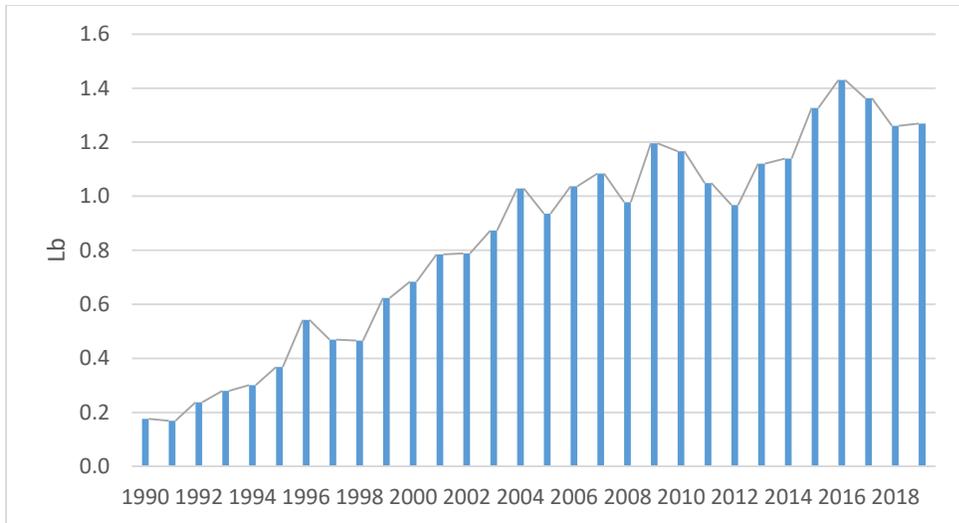


Figura 19. Consumo Per Cápita de Papaya en EUA, 1990-2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de ERS USDA, 2021.

### 5.5. Población hispana en Estados Unidos y demanda de papaya

De acuerdo con Propaya (2009), el consumo de papaya en los Estados Unidos de América se determina en mayor parte por la población latina en ese país, pues para esta población el consumo de papaya es tradicional, además que dicho grupo gasta 47% más que el resto, en el consumo de productos frescos como frutas y verduras.

Durante el periodo de 1990 a 2019 la población de origen hispana en Estados Unidos creció cerca de 168% en comparación de la población total que lo hizo en aproximadamente 31%. La tasa de crecimiento media para el primer grupo fue 3.46% mientras que el segundo grupo presento una tasa de 0.95%. La inmigración también es un factor significativo en el crecimiento de la población hispana en Estados Unidos. Como se puede observar en la Figura 20 (eje izquierdo), la proporción que representa la población hispana dentro de la población total también ha cambiado a lo largo del tiempo, pues pasó de representar el 9.2% de la población en 1990 a 18.5% en 2019 (U.S. Census Bureau, 2021).

La cantidad de familias hispanas en ese país creció en aproximadamente 164.4% en el periodo de 1990 a 2019, con una tasa de crecimiento media de 3.41% (Figura 20) en comparación del total de familias que creció en 26.2% con una tasa de crecimiento media

de 0.81%. La gran diferencia en las tasas de crecimiento de ambos grupos explica el incremento de la participación de las familias hispanas dentro del total de familias, pues en 1990 representaban el 7.5% mientras que para 2019 representaban ya, el 15.7% del total.

En el caso más concreto de las familias con hijos ocurre algo parecido al caso anterior, la cantidad de familias hispanas con hijos en EUA creció en aproximadamente 123.3% en el periodo de 1990 a 2019, con una tasa de crecimiento media de 2.81% (Figura 20) en comparación del total de familias con hijos que creció en 6.88% con una tasa de crecimiento media de 0.23%. Lo anterior explica el incremento de la participación de las familias hispanas con hijos dentro del total de familias con hijos, pues en 1990 representaban el 10.1% mientras que para 2019 llegaron a representar el 21.17% del total (U.S. Census Bureau, 2021).

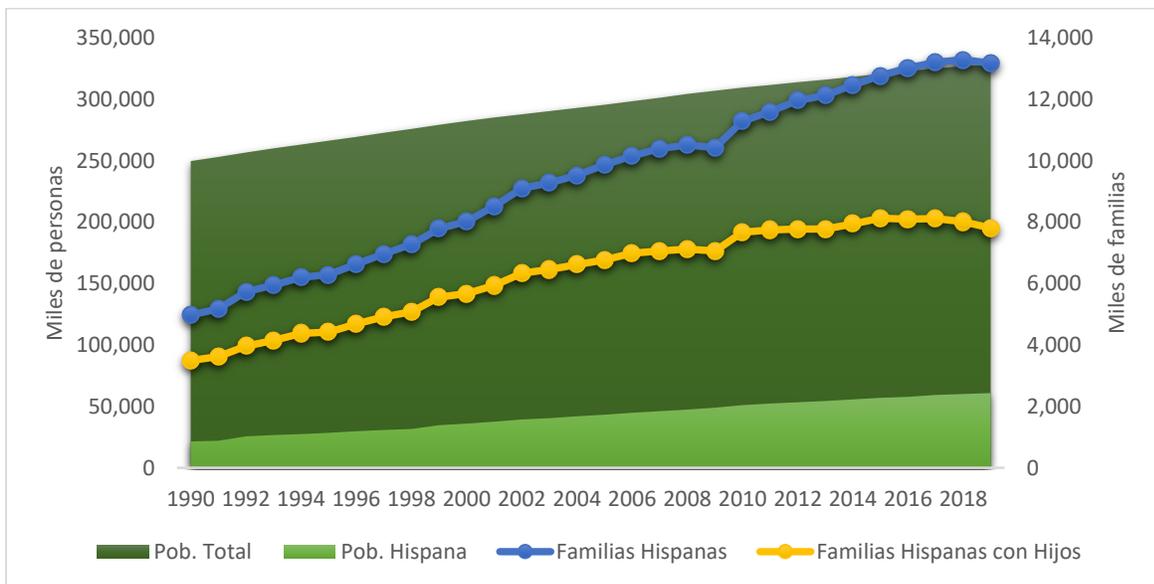


Figura 20. EUA, Población total e hispana, familias hispanas total y con hijos, 1990-2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de U.S: Census Bureau, 2021.

## CAPÍTULO 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1. Variables y Fuentes de información

#### 6.1.1. Variable Dependiente

***Demanda de importaciones de Papaya (DPM)***. Representa el conjunto de datos de las importaciones totales de papaya de Estados Unidos provenientes de México, la serie se obtuvo del sistema estadístico de la FAO (FAOSTAT) y fue comparada con los datos del Servicio de Agricultura Exterior [FAS<sup>5</sup>] del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA<sup>6</sup>). Expresada en toneladas, fue transformada a logaritmos.

#### 6.1.2. Variables Explicativas

***Tipo de cambio real (TCR)***. Es el precio relativo de los bienes nacionales respecto a los bienes extranjeros, expresado en Pesos/Dólar. Su valor promedio anual se calculó en base a el tipo de cambio FIX promedio mensual, publicado por el Banco de México (BANXICO) y se deflactó con los Índices de precios al consumidor de México (INPC) y Estados Unidos (CPI-RS), se usó el año 2018 como base. La variable fue transformada a logaritmos.

Fórmula de cálculo:

$$TCR = TCN * \frac{IPC_{USA2018}}{IPC_{MEX2018}}$$

Donde:

TCN: Tipo de cambio nominal

IPC<sub>USA2018</sub>: Índice de precios de Estados Unidos, base 2018.

---

<sup>5</sup> Foreign Agricultural Service

<sup>6</sup> United States Department of Agriculture

IPC<sub>MEX2018</sub>: Índice de precios de México, base 2018.

**Familias Hispanas con hijos (FHH).** Se refiere al número de familias de origen hispano de cualquier raza, con uno o más hijos menores de 18 años. La serie de datos se obtuvo de la Oficina de Censos de Estados Unidos (USCB<sup>7</sup>), la fuente corresponde a la Encuesta de Población Actual, Suplementos Sociales y Económicos Anuales (CPS ASEC<sup>8</sup>). Expresada en miles, se transformó a logaritmos.

## 6.2. Especificación del modelo econométrico

El modelo lineal de la demanda de importaciones de papaya, para el periodo 1996-2019, consta de 24 observaciones anuales.

Se expresa de la siguiente manera, en su forma logarítmica.

$$\ln(DPM_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(FHH) + \beta_2 \ln(TCR) + u_i$$

Dónde:

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$ : Son los coeficientes de las variables a estimar

$\ln(DPM_t)$ : Logaritmo de las Importaciones de papaya mexicana de Estados Unidos en el año t.

$\ln(FHH)$ : Logaritmo del número de familias hispanas con hijos menores de 18 años.

$\ln(TCR)$ : Logaritmo del Tipo de cambio real.

$U_i$ : Terminó de error

---

<sup>7</sup> U.S. Census Bureau.

<sup>8</sup> Current Population Survey, Annual Social and Economic Supplements.

La especificación lineal-logarítmica del modelo permite obtener las elasticidades directamente. La estimación del modelo se realizó mediante la función *lm* del; entorno de desarrollo integrado (IDE) para el lenguaje de programación R; *RStudio* versión 1.3.1093.

### **6.3. Estimación del modelo e inferencia**

#### **6.3.1. El modelo de regresión lineal múltiple**

El modelo de regresión lineal múltiple con  $K$  variables, puede expresarse de la forma:

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \dots + \beta_kx_k + u$$

Donde:

$\beta_0$ : Es el intercepto.

$\beta_i$ : Es el parámetro asociado a cada una de las  $x_i$ .

$y$ : Es la variable dependiente, es una variable aleatoria con observaciones independientes entre ellas, que se distribuye como una normal con media  $\beta_0 + \beta_i x_i$  y con varianza homogénea  $\sigma^2$ .

$x_i$ : Las variables dependientes o explicativas

$u$ : Es el termino de error o de perturbación, es una variable aleatoria con distribución normal, media cero  $E(u)=0$ , varianza constante  $V(u)=\sigma^2$ , además las observaciones con independientes entre ellas (Wooldridge, 2010).

#### **6.3.2. El método de mínimos cuadrados ordinarios**

Los métodos para la estimación de modelos de regresión más usuales, son el método de Máxima Verosimilitud (MV) y el método Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Sin embargo, el método MCO es el más empleado por ser más intuitivo, matemáticamente simple y por obtener los mejores estimadores lineales insesgados al cumplirse los siguientes supuestos, 1) el modelo es lineal en los parámetros. 2) Las variables explicativas son no estocásticas. 3) El valor medio de los errores es igual a cero. 4) No existe autocorrelación entre las perturbaciones. 5) Homocedasticidad o varianza

constante de los errores. 6) la covarianza entre el error y cada variable explicativa es independiente. 7) No hay sesgo de especificación en el modelo. 8) No hay colinealidad exacta entre las variables. 9) hay suficiente variabilidad en los valores de las variables explicativas. 10) el número de variables exógenas es menor al número de observaciones (Gujarati y Porter, 2010).

### **6.3.3. Prueba de Hipótesis**

#### **6.3.3.1. Prueba de Hipótesis general**

La prueba de hipótesis general o global, es una prueba conjunta de todos los  $\beta_i$  se busca probar si la variable dependiente (Y) está relacionada linealmente con todas las variables explicativas (X) a la vez.

La hipótesis nula plantea que todos los estimadores son iguales a cero en forma conjunta o simultánea.

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$  VS  $H_a$ : no todos los estimadores son simultáneamente cero

Para llevar a cabo la prueba de hipótesis se utiliza el estadístico F.

$$F_{calc} = \frac{SCE/gl}{SCR/gl} = \frac{SCE/k-1}{SCR/n-k}$$

(Gujarati y Porter, 2010).

El criterio de decisión es el siguiente.

Si

$$F_{calc} > F_{\alpha}(k - 1, n - k)$$

Entonces se rechaza  $H_0$  en favor de  $H_a$ .

#### **6.3.3.2. Prueba de Hipótesis particular**

La prueba de hipótesis particular se realiza para cada uno de los estimadores  $\beta_i$ .

Uno de los métodos más utilizados es el método de la prueba de significancia. En términos generales, una prueba de significancia es un procedimiento que utiliza los resultados muestrales para verificar la verdad o falsedad de una hipótesis nula. La decisión se toma en base al valor obtenido del estadístico de prueba.

$$t_{calc} = \frac{\hat{\beta}_i - \beta_i}{ee(\hat{\beta}_i)} \sim t_{n-k}$$

(Gujarati y Porter, 2010).

El juego de hipótesis a probar es:

$$H_0: \beta_i=0 \quad VS \quad H_a: \beta_i \neq 0$$

El criterio de decisión es el siguiente.

Si

$$t_{calc} > t_{\frac{\alpha}{2}, n-k}$$

Entonces se rechaza  $H_0$  en favor de  $H_a$

#### 6.3.4. Bondad de ajuste

La bondad de ajuste del modelo se mide a través del coeficiente de determinación  $R^2$ , que se puede interpretar como la proporción de la variabilidad total de los valores de  $Y$  explicada por el modelo lineal.

$$R^2 = \frac{SCE}{SCT} = 1 - \frac{SCR}{SCT} = 1 - \frac{\sum \hat{u}_i^2}{\sum y_i^2}$$

(Gujarati y Porter, 2010).

Siendo SCE suma de cuadrados del error, SCT suma de cuadrados del total, SCR suma de cuadrados de la regresión.

$$0 < R^2 < 1$$

Cuando  $R^2$  es más cercano a uno el ajuste del modelo es mejor, a medida que aumentan el número de variables explicativas el valor de  $R^2$  también lo hace.

### 6.3.5. Problemas comunes e importantes en la regresión múltiple

Anteriormente se han mencionado los supuestos del modelo de mínimos cuadrados ordinarios que condicionan la obtención de estimadores MELI, sin embargo, en la práctica se dan situaciones que implican la violación a uno o más supuestos, aunque no todos los supuestos tienen el mismo grado de importancia pues en algunos casos su cumplimiento puede flexibilizarse, hay algunos cuya violación tiene consecuencias importantes en las características de los estimadores obtenidos.

A continuación se describen los tres problemas más comunes y de gran importancia en la regresión múltiple.

#### 6.3.5.1. Autocorrelación

La autocorrelación o correlación serial implica una violación al supuesto cuatro, que se expresa simbólicamente:

$$cov(u_i, u_j | x_i, x_j) = E(u_i u_j) = 0 \quad i \neq j$$

(Gujarati y Porter, 2010).

La violación del supuesto implica que los residuales no son independientes entre ellos, en las series de tiempo implica que hay una correlación entre el error de un periodo con el de un periodo anterior.

$$E(u_i u_j) \neq 0 \quad i \neq j$$

(Gujarati y Porter, 2010).

La autorregresión de primer orden  $AR(1)$ , implica que la variable esta correlacionada únicamente con el periodo inmediato anterior.

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + u_t$$

Siendo

$$u_t = \rho u_{t-1} + v_t \quad \text{con } -1 < \rho < 1$$

Los  $v_t$  pueden considerarse como términos aleatorios independientes mientras que  $\rho$  es el coeficiente de autocovarianza y puede ser considerado como un coeficiente de correlación entre el término de perturbación  $u$  de un período y el del período anterior.

Dentro de las razones que ocasionan la existencia de correlación serial se encuentra la inercia que presentan las series de tiempo económicas debido a los ciclos económicos, el sesgo de especificación también es otra causa debido a que si se excluyen variables importantes el efecto de las mismas estará reflejado en los residuales del modelo, algo parecido sucede cuando se realiza una especificación funcional incorrecta del modelo. Las expectativas en la toma de decisiones basada en la información de periodos pasados también puede ocasionar correlación serial, un ejemplo es la influencia de los precios pasados sobre las decisiones de producción en el periodo actual (efecto de la telaraña). Otras razones son la presencia de rezagos, manipulación y transformación de datos, por último la no estacionaridad.

Dentro de las implicaciones que tiene la presencia de autocorrelación destaca que a pesar de que los estimadores siguen siendo insesgados, sus errores estándar son inconsistentes, al ser subestimados o sobreestimados de acuerdo a si la correlación es positiva o negativa respectivamente, lo anterior implica que las pruebas de hipótesis no serán fiables. También es posible que la varianza de los residuos  $\hat{\sigma}^2$  subestime la verdadera  $\sigma^2$ , además es probable que se sobreestime  $R^2$ . En conclusión los estimadores obtenidos por MCO deja de ser los mejores.

Uno de los métodos más utilizados para detectar  $AR(1)$  es mediante el uso del estadístico Durbin-Watson ( $DW$ ), el cual está basado también en los residuales MCO.

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

(Wooldridge, 2010).

“Durbin y Watson (1950) obtienen la distribución de  $DW$  (condicional en  $X$ ), lo que requiere todo el conjunto de supuestos del modelo lineal clásico, incluida la normalidad de los términos de error. Por desgracia, esta distribución depende de los valores de las variables independientes. (También depende del tamaño de la muestra, del número de regresores y de si la regresión contiene un intercepto)” (Wooldridge, 2010, p.415)

Debido a los problemas en la obtención de la distribución nula de  $DW$ , se debe comparar  $DW$  con dos conjuntos de valores críticos, para un tamaño de muestra dado y un número de variables explicativas dado, estos se etiquetan como  $dU$  (para el superior) y  $dL$  (para el inferior).

Cuadro 1. Criterios de decisión del estadístico  $DW$ .

Hipótesis nula	Decisión	Si
No hay autocorrelación positiva	$0 < d < dL$	No Rechazar
hay autocorrelación positiva	Sin decisión	$dL \leq d \leq dU$
No hay correlación negativa	Rechazar	$4 - dL < d < 4$
No hay correlación negativa	Sin decisión	$4 - dU \leq d \leq 4 - dL$
No hay autocorrelación, positiva o negativa	No rechazar	$dU < d < 4 - dU$

Fuente: Gujarati y Porter, 2010, p. 437.

### **6.3.5.2. Heterocedasticidad**

La presencia de heterocedasticidad es una violación al supuesto número cuatro, que plantea que la varianza de los errores debe ser constante u homocedástica, es decir estos se deben distribuir de la misma forma alrededor de la recta de regresión, con la presencia de heterocedasticidad la dispersión de los errores es diferente para los

diferentes valores de la variable explicativa, dicho de otro modo, la varianza condicional de  $Y_i$  aumenta a medida que lo hace  $X$ .

Algunos motivos que pueden ocasionar este problema pueden ser la presencia de datos atípicos o la violación al supuesto nueve, una incorrecta especificación del modelo.

Al haber heterocedasticidad los estimadores siguen siendo insesgados, pero la estimación de los errores estándar de esos parámetros no es válida. Lo que impide construir intervalos de confianza o hacer pruebas de hipótesis correctas. Deja de ser MELI pues deja de tener varianza mínima. Una alternativa para obtener estimadores MELI aún con la presencia de Heterocedasticidad es el uso del método de mínimos cuadrados generalizados (MCG) (Gujarati y Porter, 2010).

Los métodos de verificación de homocedasticidad pueden ser de tipo gráfico como son el análisis de dispersión de los residuos al graficarlos junto con los valores ajustados de  $Y$  obtenidos en el modelo; así como el uso de algún test estadístico como el de Breush Pagan ( $BP$ ), el cual se basa en el supuesto de normalidad, y se obtiene mediante el ajuste de un modelo de una regresión auxiliar en donde se utilizan los residuos cuadrados del modelo original como variable explicativa de la variable dependiente, el estadístico  $BP$  se calcula mediante la multiplicación del  $R^2$  del modelo auxiliar por el número de observaciones,  $BP=nR^2$ , asintóticamente sigue la distribución  $\chi^2$  es decir  $nR^2 \sim \chi^2_{gl}$  con  $gl$ : número de regresores sin el intercepto. El criterio de decisión es el siguiente: la  $H_0$ = existencia de homocedasticidad, se rechaza si  $BP > \chi^2_{gl}(\alpha)$ .

### **6.3.5.3. Multicolinealidad**

En el supuesto número ocho, se menciona que no debe haber presencia de multicolinealidad perfecta, esta surge cuando dos o más variables explicativas se comportan de forma parecida lo que dificulta la medición de sus efectos individuales sobre la variable dependiente. Suele presentarse en series de tiempo económicas que están relacionadas entre ellas como ingreso y población.

Dentro de las implicaciones negativas que provoca la multicolinealidad, se tiene que las estimaciones de los parámetros MCO son muy sensibles, ante pequeños cambios en los

datos se dan cambios significativos en la estimación de los primeros, así mismo pueden presentar signos distintos a los esperados. Pero el efecto más pernicioso es el aumento en la varianza de los estimadores lo que provoca que las pruebas de significancia de los estimadores no sean fiables, generalmente se obtiene valores altos de  $R^2$  pero con estimadores estadísticamente no significativos individualmente.

Una forma de aproximarse a la detección de la multicolinealidad es mediante la estimación de los coeficientes de correlación de las distintas variables explicativas, un valor alto es un indicativo de la presencia de multicolinealidad, otro método es realizar una regresión lineal de cada variable explicativa sobre el resto de variables explicativas, en caso de encontrar un  $R^2$  alto se puede sospechar de la existencia de multicolinealidad (Gujarati y Porter, 2010). Adicionalmente se calcula el factor de inflación de la varianza (VIF) cuya fórmula y criterio de decisión son:

$$VIF_{\beta_j} = \frac{1}{1 - R^2}$$

VIF = 1: Ausencia total de colinialidad

1 < VIF < 5: La regresión puede verse afectada por cierta colinialidad.

5 < VIF < 10: Causa de preocupación

Dentro de las posibles soluciones para el problema de colinealidad se recomienda, añadir nuevas observaciones, suprimir variables o transformarlas.

## CAPÍTULO 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 7.1. Evolución de las variables del modelo de papaya

Durante el periodo de 1996 a 2019 las importaciones estadounidenses de papaya mexicana, crecieron en 194.1 %, con una tasa de crecimiento media de 4.8%. El número de familias de origen hispano con hijos creció en 66.5% en el mismo periodo, con una tasa de crecimiento media de 2.24%. El tipo de cambio real creció en 3.35% muy por debajo de las otras variables del modelo.

### 7.2. Análisis estadístico y económico del modelo

Al realizar la estimación mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios, del modelo propuesto sobre la demanda de importaciones de papaya mexicana por los Estados Unidos de América, se obtienen los resultados resumidos en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados del modelo estimado de demanda de papaya.

Coeficiente	Valor estimado	Error estándar	Valor de t	Prob <  t
Intercepto	-10.6276	1.0870	-9.777	2.87e-09
LFHH	2.2435	0.1225	18.320	2.15e-14
LTCR	0.8151	0.1705	4.781	0.000101
R <sup>2</sup>	0.9514			
R <sup>2</sup> Ajustada	0.9468			
Fc	205.6			1.617e-14

*Fuente: Elaboración propia con base en la salida obtenida con el software RStudio versión 1.3.1093.*

La línea de regresión para la demanda de importaciones de papaya mexicana fue.

$$\widehat{DPM} = -10.6276 + 2.2435FHH + 0.8151TCR$$

Los signos de los estimadores de las variables explicativas son acordes a lo esperado y a lo planteado por la teoría económica.

Las familias hispanas con hijos fue la variable que mayor influencia presentó, con un coeficiente de 2.24, dado que el modelo es doble logarítmico la interpretación de las elasticidades se hace de manera directa, lo que implica que al aumentar las familias hispanas con hijos en una unidad la demanda de importaciones se incrementa en 2.24 unidades, manteniendo lo demás constante (*ceteris paribus*). En otras palabras ante una variación de 10% en la cantidad de familias hispanas con hijos la demanda de importaciones se incrementaría en un 22.4%. Lo anterior evidencia la importancia del consumo étnico o nostálgico de la papaya mexicana, así como su preferencia por las familias de dicho grupo que tienen hijos en casa.

En cuanto al tipo de cambio real el estimador presenta un valor de 0.8151, lo que indica que ante un incremento de 1% la demanda de importaciones lo hace 0.815%, es decir se incrementa, pero en una proporción menor al TCR.

### **7.3. Coeficiente de determinación R<sup>2</sup> y pruebas de significancia global y parcial**

En cuanto a la bondad de ajuste se tiene un  $R^2_{ajd}=0.9468$ , es decir el 94.68% de las variaciones en la demanda de importaciones de papaya mexicana puede ser explicado por las variaciones de las variables explicativas contempladas en el modelo.

Las pruebas de hipótesis de las variables explicativas usando el *p-valor*, mostró que los estimadores son significativos incluso a un nivel de significancia de 0%, pudiéndose rechazar la hipótesis nula  $\beta_j = 0$ , para cada uno de dichos estimadores. En otras palabras los estimadores por separado si tiene influencia en la determinación de la demanda de importaciones de papaya.

Para probar la significancia general del modelo, se utilizó el estadístico F, se probó la hipótesis de que los estimadores del modelo fueran simultáneamente cero,  $H_0: \beta_1=\beta_2=0$ ,

dado que  $F_c=205.6$  y  $F_{t_{21}^{k=2}}=3.467$ , y dado que  $F_c > F_t$  se rechaza la hipótesis nula, es decir al menos uno de los estimadores de regresión es diferente de cero.

#### 7.4. Validación de los supuestos de Mínimos Cuadrados Ordinarios

Con el propósito de demostrar la validez del modelo, se contrasto mediante la comprobación de que el mismo cumpliera con los supuestos de MCO, demostrando de este modo no sólo la obtención de un modelo con buen ajuste sino además con coeficientes de regresión MELI.

##### 7.4.1. Relación lineal entre los predictores y la variable respuesta

La Figura 21, es un diagrama de dispersión entre los errores (residuales) del modelo y la variable explicativa  $\ln(FHH)$ , permite observar que los residuos se distribuyen aleatoriamente en torno a cero.

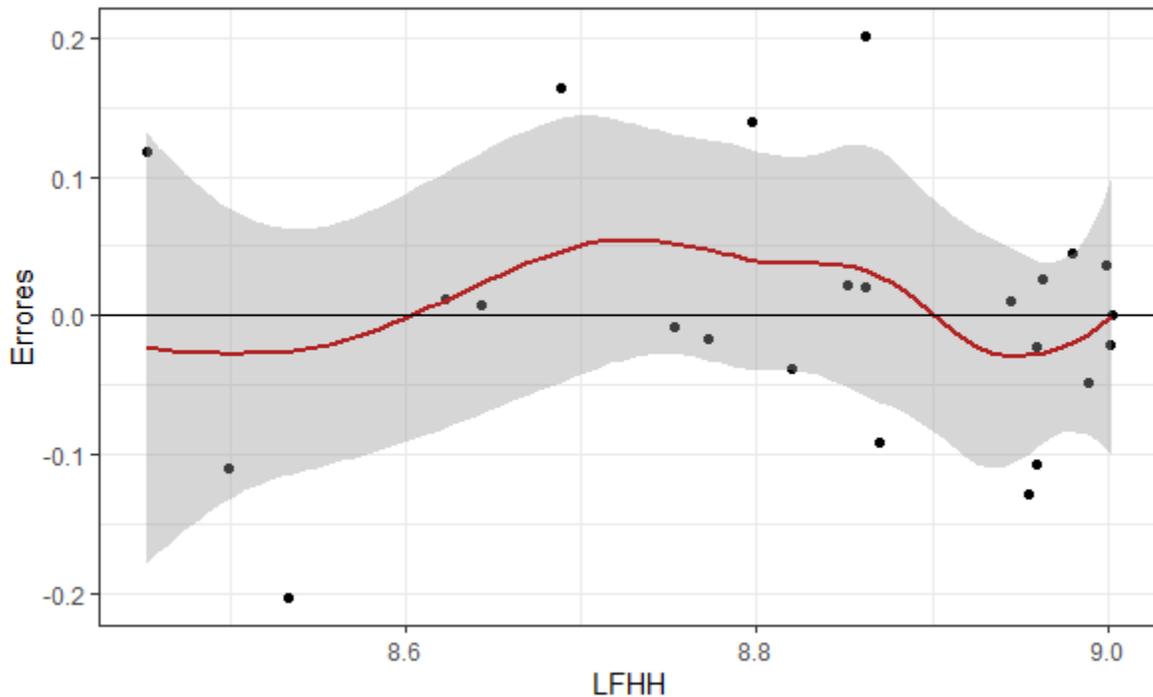


Figura 21. Diagrama de dispersión residuos del modelo vs variable LFHH.

Fuente: Elaboración propia mediante librería *ggplot2* de *RStudio*.

Del mismo modo la Figura 22, muestra la dispersión entre los errores (residuales) del modelo y la variable explicativa  $\ln(TCR)$ , se presenta una distribución parecida de los errores a la del diagrama anterior.

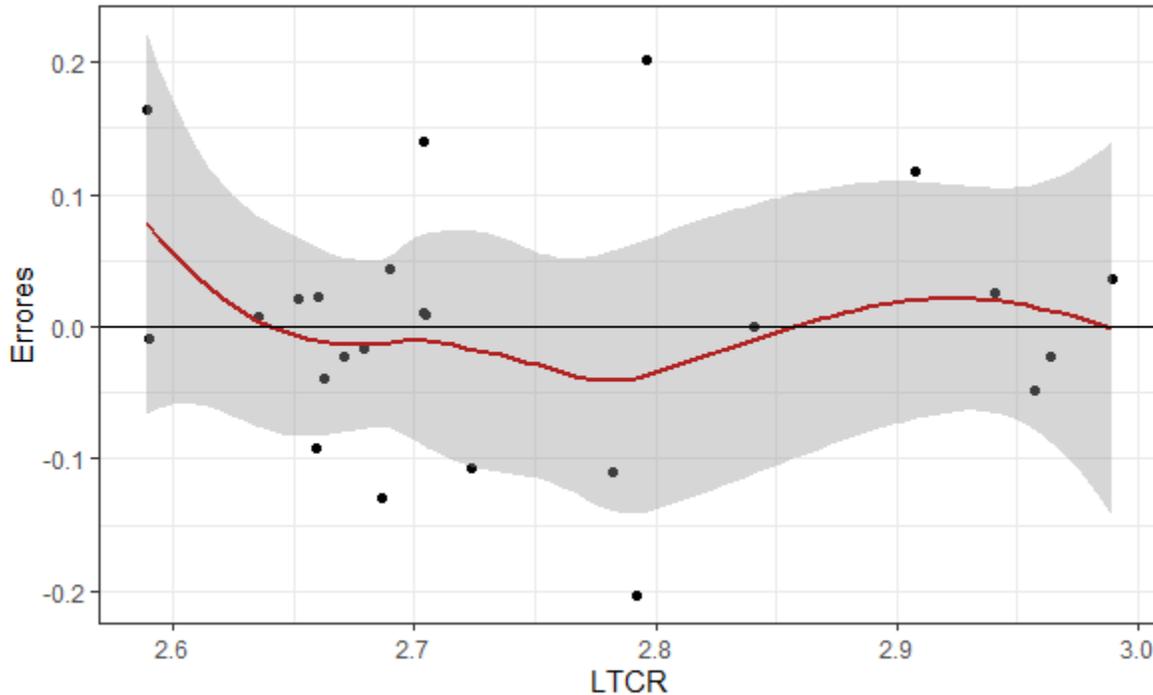


Figura 22. Diagrama de dispersión residuos del modelo vs variable LFHH.

Fuente: Elaboración propia mediante librería *ggplot2* de *RStudio*.

El análisis gráfico mediante diagramas de dispersión entre las variables explicativas y los residuos del modelo, denota en ambos casos que los residuos se distribuyen aleatoriamente en torno a cero. Validando así la relación lineal que hay entre la variable respuesta y cada una de las variables explicativas.

#### 7.4.2. Distribución normal de los residuos

En la Figura 23, se puede ver el *gráfico cuantil-cuantil (Q-Q)*, se observa que los cuantiles del modelo se aproximan bastante a los cuantiles teóricos de la distribución normal, sin embargo debido a la presencia de valores fuera del intervalo de confianza,

es insuficiente concluir únicamente con este método que los errores presentan una distribución normal.

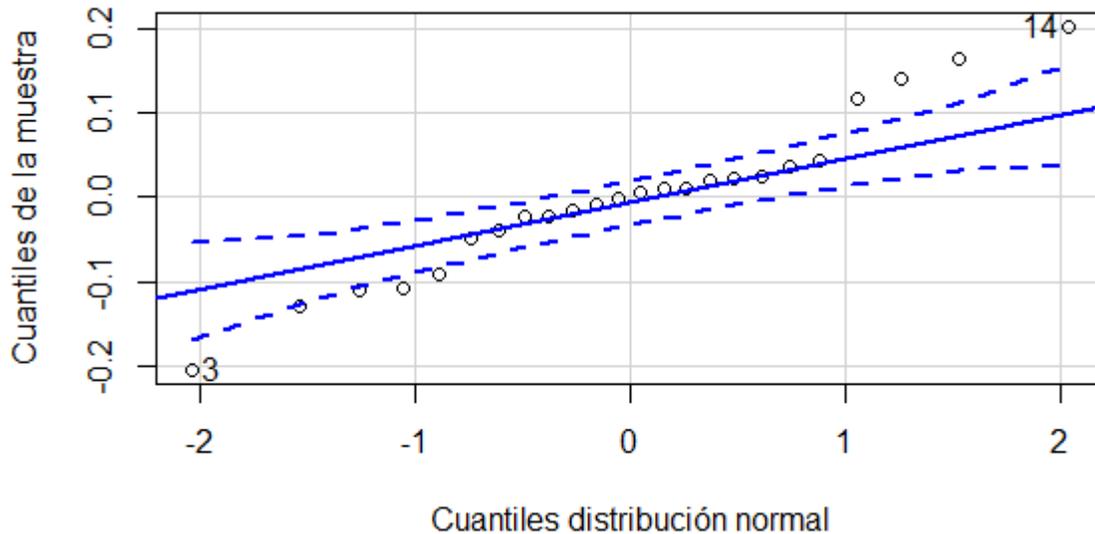


Figura 23. Gráfico cuantil-cuantil (Q-Q) de los errores del modelo.

Fuente: Elaboración propia mediante librería *car* de *RStudio*.

En virtud de lo anterior se realizó la prueba de Shapiro-Wilk, para aceptar o rechazar la presencia de normalidad. La hipótesis nula de la prueba es  $H_0$ = las variables presentan una distribución normal y el criterio de decisión es: si  $p\text{-value} > \alpha$ : No rechazar  $H_0$ . La prueba se realizó mediante la función *Shapiro.test*, se obtuvo un valor del estadístico de prueba  $W$  de 0.962 y cuyo  $p\text{-value}=0.4907$ . A un  $\alpha=0.05$ , se tiene que  $0.4907 > 0.05$ . Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula, existiendo evidencia de que los errores del modelo presentan una distribución normal a un nivel de significancia de 5%.

### 7.4.3. Homocedasticidad

El diagrama de dispersión entre los valores ajustados (predichos) del modelo y los residuos (Figura 24) permite observar que los errores se distribuyen de forma aleatoria alrededor de cero, manteniendo aproximadamente la misma variabilidad a lo largo del eje  $x$ , siendo indicios de homocedasticidad o varianza constante de los errores.

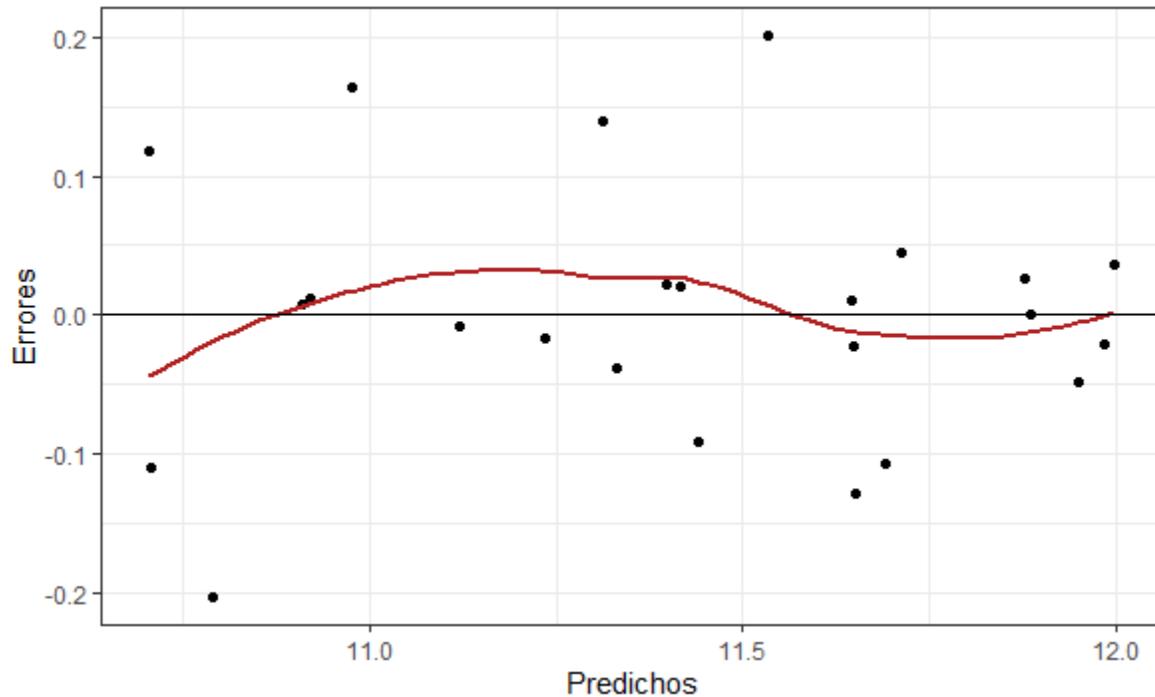


Figura 24. Diagrama de dispersión entre errores y valores predichos del modelo.

Fuente: Elaboración propia mediante librería *ggplot2* de *RStudio*.

Para comprobar, se realizó el Test de homocedasticidad de *Breusch-Pagan*, mediante la librería *lmtest* de *RStudio*, el valor obtenido del estadístico *BP* fue de 3.5178, el valor de  $\chi^2(2, 0.05)$  obtenido de la tabla fue 5.99, entonces dado que  $BP < \chi^2(gf, \alpha)$  y además que el p-valor obtenido de 0.17 es mayor que el nivel de significancia usual de 5%. Dado lo anterior no existe evidencia suficiente para rechazar  $H_0$ : Existencia de homocedasticidad.

#### 7.4.4. Autocorrelación

Para descartar la presencia de autocorrelación se utilizó el estadístico Durbin-Watson (*DW*), el cual se obtuvo mediante la librería *car* de *RStudio*. El valor obtenido de *DW* fue de 1.989, mientras que el valor crítico de  $d_U$  obtenido de las tablas *DW* para  $K=2$  variables y  $n=24$ , fue  $d_U=1.546$  y dada la condición de rechazo de autocorrelación de primer orden:  $d_U < DW < Si\ 4 - d_U$ . Entonces dado que,  $1.546 < 1.99 < 2.454$ , se descarta la presencia de autocorrelación en el modelo

#### **7.4.5. Multicolinealidad**

Como primera aproximación para detectar indicios de colinealidad se estimó el coeficiente de correlación entre las variables explicativas del modelo, el valor obtenido de 0.2, puede usarse de argumento de no existencia de colinealidad. Sin embargo para mayor sustento, se realizó una regresión, tomando a las familias hispanas con hijos como variable dependiente y al TCR como variable explicativa, se obtuvo un  $R^2=0.041$  siendo este valor muy pequeño para sospechar de colinealidad. Como argumento final, con el valor de  $R^2$  se estimó el VIF obteniéndose un valor de 1.042, cuyo valor cercano a uno implica que la presencia de colinealidad no es causa de preocupación.

## CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES

Se pudo identificar los principales determinantes de la demanda de importaciones de papaya mexicana en el mercado estadounidense. El modelo estimado explica en buena parte el comportamiento de la variable dependiente presentando un buen ajuste y significancia estadística de cada uno de los estimadores, los signos obtenidos de los estimadores fueron positivos siendo consistentes con lo propuesto por la teoría económica. Las elasticidades obtenidas confirman lo ya propuesto por algunos autores sobre la clasificación de la papaya como un producto étnico o nostálgico confirmando la importancia que la población de origen hispano tiene en la demanda de papaya en ese mercado. Por otro lado, el tipo de cambio que ejerce influencia en el precio relativo del producto es la segunda variable en importancia que explica la demanda de importaciones de papaya. Lo anterior confirma la hipótesis general y la segunda hipótesis particular planteada en el presente trabajo.

Históricamente México ha destacado como el principal proveedor del mercado estadounidense, en buena parte gracias a su cercanía geográfica y el tratado de libre comercio que mantiene en conjunto con Canadá, esto se pudo corroborar con las altas tasas de crecimiento de las importaciones de papaya proveniente de México, confirmando de este modo la primera hipótesis particular.

La demanda de papaya ha presentado tasas de crecimiento superiores a las tasas de crecimiento de las variables que determinan su demanda en el mercado estadounidense. Confirmando la última hipótesis particular planteada.

## CAPÍTULO 9. LITERATURA CITADA

- Aravena, C. (2005). Demanda de exportaciones e importaciones de bienes y servicios para Argentina y Chile. *Estudios estadísticos y prospectivos*, 36, 1-29. <http://hdl.handle.net/11362/4746>
- Arroyo, M., Aguilar, J., Santoyo, V. y Muñoz M. (2015). Demanda de importaciones de durazno (*Prunus pérsica* L. Batsch) en México procedentes de Estados Unidos de América (1982-2011). *ECORFAM Ciencias Sociales: Economía y Humanidades*, 1, 167-176. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5365654>
- Banco de México. (2021). Sistema de Información Económica: estadísticas del tipo de cambio. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=6&accion=consultarDirectorioCuadros&locale=es>
- Bañuelos, E., Cervantes, M. y Aparicio, A. (1993). Estudio de la Elasticidad y sus Aplicaciones al Campo del Comercio Internacional. Investigación fundación UNAM. [http://economia.unam.mx/miguelc/docs/pubs/pub\\_acadlibinv\\_199311\\_EB\\_B\\_MCJ\\_AA\\_UNAM\\_elasticidad.pdf](http://economia.unam.mx/miguelc/docs/pubs/pub_acadlibinv_199311_EB_B_MCJ_AA_UNAM_elasticidad.pdf)
- Cermeño, R. y Rivera, H. (2016). La demanda de importaciones y exportaciones de México en la era del TLCAN. *El trimestre Económico*, 84 (1), 127-147. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ete/v83n329/2448-718X-ete-83-329-00127.pdf>
- Díaz, I. (2009). Enfoque de Porter y de la teoría basada en los recursos en la identificación de la Ventaja Competitiva: ¿contraposición o conciliación? *Economía y desarrollo*, 144 (1), 101-114. <https://www.redalyc.org/pdf/4255/425541313005.pdf>
- Evans, E. A., Ballen, F.H. y Crane, J.H. (2012). An Overview of US Papaya Production, Trade, and Consumption. *IFAS Extension University of Florida, FE914*. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FE914>
- Escalante, R. y González F. (2018). El TLCAN en la agricultura de México: 23 años de malos tratos. *Ola financiera*, 11 (29), 85-104. <http://dx.doi.org/10.22201/fe.18701442e.2018.29.64143>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). FAOSTAT base de datos estadísticos. <https://www.fao.org/faostat/es/#data>
- FAO. (2020). *Las principales frutas tropicales Análisis del mercado 2019*. Roma. Recuperado de: <https://www.fao.org/publications/card/en/c/CB0834ES>
- Feitó, M. y Portal, M. (2013). La competitividad en las exportaciones de papaya de México: Un análisis cuantitativo. *Revista Perspectivas: Revista de Análisis de Economía y Comercio Exterior*, 7 (2), 27-54. [http://publicaciones.eco.uaslp.mx/VOL12/Paper02-7\(2\).PDF](http://publicaciones.eco.uaslp.mx/VOL12/Paper02-7(2).PDF)

- Fox J, Weisberg S (2019). An R Companion to Applied Regression, Third edition. Sage, Thousand Oaks CA. <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>.
- García, C., Gordo, E., Martínez, J. y Tello, P. (2009). Una actualización de las funciones de exportación e importación de la economía española. *Documentos ocasionales Banco de España*, 5, 9-47. <https://www.bde.es/f/webbde/SES/Secciones/Publicaciones/PublicacionesSeries/DocumentosOcasiones/09/Fic/do0905.pdf>
- Goldstein, M. y Khan, M. S. (1985). Income and Price Effects in Foreign Trade. *Handbook of International Economics*, 2. 1041–1105. [https://doi.org/10.1016/S1573-4404\(85\)02011-1](https://doi.org/10.1016/S1573-4404(85)02011-1)
- Gómez, C. (1998). *Historia del pensamiento económico*. Universidad de Alcalá. <http://www3.uah.es/econ/hpeweb/inicio.html>
- Gujarati, D. N. y Porter, D. C. (2010). *Econometría*. McGraw-Hill Interamericana.
- Gutiérrez, A. y Rosales, M. (2017). Elasticidades de corto y largo plazo de las importaciones agroalimentarias en Venezuela. *Economía*, 42 (44). 37-54. <https://www.redalyc.org/journal/1956/195653981003/html/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). Índice nacional de precios al consumidor. <https://www.inegi.org.mx/temas/inpc/>
- Jiménez, J. A. (2002). *Manual práctico para el cultivo de la papaya hawaiana*. Universidad EARTH.
- Landreth, H. y Colander D.C. (2002). *Historia del pensamiento económico*. McGRAW-HILL.
- Macías, A. (2000). La hortofruticultura mexicana en el marco de las nuevas corrientes de competitividad industrial. *Agroalimentaria*, 6 (11), 49-57. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3229262>
- Mohamed, H. E., Valdivia, R., Portillo, M., y Ávila J. A. (2008). Estimación de la oferta de exportación y demanda de importación de aguacate mexicano hacia el mercado europeo. *Revista mexicana de Economía Agrícola y de los Recursos Naturales*, 1 (1), 117-136. <https://www.researchgate.net/publication/272676361>
- Palmieri, F. G. (2019). *Comercio Internacional: Repensando las teorías del comercio internacional*. Instituto de Estrategia Internacional. [https://www.cera.org.ar/newsite/descargarArchivo.php?idioma\\_code=es&contenido\\_id=4794](https://www.cera.org.ar/newsite/descargarArchivo.php?idioma_code=es&contenido_id=4794)
- Parkin, M. y Loría, E. (2010). *Microeconomía Versión para Latinoamérica*. Pearson Educación.
- Ramales, M. C. (2013): *Economía Internacional. Apuntes Introdutorios*. Editorial Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso.

- Rohr, M., Fernández, J.I., Pallardó, V. (2015). Funciones de demanda del comercio exterior: aproximación a una relación a largo plazo para la Federación de Rusia. *Revista de Economía Mundial*, 39, 143-177. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/866/86639636006.pdf>
- Romero, J. (2012). Evolución de la demanda mexicana de importaciones: 1940-2009. *EconoQuantum*, 9 (1), 7-34. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ecoqu/v9n1/v9n1a1.pdf>
- RStudio Team (2020). RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2017). Planeación Agrícola Nacional (2017-2030) Papaya Mexicana. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257083/Potencial-Papaya.pdf>
- Sánchez, C., Caamal, I. y del Valle M. (2019). Exportación hortofrutícola de México hacia los Estados Unidos de América. *Estudios Sociales*, 29 (54), 1-20. <https://doi.org/10.24836/es.v29i54.766>
- Sánchez, Y. (2011). *Análisis del comportamiento de la demanda de importaciones de limón persa (citrus latifolia tanaka) y mexicano (citrus latifolia swingle) en los Estados Unidos procedentes de México 1994-2008* [Tesis de doctorado, Colegio de Postgraduados].
- Sistema de Información Agroalimentario y Pesquero (2021). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SIAP. (2021). Panorama Agroalimentario 2020. México: SADER. 108-109.
- Sistema de Información Agroalimentaria Vía Internet (2021). SIAVI 5.0 Información arancelaria. <http://www.economia-snci.gob.mx/>
- Sistema Producto Papaya. (2009). oportunidades de mercado e inteligencia comercial internacional de la papaya mexicana e identificación de necesidades de infraestructura logística. <http://www.cultivopapaya.org/wp-content/uploads/PAPAYA2009.pdf>
- The packer. (2021). *Fresh Trends 2020*. <https://www.thepacker.com/magazines/fresh-trends-2020>
- United States Bureau of Labor Statistics. (2021). Consumer price index. <https://www.bls.gov/cpi/research-series/r-cpi-u-rs-home.htm>
- United States Census Bureau (2021). Estadísticas sobre población hispana. [https://www.census.gov/data/tables/time-series/demo/income\\_poverty/historical-income-families.html](https://www.census.gov/data/tables/time-series/demo/income_poverty/historical-income-families.html)
- United State Department of Agriculture. (2021). Estadísticas de comercio: Foreign Agricultural Service. <https://apps.fas.usda.gov/gats/default.aspx>

- Valencia, K., Ávila, D. y Hernández, T. J. (2017). Estudio del mercado de papaya mexicana: Un análisis de su competitividad (2001-2015). *Suma de Negocios*, 8 (18), 131-139. <https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2017.10.002>
- Wickham H (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York. ISBN 978-3-319-24277-4, <https://ggplot2.tidyverse.org>.
- Zeileis A, Hothorn T (2002). "Diagnostic Checking in Regression Relationships." *R News*, 2(3), 7–10. <https://CRAN.R-project.org/doc/Rnews/>.
- Zenteno, A., Peña, J. A. y Petz, A. (2013). La demanda de importaciones mexicanas de maíz en el periodo 1996-2010. *Revista estudiantil de economía*, 5 (1), 23-42. <http://ree.economiatic.com/A5N1/232916.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO A.

Cuadro 3. Datos utilizados en la estimación del modelo.

Año	IMP Papaya EUA-MEX. (Ton.)	Tipo de Cambio Real (MXN/USD)	Familias Hispanas con Hijos (Miles)
1996	50195	18.31	4689
1997	40022	16.16	4910
1998	39661	16.32	5078
1999	55931	14.93	5556
2000	55124	13.95	5669
2001	68891	13.32	5937
2002	66965	13.33	6329
2003	74613	14.57	6453
2004	94213	14.94	6617
2005	80182	14.34	6769
2006	91140	14.29	6982
2007	92646	14.17	7060
2008	84882	14.29	7117
2009	124761	16.38	7058
2010	115214	14.95	7670
2011	100875	14.68	7742
2012	107361	15.24	7776
2013	111954	14.46	7777
2014	127392	14.72	7942
2015	144935	17.12	8122
2016	168123	19.87	8091
2017	156580	19.37	8116
2018	147137	19.24	8009
2019	147643	18.92	7808

\*Tipo de cambio real año base 2018.

## ANEXO B.

### Código de programación en *RStudio*.

#### #Cargar archivo Excel con los datos

```
Datos <- read_excel("Investigación/Bases datos modelo/Datos finales.xlsx")
```

```
DPM=Datos$DPM
```

```
TCR=Datos$TCR
```

```
FHH=Datos$HIJOSFH
```

#### # Convertir variables a logaritmos

```
LDPM=log(DPM)
```

```
LTCR=log(TCR)
```

```
LFHH=log(FHH)
```

#### # Estimación del modelo

```
ModeloDIPM=lm(LDPM~LTCR+LFHH)
```

```
summary(ModeloDIPM)
```

#### # Estimación de Residuales

```
Errores=residuals(ModeloDIPM)
```

#### #Estimación de valores ajustados o predichos

```
Predichos=predict(ModeloDIPM)
```

#### #Incorporación de nuevas variables a la matriz *Datos*

```
Datos=cbind(Datos,Errores=Errores,Predichos=Predichos,
```

```
LDPM=LDPM,LTCR=LTCR,LFHH=LFHH)
```

#### #Validación de los supuestos MCO

#### #Relación lineal entre las variables independientes y la variable respuesta

```
library(ggplot2)
```

```
library(gridExtra)
```

```
plot1 <- ggplot(data = Datos, aes(x=LFHH, y=Errores)) +  
  geom_point() + geom_smooth(color = "firebrick") + geom_hline(yintercept = 0) +  
  theme_bw()
```

```
plot2 <- ggplot(data = Datos, aes(x=LTCR, y=Errores)) +  
  geom_point() + geom_smooth(color = "firebrick") + geom_hline(yintercept = 0) +  
  theme_bw()
```

```
grid.arrange(plot1)
```

```
grid.arrange(plot2)
```

#### #Normalidad

```
library(car)
```

```
qqPlot(Errores, xlab =Quantil (substitute(Errores)))
```

```
qqPlot(Errores,xlab="Cuantiles distribución normal", ylab="Cuantiles de la muestra")
```

```
shapiro.test(ModeloDIPM$residuals)
```

#### #Homocedasticidad

```
ggplot(data = Datos, aes(Predichos, Errores)) +  
  geom_point() +  
  geom_smooth(color = "firebrick", se = FALSE) +  
  geom_hline(yintercept = 0) +  
  theme_bw()  
library(lmtest)  
bptest(ModeloDIPM)  
#Autocorrelación  
library(car)  
dwt(ModeloDIPM, alternative="two.sided")  
#Multicolinealidad  
cor(LFHH,LTCCR)  
regcol=lm(LFHH~LTCCR1)  
summary(regcol)
```