



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ECONOMÍA

**“OPCIONES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS PARA MEJORAR EL INGRESO
DEL PRODUCTOR DE DURAZNO (*Prunus persica* (L.) Batsch) EN EL
ESTADO DE MÉXICO”**

MARÍA ISABEL ORTIZ RIVERA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE :

DOCTORA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2017

OPCIONES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS PARA MEJORAR EL INGRESO DE LOS PRODUCTORES DE DURAZNO (*Prunus persica* (L.) Batsch) EN EL ESTADO DE MÉXICO

María Isabel Ortiz Rivera, D.C.
Colegio de Postgraduados, 2017.

RESUMEN

La producción mexicana de durazno esta enfrentando una severa crisis económica debido a que la superficie sembrada, la producción y los precios reales han disminuido en los últimos años y por ende los ingresos de los productores son relativamente más bajos. El objetivo de esta investigación fue proponer opciones técnicas y económicas a los productores para que mejoren sus ingresos. Para lograr lo anterior, en primer lugar, se analizó la dinámica, la tendencia y la volatilidad del precio medio rural del durazno. Con la metodología de un modelo dinámico bajo un mercado simple, una ecuación diferencial de segundo grado y una ecuación browniana se obtuvo que el precio real del durazno presentó severas oscilaciones con tendencia negativa. Seguidamente, se propusieron varias opciones. Una de ellas fue evaluar la viabilidad económica de convertir el sistema de producción convencional hacia el sistema de producción orgánica. La evaluación económica de esta propuesta se realizó con la teoría de las opciones reales. Además, se cuantificó y estimó el valor de los subproductos y residuos derivados del cultivo para adicionarlos a los ingresos finales del agricultor. Los resultados mostraron que fue factible invertir en la producción orgánica y, que la valoración económica de los subproductos contribuyó a mejorar el ingreso de los productores. Finalmente, se investigó sobre la comercialización del fruto en el Estado de México; se encontró que los productores venden su producción a agentes intermediarios quienes se apropian de las dos terceras partes del precio que paga el consumidor; por esta razón se propuso un nuevo canal comercial en el cual los productores esten integrados en una asociación.

Palabras clave: *Prunus persica* (L.) Batsch, mercado simple, agricultura orgánica, opciones reales, subproductos.

TECHNICAL AND ECONOMIC OPTIONS TO IMPROVE THE INCOME OF PEACH (*Prunus persica* (L.) Batsch) PRODUCERS IN THE STATE OF MEXICO

María Isabel Ortiz Rivera, D.C.
Colegio de Postgraduados, 2017.

ABSTRACT

Mexican peach production is facing a severe economic crisis because the area sown, production and real prices have declined in recent years and therefore the income of producers are relatively lower. The objective of this research was to propose technical and economic options to producers to improve their income. To achieve this, firstly, the dynamics, trend and volatility of the rural average price of peach were analyzed with a methodology focused on a dynamic model under a simple market, a second-order difference equation and a Brownian equation. It was obtained that the real price of the peach presented severe oscillations with negative tendency. Secondly, several options were proposed. One of them was to evaluate the economic feasibility of converting the conventional production system to the organic production system. The economic evaluation was done with the theory of real options. In addition, the value of by-products and residues derived from the crop were quantified and estimated to be added to the farmer's final income. The results showed that it was feasible to invest in organic production and that the economic valuation of by-products contributed to improving the income of producers. Finally, the commercialization of the fruit in the State of Mexico was investigated and it was found that producers sell their production to intermediary agents who appropriate two-thirds of the price paid by the final consumer; for this reason a new commercial channel was proposed in which the producers are integrated in an association.

Keywords: *Prunus persica* (L.) Batsch, simple market, organic agriculture, real options, by-products.

A mi Dios y Señor

A mi hermosa madre, Francisca

A mi esposo, Aarón

A mi bella niña, Karol

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt)

Al Colegio de Postgraduados

Al Dr. José de Jesús Brambila Paz por toda su ayuda, paciencia y sobretodo por guiarme en este proceso de mi formación académica.

Al Dr. Manuel Pineda Priego de la Universidad de Córdoba (España) por todo su cariño y generosidad.

A mi consejo particular, Dr. Daniel Barrera Islas, Dr. Enrique de Jesús Arjona, Dr. Glafiro Hernández, Dra. Ma. del Carmen López y Dr. Juvencio Hernández por sus finas atenciones.

Al Dr. Marcos, la Dra. Mariana por su generosa ayuda

A mis queridos amigos, Vianeth Mendez, Sandy Huerta, Sara Lucia Paquini y Jorge Reyes

A Gerardo Galindo mi fiel amigo

Al Dr. Edmundo Martínez, ha sido una enorme bendición haberlos conocido.

A Doña Lupita.

A Lupita, Vero, Raymundo, Don Oscar e Isabel por su amabilidad, siempre tan generosa.

CONTENIDO

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE CUADROS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.2 OBJETIVO.....	18
1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.3 HIPÓTESIS	19
1.4 MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
1.4.1 Zona de estudio	20
1.4.2 Selección de la muestra.....	20
1.5 REVISIÓN DE LITERATURA	22
1.5.1 La importancia de la biomasa	22
1.5.3 Definición de subproducto.....	22
1.5.4 Estudios de subproductos derivados de frutas, plantas y flores	22
1.5.5 Subproductos derivados de la producción e industrialización del durazno	25
1.5.6 El aceite de la semilla de durazno.....	26
1.6 La teoría de las opciones reales	27
1.6.1 ¿Qué es una opción real?	27
1.6.2 Uso de las opciones reales en la evaluación de proyectos.....	27
1.7 Literatura citada.....	28
CAPÍTULO II. ORIGEN DEL DURAZNO	33
2.1 La difusión del durazno en el mundo	34
2.2 El durazno en México	35
2.3 Aspectos botánicos del durazno	36
2.4 El durazno, un producto funcional	37
2.5 Literatura citada.....	40
CAPÍTULO III. PANORAMA MUNDIAL Y NACIONAL DE LA PRODUCCION Y COMERCIO DEL DURAZNO	42
3.1 Tendencia de la producción mundial de durazno.....	42
3.2 Comercio mundial de durazno	44

3.3 Comercio mundial de durazno procesado.....	45
3.4 La producción de durazno en México	46
3.4.1. Superficie sembrada	46
3.4.2 Cantidad producida	47
3.4.3 Principales estados productores	48
3.4.4 Rendimientos	49
3.4.5 Precios reales pagados al productor	50
3.4.6 Exportaciones e importaciones	51
3.4.7 Consumo per cápita	52
3.4.8 Estacionalidad de la producción.....	53
3.4.9 Canal comercial	54
3.5 literatura citada.....	55
CAPÍTULO IV. EL PRECIO DEL DURAZNO PARA LA TOMA DE DECISIONES DE LOS PRODUCTORES MEXICANOS.....	57
4.1 Resumen.....	57
4.2 Abstract	58
4.3 Introducción.....	58
4.4 Metodología.....	60
4.5 Resultados y discusión.....	66
4.6 Conclusiones.....	72
4.7 Literatura citada.....	73
CAPÍTULO V. OPCIONES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS PARA MEJORAR EL INGRESO DE LOS PRODUCTORES DE DURAZNO EN EL ESTADO DE MÉXICO	75
5.1 Resumen.....	75
5.2 Introducción.....	77
5.3 Materiales y métodos.....	79
5.4 Resultados y discusión	84
5.5 Conclusiones.....	89
5.6 Literatura citada.....	89
CAPÍTULO VI. LA COMERCIALIZACIÓN DEL DURAZNO EN EL ESTADO DE MÉXICO	94
6.1 Resumen.....	94
6.2 Abstract	95
6.3 Introducción.....	96
6.4 Materiales y métodos.....	97

6.5 Resultados y discusión	98
6.6 Conclusiones	103
6.7 Literatura citada.....	105
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES GENERALES	107
CAPÍTULO VIII. RECOMENDACIONES.....	108
ANEXOS.....	109
A. Cuestionario de la producción y comercialización de durazno en el Estado de México.....	109
B. Extracción, rendimiento y composición del aceite de la semilla del durazno.....	119
C. Obtención del precio medio rural real del durazno.....	121

LISTA DE CUADROS

Cuadro 2.1. Nutrientes, antioxidantes y compuestos bioactivos del durazno, la manzana y la pera.	38
Cuadro 2.2. Composición nutricional del durazno y otras frutas.	39
Cuadro 3.1. Variación de la producción de los principales productores de durazno en el mundo. Miles de ton.	44
Cuadro 3.2 Producción de durazno/nectarina para la industria. Miles de ton.	46
Cuadro 4.1. Coeficientes estimados del modelo.	69
Cuadro 5.1. Ingresos y costos de la producción orgánica de durazno en el Estado de México. \$/ha.....	80
Cuadro 5.2. Precio estimado de los subproductos del cultivo del durazno.	81
Cuadro 5.3. Valores y parámetros para el cálculo de las opciones reales.....	84
Cuadro 5.4. Costos e ingresos de la producción convencional de durazno en el Estado de México para un período. \$/ha.....	84
Cuadro 5.5. Árbol binomial del valor presente del proyecto al inicio de la transición.	86
Cuadro 5.6. Árbol binomial con la opción de abandono en un horizonte de 10 años.....	87
Cuadro 5.7. Ingresos, costos y valor de los subproductos y residuos de la producción orgánica de durazno en el Estado de México. \$/ha	88
Cuadro 5.8. Árbol binomial del valor presente del proyecto con el valor de los subproductos	88
Cuadro 6.1. Márgenes de comercialización y participación del precio de los agentes de comercialización del durazno en el Estado de México, 2016.....	102

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Pintura china de Ma Tai (1885-1935)	34
Figura 3.1. Tendencia de la producción mundial de durazno.	42
Figura 3.2. Producción de durazno en el mundo por regiones.	43
Figura 3.3. Principales países exportadores de durazno.	45
Figura 3.4. Principales países importadores de durazno.	45
Figura 3.5. Superficie sembrada de durazno en México.	47
Figura 3.6 Producción de durazno en México.	48
Figura 3.7 Principales estados productores de durazno en México.	49
Figura 3.8 Rendimiento del durazno en México.	50
Figura 3.9. Precio Medio Rural Real del durazno en México. Base 2015.	51
Figura 3.10 Producción, Importaciones, Exportaciones y Consumo Nacional Aparente (CNA)	52
Figura 3.11. Consumo per cápita de durazno en México.	53
Figura 3.12. Estacionalidad de la producción de durazno en México.	53
Figura 4.1. Precio medio rural real del durazno en México. (\$/kg).	59
Figura 4.2. Convergencia del mercado de durazno en México.	68
Figura 4.3. Comportamiento del precio medio rural del durazno.	71

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch) se originó China donde representa un símbolo de inmortalidad y larga vida (Wang y Zhuang, 2001). De acuerdo con la literatura china, se tienen registros del cultivo del durazno desde hace más de 3,000 años. Se cree que este fruto se llevó de China a Persia, en donde por un tiempo fue conocido como “Manzana Pérsica”, de ahí se extendió rápidamente a Europa. En el siglo XVI se estableció en México y posteriormente, en el siglo XVII, los misioneros españoles lo introdujeron a California.

El durazno otorga beneficios económicos a las regiones productoras y se recomienda su consumo por sus gracias a la salud humana (Yang et al., 2011). Es considerada una deliciosa y saludable fruta que es una fuente potencial de compuestos bioactivos con beneficios medicinales (Manzoor et al., 2012) que actúan como una protección contra diversas enfermedades crónicas (Tsantili et al., 2010), debido a que contiene una buena cantidad de carbohidratos, ácidos orgánicos, minerales, proteínas, vitaminas, fibra, y compuestos fenólicos que son buenas fuentes de antioxidantes (Tomás-Barberán et al., 2001).

A nivel mundial prevalece una gran diversidad en el germoplasma del durazno, esto es, por la variedad y el tamaño de los árboles, de las flores y el fruto, por los requerimientos de horas frío, la textura, la acidez y el color de la pulpa que varía de verde a blanco o amarillo y de naranja a rojo y púrpura con diversas gradaciones y combinaciones de estas tonalidades, la adhesión de la semilla a la pulpa, entre otros. Los cultivares económicamente importantes se destinan como fruta fresca y para su procesamiento para la elaboración de frutas enlatadas, jaleas, mermeladas, zumos, pulpa para yogures y licores (Byrne, 2012).

Actualmente, es un fruto comercial trascendente en muchos países. Hoy día existen cerca de 1.5 millones de hectáreas cosechadas en todo el mundo, con una producción que asciende a 23 millones de toneladas. China, la Unión Europea y los Estados Unidos son las tres principales regiones productoras al concentrar 76% de la producción global (FAO, 2017).

En México, el durazno es uno de los cultivos de hoja caduca más significativos gracias a las diversas variedades que se han adaptado a las condiciones climatológicas de cada región del país y es labrado de manera tradicional en prácticamente todo el territorio nacional. Sin embargo, este sector productivo enfrenta una crisis económica debido a que en los últimos diez años, tanto la superficie sembrada se ha reducido 22% como la cantidad de producción 20% al pasar de 45

a 35 mil hectáreas y de 222 a 176 mil toneladas respectivamente. Aunado a lo anterior, el ingreso real por hectárea que recibe el productor también presenta tendencia a la baja (SIAP, 2017).

El propósito de esta tesis es aportar algunas estrategias que permitan mejorar el ingreso de los productores de durazno en México. Para ello se analiza el precio medio rural del fruto a fin de determinar su comportamiento en el mediano plazo, esto, para que los productores puedan tomar decisiones futuras respecto a su producción. Entre las opciones que se estiman destaca la de evaluar económicamente la conversión de durazno convencional hacia la producción orgánica y, también, valorar económicamente todos los subproductos y residuos generados durante la producción. Asimismo se plantea estudiar las características químicas del fruto y de la biomasa a fin de utilizar estos recursos para la elaboración de productos y servicios que pudieran generar recursos económicos, ambientales y sociales para beneficio de los productores y de la sociedad.

Para desarrollar lo anterior, el estudio se extendió en ocho capítulos que detallan la estructura y secuencia del mismo. El capítulo uno aborda las generalidades de la investigación, tales como, el planteamiento del problema, los objetivos e hipótesis y la revisión de literatura.

El segundo capítulo analiza el origen y la dispersión del durazno en el mundo y en México. Se describen los principales aspectos botánicos y los compuestos nutricionales, antioxidantes y fenólicos del fruto.

El panorama mundial y nacional de la producción y el comercio del fruto se discute en el capítulo tres. De manera específica, se detalla el nivel de la superficie sembrada, la producción, los rendimientos, el comercio y los precios reales recibidos por el productor en México.

En el cuarto capítulo se indaga sobre el comportamiento del precio medio rural del durazno en México para conocer su comportamiento en el mediano plazo. Se consideró que el precio recibido por el productor es la variable que determina, en gran medida, que los productores se incentiven en continuar con la producción.

En vista de que el precio futuro no tiene expectativas de crecimiento en los próximos años, se hizo vital proponer algunas alternativas y opciones que podrían ayudar a mejorar el ingreso de los productores. Así que en el quinto capítulo, se evaluó económicamente la transición de la producción convencional hacia la orgánica; además se propuso adicionar el valor de los residuos y subproductos generados durante y después de la cosecha.

En el capítulo seis, se analiza la situación comercial del fruto en el Estado de México; de acuerdo con la información de campo recolectada, se elaboró un canal comercial del durazno comercializado y se comparó con un canal comercial del mismo fruto pero como si este fuera orgánico.

Finalmente, los capítulos siete y ocho concentran las conclusiones generales y las recomendaciones de la investigación, respectivamente.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El durazno es una fruta que tiene gran importancia económica y social en México debido a la superficie plantada y los volúmenes de producción. El cultivo se extiende en todo el país gracias a las condiciones climáticas favorables que predominan. Sin embargo, este sector productivo enfrenta una crisis económica debido a que en los últimos diez años, tanto la superficie sembrada se ha reducido 22% como la cantidad de producción 20% al pasar de 45 a 35 mil ha y de 222 a 176 mil t respectivamente. Aunado a lo anterior, el ingreso real por hectárea que recibe el productor también presenta tendencia a la baja, sumado al tiempo adverso que impacta severamente los niveles de producción. Además, la estacionalidad de la producción provoca sobreproducción en determinadas épocas del año, el fruto es susceptible a daños físicos postcosecha y los altos costos de producción y la competencia internacional son factores que están delimitando a este subsector agropecuario, el cual representa una actividad importante en las regiones productoras por las altas inversiones realizadas y porque es una fuente generadora de ingresos y empleos a la región.

De la misma manera, la mayoría de la producción se destina al mercado en fresco y productos primarios. Así que los ingresos de los productores de durazno son también reducidos en gran medida debido al bajo nivel de procesamiento para darle valor agregado.

En virtud de que el consumo de productos orgánicos y funcionales van en aumento, sobretudo, en los países con ingresos más elevados que demandan productos más saludables, de mejor calidad y que contribuyen al bienestar del medio ambiente se abre la oportunidad de convertir el sistema de producción convencional hacia un sistema orgánico. De esta manera, los agricultores obtendrían un mejor ingreso por la venta de su producto; esto porque el precio de este tipo de frutas es más elevado.

Además, otra de las maneras en la que los productores podrían aumentar sus beneficios es dar un aprovechamiento adecuado a los subproductos que se generan durante el proceso de producción y comercialización del fruto; sería preciso dar un valor económico a la fruta que queda en la huerta la cual no es vendida porque es de baja calidad o se encuentra en mal estado y también aprovechar la biomasa (ramas y hojas) que permanece en el terreno año con año tras la poda correspondiente, la cual no es tratada, y que representa, en muchos casos, una fuente de contaminación para el medio ambiente porque es amontonada y quemada al aire libre para liberar al terreno.

Sin embargo, en México, existe escasa información tanto de la producción orgánica del durazno como del aprovechamiento de los subproductos concebidos durante los procesos de producción y comercialización; aún se desconocen cuáles son los subproductos, las cantidades a las que ascienden, sus características biológicas, químicas y funcionales que guardan y sobretodo, su valoración económica.

Así que generar esta información como parte de la investigación puede aportar conocimiento que permita considerar a esta forma de producción una opción rentable que otorgue beneficios de los productores. Por esto, es de suma importancia producir información acerca de todos los subproductos que quedan tras la producción del cultivo a fin de puedan ser reutilizados con el propósito de reducir desperdicios, mejorar la eficiencia en el proceso de producción y comercialización, y finalmente, para ser aprovechados como una oportunidad de negocio que genere ingresos adicionales a los productores y beneficie a las comunidades.

De esta manera, la presente investigación se muestra importante porque analizará el precio medio rural real del durazno, establecerá estrategias que fomenten la tradición del cultivo que conlleven a mejorar el ingreso de los productores a través de opciones reales como convertir su sistema tradicional hacia un sistema de producción orgánica, por medio del aprovechamiento de los residuos y subproductos obtenidos en la producción del durazno en el Estado de México.

1.2 OBJETIVO

Proponer estrategias técnicas y económicas que contribuyan a mejorar el ingreso de los productores de durazno en el Estado de México.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar la tendencia y la volatilidad del precio medio rural del durazno en el corto y mediano plazo a fin de vislumbrar con precisión su comportamiento y sus características de tal manera que se pueda proporcionar una valiosa referencia en la toma de decisiones de los productores de durazno en México.

Evaluar económicamente la conversión de la producción de durazno convencional hacia la producción de durazno orgánico e incorporar el valor económico de los subproductos y residuos generados en el proceso de producción al ingreso del productor en el estado de México.

Analizar el proceso de comercialización del durazno en el Estado de México, los agentes participantes, el canal comercial, la participación del productor en el precio pagado por el consumidor final y los márgenes de comercialización

1.3 HIPÓTESIS

El precio medio rural del durazno en México presenta volatilidad con tendencia negativa.

La conversión de la producción convencional hacia la producción orgánica de durazno contribuye a mejorar el ingreso de los productores de durazno en el Estado de México.

La comercialización del durazno en el Estado de México esta dominada por los agentes intermediarios quienes se adjudican el mayor margen de comercialización.

1.4 MATERIALES Y MÉTODOS

Para la ejecución de los objetivos planteados, el trabajo se efectuó en dos etapas. En la primera, que coincide con el primer objetivo, se aplicó la teoría de un mercado dinámico simple, una ecuación diferencial de segundo grado y una ecuación browniana. Para su desarrollo, se consultaron algunas fuentes secundarias provenientes de las instituciones oficiales. Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico Gretl y Microsoft Excel. En el capítulo cuatro se profundiza sobre los conceptos y las variables anteriormente citados.

Para la realización de la segunda etapa fue necesario desarrollarla en varias fases. La primera consistió en hacer una amplia revisión de literatura referente al estado del arte de los subproductos derivados del durazno. De manera específica, se investigaron las propiedades químicas, biológicas, físicas y nutrimentales del árbol y su fruto a fin de valorar cuáles elementos podrían ser considerados como subproductos con valor económico y qué productos o servicios se podrían obtener de ellos.

La segunda fase descansó en que una vez identificada la potencialidad para la explotación de dichos subproductos, se procedió a hacer una investigación de campo con el propósito de obtener la información necesaria. Para conseguir esta información se procedió a elegir una zona de estudio y seleccionar una muestra representativa. En seguida se detalla este proceso.

1.4.1 Zona de estudio

La investigación se realizó en los principales municipios productores de durazno del Estado de México (Figura 1.1). Las razones de elegir esta zona se convinieron, principalmente, a que esta entidad es la de mayor producción del país, y debido a sus particularidades de producción, es decir, la época de cosecha, la variedad de durazno sembrado y los rendimientos.

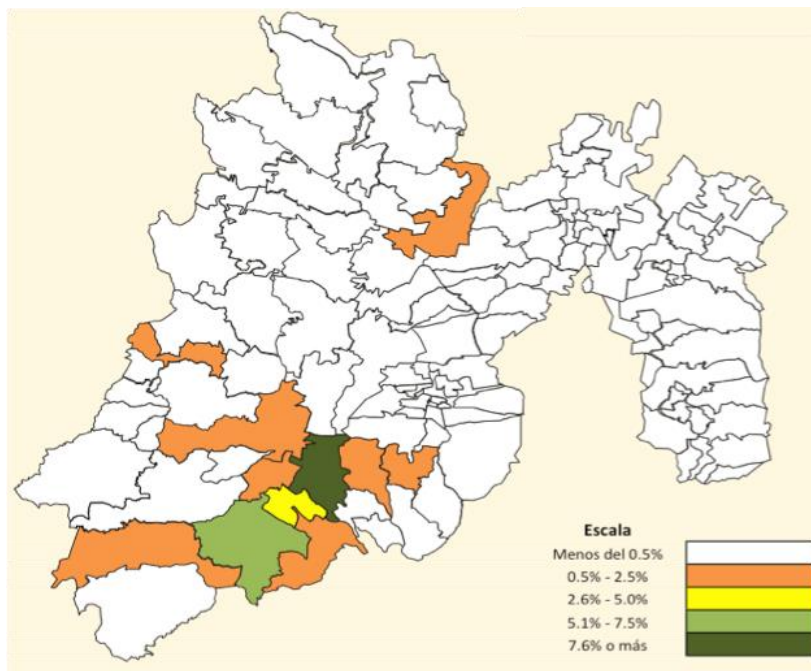
1.4.2 Selección de la muestra

La selección de los productores se hizo a través del muestreo de bola nieve. Este tipo de muestreo se emplea cuando es complicado identificar la población o bien, es difícil acceder a ella. Consiste en ir seleccionando los individuos a partir de un solo sujeto o grupo reducido que a su vez conducen a otras personas que poseen las características del estudio; estos, dirigen a otros y así sucesivamente se va recopilando la información necesaria.

Por medio de entrevistas semiestructuradas, se cuestionó a productores con el propósito de obtener información relativa a los problemas, las opiniones, las percepciones y las practicas de

producción y comercialización; los costos y los ingresos que se obtienen por el cultivo; se indagó acerca de los subproductos que se generan antes y después del cosecha, los rendimientos, el uso que se les dan y las cantidades a las que ascienden (Anexo 1).

Figura1.1 Ubicación de la zona de estudio.



Fuente: Secretaría de Desarrollo Agropecuario, unidad de Información Planeación, Programación y Evaluación, con base en información del SIAP.

La tercera fase radicó en que una vez obtenida la información se procedió a procesarla a través del programa estadístico Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS) versión 20.0 y Microsoft Excel. En cuanto a los subproductos y residuos reconocidos en las huertas, se tomaron algunas muestras del fruto y su semilla y la biomasa (hojas) para llevarlas al laboratorio de botánica del Colegio de Postgraduados (Colpos) y analizar sus propiedades químicas y biológicas. De acuerdo con las características que poseyeron, se procedió a buscar la alternativa o aplicaciones de uso que pudieran tener y que se les pudiera dar.

Finalmente, y de manera específica, para analizar los datos ganados, se utilizó la teoría de las opciones reales y el instrumento de los árboles binomiales. El desarrollo de esta metodología se visualiza en el capítulo cinco.

Por último, para el análisis de la comercialización de durazno, también se cuestionó a los agentes de comercialización identificados (mayoristas y menudistas) a fin de elaborar el canal

comercial y obtener los márgenes de comercialización. En el capítulo seis se describió a detalle los materiales y métodos utilizados.

1.5 REVISIÓN DE LITERATURA

1.5.1 La importancia de la biomasa

La biomasa y los residuos biológicos están suministrando los recursos renovables más eficientes y abundantes que forman la base de una bioeconomía (Lin et al., 2013). La producción de energía a partir de biomasa es parte de este concepto que se va a desarrollar en las próximas décadas. En el sector de la energía, los cultivos energéticos podrían utilizarse para producir calor y electricidad y podrían sustituir a los combustibles fósiles y, por tanto, ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y contribuir al logro de los objetivos ambientales (Singh et al., 2013).

En los países en vías de desarrollo, la rápida urbanización y el crecimiento económico han llevado al aumento de la generación de residuos, poniendo en evidencia las cuestiones relacionadas con sus impactos. El problema de los residuos agrícolas, industriales o municipales, de los residuos domésticos o agroindustriales, de los residuos plásticos o de los efluentes de aguas residuales es grave en términos de su magnitud y los posibles impactos sobre el aire, la tierra y la salud de las personas que gestionan estos flujos de residuos (EIMekawy et al., 2014).

1.5.3 Definición de subproducto

Un subproducto es una sustancia o materia que resulta de un proceso de producción cuyo propósito no fue la obtención de este.

1.5.4 Estudios de subproductos derivados de frutas, plantas y flores

Górnaś y Rudzińska (2016), estudiaron la composición de nueve semillas de frutas que representan un subproducto después de que el producto principal se procesa. Estas semillas provinieron de la sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. and Nakai), el melón (*Cucumis melo* L.), el espino amarillo (*Hippophae rhamnoides* L.), la grosella roja (*Ribes rubrum* L.), la granada (*Punica granatum* L.), el membrillo japonés (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach), la uva (*Vitis vinifera* L.), la grosella (*Ribes uva-crispa* L.) y la manzana (*Malus domestica* Borkh.), las cuales constituyen un subproducto en la industria y son un recurso con amplio potencial para ser explotado por los beneficios económicos, ambientales y de salud. Los resultados mostraron que las semillas recuperadas de la industria son una fuente generadora de aceites no

convencionales. En dicha investigación se concluyó que el aceite de las semillas del membrillo japonés, de la sandía y del melón pueden ser consideradas como materia prima para la producción de biodiesel; mientras que los compuestos bioactivos¹ de las semillas de granada, grosella roja, grosella y espino amarillo son un recurso viable para su utilización en la industria cosmética y farmacéutica.

Esquivel y Jiménez (2012), investigaron que los subproductos obtenidos durante el procesamiento del café pueden ser considerados como un recurso potencial para la industria alimenticia, energética, entre otras; que sus principales residuos, la cáscara, la piel, el mucílago, el pergamino y la pulpa, los cuales componen aproximadamente 45% de la cereza, poseen compuestos valiosos que pueden ser una fuente de compuestos fitoquímicos para las industrias alimentarias y farmacéuticas; un ingrediente funcional por su bajo contenido de grasas y carbohidratos, alto contenido de fibras solubles en la dieta y una marcada actividad antioxidante.

En el caso del café, más del 50% de la fruta no se usa para la producción destinada a la comercialización y por lo tanto es desechada durante el proceso de transformación, por lo que es interesante encontrar aplicaciones para estos residuos que podrían ser destinados para la industria alimenticia y energética (Esquivel y Jiménez, 2012).

En otra investigación sobre el café, Fonseca-García et al. (2014) señalan que durante su industrialización se genera una gran cantidad de desechos; se estima que sólo 5% de la biomasa se utiliza en la preparación de la bebida. El porcentaje restante corresponde a residuos o subproductos (hojas, ramas, tallos, frutos verdes, borra y pulpa) que representan 44% del fruto en fresco. En este sentido, el objetivo del estudio consistió en evaluar la capacidad antioxidante y el contenido de fenoles totales de los subproductos (pergamino, pulpa y cáscara) de la industria café producido y comercializado en Norte de Santander (Colombia) con el propósito de encontrar posibles usos de estos residuos. Los resultados reportaron que los subproductos contienen fenoles totales y capacidad antioxidante por lo que se pueden usar como fuentes naturales de antioxidantes.

También se ha estudiado el uso de los residuos de la pulpa de manzana, la cáscara de la naranja y del plátano (Hernández-Carranza et al., 2016). Se concluyó que dichos subproductos

¹ Un compuesto bioactivo es un tipo de sustancia química que se encuentra en pequeñas cantidades en las plantas y algunos alimentos (frutas, verduras, nueces, aceites y granos integrales). Estos compuestos cumplen funciones en el cuerpo que pueden promover la buena salud.

son un antecedente de compuestos bioactivos que podrían ser utilizados para obtener productos con valor agregado.

La producción de aceite de olivo, una importante actividad agro-industrial en las regiones del Mediterráneo, genera una gran cantidad de desperdicios o residuos (Mirabella et al., 2014), entre los que se encuentran la pulpa del fruto, el agua residual del molino, las hojas y las semillas (Nunes et al., 2016). A partir de estos residuos se pueden obtener ingredientes de alto valor mediante la recuperación de compuestos bioactivos. Estos pueden ser empleados por la industria alimentaria con la finalidad de mejorar el perfil nutricional del producto o bien, cumplir con una función tecnológica que tenga aplicaciones en la industria cosmética y farmacéutica.

De esta manera, Molina y Yañez (2008), proponen el uso potencial en el aprovechamiento de los subproductos obtenidos en el cultivo de los olivos para la alimentación de pequeños rumiantes, ovinos y caprinos. Los subproductos generados en la producción de olivos son las hojas y ramas; la pulpa, la piel, la semilla y el agua del fruto; y, la piel de los olivos como compuesto individual.

También los subproductos o desperdicios derivados de la producción del aceite de *Lavandula latifolia* se evaluaron a fin de perfilarlos como una sustancia compuesta de antioxidantes (Méndez-Tovar et al., 2015). Según los autores, la utilización de los residuos de la lavandula pueden ser un recurso natural de antioxidantes que podrían ser empleados en la alimentación animal o como un agente de conservación de los alimentos naturales en la industria alimentaria. Mediante la valoración de estos subproductos se podrían reducir los costos de producción y preservar el ambiente.

En el sur de Argelia, la palma datilera constituye un apoyo importante en la agricultura que ofrece millones de toneladas de subproductos cada año que no son aprovechados en la región, los cuales afectan el paisaje, contaminan el ambiente y provocan incendios durante la época de calor (Khellou et al., 2016). Dichos subproductos son el tronco del árbol y las hojas o palmas secas que en años anteriores se utilizaban para la fabricación de fibras, escobas, se elaboraban cestos y sombreros, y los troncos se empleaban para la construcción. Actualmente, el único uso que se les da es para quemarlos en hornos tradicionales donde se fabrican las artesanías de cerámica. Durante este proceso se generan grandes cantidades de cenizas. Es por este motivo que el objetivo de esta investigación fue valorizar los compuestos de dichas cenizas a fin de recomendar su uso. Se concluyó que la adición de las cenizas de las palmas a los diferentes

elementos o sustancias es buena opción para la construcción de carreteras y caminos en la región del Sahara.

En otros estudios se propone el uso de los subproductos de las frutas y vegetales para la alimentación de animales de granja (Kasapidou et al., 2015). De acuerdo con los autores, existe evidencia de que los subproductos generados en el proceso de transformación de los hortofrutícolas se pueden utilizar de manera efectiva en la nutrición de dichos animales como ingredientes en alimentos funcionales para la producción de productos alimenticios de mejor calidad.

De la misma forma, Gil-Guerrero et al. (2106) evaluaron los compuestos activos de algunos cultivos tropicales como suplementos para alimentar a los animales de granja. Los autores mencionan que una gran cantidad de compuestos fenólicos² son abundantes en los subproductos del mango, del aguacate, las cáscaras de papa, en la piña y en la papaya. Estos compuestos tienen propiedades antibacterianas; pueden ejercer beneficios para la productividad y la salud de los rumiantes.

1.5.5 Subproductos derivados de la producción e industrialización del durazno

Los principales residuos del durazno consisten en la semilla y la cáscara (O'Shea et al., 2012). Las semillas contienen una almendra con alto contenido de aceite que comprende alrededor del 50% en peso de aceites (Sánchez-Vicente et al., 2009) y 27.5% de proteína (Rahma, 1988), con importantes propiedades terapéuticas y nutricionales debido a la presencia de ácidos grasos insaturados, alto contenido de ácido oleico (58%), linoleico (32%) y ácido palmítico (8%) (Kamel y Kakuda, 1992), y otras sustancias que son similares a otras semillas oleaginosas como el anacardo, almendra y avellana (Mezzomo et al., 2009).

Estos residuos han sido utilizados para extraer su pectina como espesante en mermeladas. Actualmente, se utilizan como gelificantes en cualquier alimento y de acuerdo a sus características, tiene el potencial para ser utilizado como grasa o sustituto de harina. Schieber et

² Los compuestos fenólicos o polifenoles en los alimentos son un grupo de sustancias químicas que se originan de una de las principales clases de metabolitos secundarios. La contribución de los fenólicos es reconocida en la pigmentación de los vegetales, se asocian con la astringencia presente en varias frutas comestibles, funcionan como antibióticos y pesticidas naturales, y sus propiedades contribuyen a la actividad antioxidante natural de los alimentos (Shahidi y Naczki, 2003).

al. (2001) mencionan que las semillas del fruto pueden ser usadas para la producción de persipán³.

El alto contenido de aceite en las almendras de la semilla de durazno indican que este residuo es una fuente viable de aceite vegetal que puede ser destinado a las industrias de alimentos y suplementos nutraceuticos⁴ (Sánchez-Vicente, 2009), o bien, como una fuente de alimentación animal o como combustible (Mezzomo, 2009). También ha sido ampliamente utilizado en la industria cosmética como un ingrediente en jabones, champús, lociones y cremas porque contiene aceite penetrante, que se absorbe fácilmente y no deja una sensación grasosa. El aceite de la almendra del durazno es nutricionalmente atractivo y tiene la oportunidad de producir productos de alto valor de bio-residuos en la industria del durazno debido a su contenido de ácidos grasos insaturados y componentes antioxidantes (Saadany et al., 2004).

Por otro lado, también es posible usar del aceite extraído de la semilla de durazno en la industria alimenticia debido a su composición, la cual es rica en ácidos grasos polinsaturados, incluyendo los ácidos linoleico y oleico, y compuestos antioxidantes, los cuales pueden remplazar perfectamente a los aceites extraídos de las semillas de olivo y uva para usar como aderezo de ensaladas, salsas e incluso para emplearlo como aceite para cocinar cualquier alimento (Wu et al., 2011); y en la elaboración de aceites combustibles o como ingrediente principal en la formulación de productos cosméticos y farmacológicos, constituyendo una alternativa natural de uso en la elaboración de distintos productos, además del alto valor nutricional por su alto contenido de proteínas.

1.5.6 El aceite de la semilla de durazno

Por otro lado, Kurz et al. (2008) caracterizaron los polisacáridos de la pared celular de los melocotones y llegaron a la conclusión de que los principales polisacáridos encontrados fueron en forma de pectina. La pectina del melocotón es altamente metoxilada y tiene propiedades gelificantes (Págan et al., 1999), razón por la cual dicha pectina se ha utilizado como un espesante general en los alimentos (O'Shea et al., 2012). Es importante mencionar que la semilla de durazno también se ha empleado para la producción de persipán (Schieber et al., 2001).

³ El persipán (del latín *Persicus*, de *Prunus persica*) o perzipán. Se trata de una harina fabricada a partir de las semillas de los duraznos empleada en la repostería y confitería como un ingrediente en pasteles y golosinas.

⁴ Se refiere a un producto o alimento de origen natural que proporciona beneficios para la salud e incluye la prevención y el tratamiento de enfermedades.

Los duraznos y albaricoques (*Prunus armeniaca*) contienen cantidades significativas de compuestos fenólicos y carotenoides, componentes con varios beneficios para la salud (Campbell y Padilla-Zakour, 2013).

Con los antecedentes anteriores se concluye que podría ser viable dar un valor agregado a la semilla de durazno en el país la cual no ha sido explotado todavía. Si se lograra llevar este proceso a nivel industrial, a través de la constitución de una asociación, los productores de durazno podrían obtener un mejor provecho de la materia prima de aquellos frutos que no pasaron las pruebas de calidad para entrar al mercado, mismos que podrían ser utilizados para obtención de aceite, que significaría un beneficio económico y social que repercutiría directamente en el ingreso del productor.

1.6 La teoría de las opciones reales

1.6.1 ¿Qué es una opción real?

Una opción real es el derecho, pero no la obligación de tomar una decisión de invertir. Existen dos tipos de opciones financieras, las opciones de compra y venta. Una opción de comprar/vender es el derecho pero no la obligación de comprar/vender acciones a un precio acordado en una fecha futura, conocida como la fecha de ejercicio (Nelson, et al., 2013). Las opciones reales implican el derecho a diferir, expandir, contraer, abandonar o prolongar el tiempo de vida de una inversión (Copeland y Antikarov, 2003)

1.6.2 Uso de las opciones reales en la evaluación de proyectos.

Lee (2017) estudió si los precios de las acciones de los mercados de valores en Taiwán reflejaban las expectativas de los inversionistas con respecto al valor de las opciones reales. Investigó qué variables pueden ser empleadas por los inversores para aproximar el valor de mercado de las opciones reales de una empresa.

En otra investigación también se hizo uso de las opciones reales al proponer un modelo de toma de decisiones para evaluar la viabilidad económica de los proyectos de infraestructura en un área urbana (Kim et al., 2017). Los escenarios climáticos y los factores técnicos y económicos se utilizaron para calcular la volatilidad que refleja la posible reducción de daños en un área urbana. El modelo se basó en las opciones reales para considerar la flexibilidad gerencial de la gestión a largo plazo de la infraestructura urbana.

Nelson et al. (2013) exploraron el potencial del análisis de las opciones reales para ayudar a los directivos y administradores de recursos humanos a manejar la incertidumbre que el cambio climático introduce en el valor futuro de la conservación de la tierra.

Kim et al. (2017) proponen analizar el método de las opciones reales para la evaluación de las inversiones en proyectos de energía renovable, sobretodo, de los países en vías de desarrollo. Para lograr el objetivo, los autores llevaron a cabo un caso de estudio de un proyecto hidroeléctrico en Indonesia. Ellos esperan que este marco de análisis ayude a los inversionistas a evaluar proyectos de energía renovable con alta volatilidad y riesgo.

De la misma manera, la aplicación de las opciones reales se ha estudiado en inversiones de proyectos mineros (Tanaka y Montero, 2016). En esta investigación se propuso analizar el comportamiento de los precios del oro en Perú, utilizando precios históricos y con base en los precios de *commodities*. Los autores eligieron emplear esta herramienta debido a que permite valorizar los beneficios económicos asociados a un proyecto de inversión puesto que se contempla la rentabilidad, el riesgo y la flexibilidad.

Otra investigación relacionada con la aplicación de las opciones reales con la opción de abandono es la que realizaron Delgado y Pérez (2011) para evaluar la conversión de la producción de café convencional a café orgánico.

En un estudio reciente, Pareja y Cadavid (2016) propusieron el uso de las opciones reales como una metodología alternativa para valorar patentes. Los autores evaluaron un caso de estudio sobre patentes farmacéuticas y calcularon el valor de la opción de abandono del proyecto, esto debido, a que según Pindyck (1988), cuando una inversión es irreversible y la demanda futura y la condiciones relacionadas con los costos son inciertas se hace urgente introducir la opción de abandono.

1.7 Literatura citada

Byrne D. H., Raseira, M. B., Bassi, D., Piagnani, M. C., Gasic, K., Reighard, G. L., Pérez, S. 2012. Peach. In Fruit breeding. Springer US. Pp. 505-569.

Campbell, O.E., Padilla-Zakour, O.I. 2013. Phenolic and carotenoid composition of canned peaches (*Prunus persica*) and apricots (*Prunus armeniaca*) as affected by variety and peeling. Food Research International 54, 448-455.

Copeland, T., Antikarov, V., 2003. Real Options e a Practitioner's Guide. Texere, New York.

Delgado J., G., y P. Pérez A. 2013. Evaluación de la conversión a café orgánico usando la metodología de opciones reales. *Contaduría y Administración* 1: 87-115.

ElMekawy, A., Srikanth, S., Bajracharya, S., Hegab, H.M., Sigh Nigam, P., Singh, A., Venkata Mohan, S., Pant, D., 2014. Food and agricultural wastes as substrates for bioelectrochemical system (BES): The synchronized recovery of sustainable energy and waste treatment. *Food Res. Int.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.11.045>, In press.

Esquivel, P., Jiménez, V. 2012. Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International* 46: 488-495.

Fonseca-García, L., Calderón-Jaimes, L., Rivera, M. 2014. Capacidad Antioxidante y contenido de fenoles totales en café y subproductos del café producido y comercializado en Norte de Santander (Colombia). *Vitae*, 21(3): 228-236.

Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2017. Statistics. FOSTAT, Dirección de Estadística 2016. Disponible en <http://faostat.fao.org>. (fecha de consulta: 22 enero, 2017).

Górnaś, P., Rudzińska, M. 2016. Seeds recovered from industry by-products of nine fruit species with a high potential utility as a source of unconventional oil for biodiesel and cosmetic and pharmaceutical sectors. *Industrial Crops and Products*. 83: 329-338.

Guil-Guerrero, J., Ramos, L., Moreno, C., Zúñiga-Paredes, J., Carlosama-Yepez, M., Ruales, P. 2016. Plant Foods By-Products as Sources of Health-Promoting Agents for Animal Production: A Review Focusing on the Tropics. *Agronomy Journal* 108(5):1759-1774.

Hernández-Carranza, P., Ávila-Sosa, R., Guerrero-Beltrán, J., Navarro-Cruz, A., Corona-Jiménez, E., Ochoa-Velasco, C. 2016. Optimization of Antioxidant Compounds Extraction from Fruit By-Products: Apple Pomace, Orange and Banana Peel. *Journal Of Food Processing and Preservation* 40(1):103-115.

Kamel, B. S., Kakuda, Y. 1992. Characterization of the kernel oil and meal from apricot, cherry, nectarine, peach and plum. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 69, 492-494.

Kasapidou, E., Sossidou, E., Mitlianga, P. 2105. Fruit and Vegetable Co-Products as Functional Feed Ingredients in Farm Animal Nutrition for Improved Product Quality. *Agriculture* 5(4), 1020-1034.

Khellou, A., Kriker, A., Hafssi, A., Belbarka, K., Baali, K. 2016. Effect of the addition of by-product ash of date palms on the mechanical characteristics of gypsum-calcareous materials used in road construction. AIP Conference Proceedings 1758 (1):1-7.

Kim, K., Ha, S., Kim, H. 2017. Using real options for urban infrastructure adaptation under climate change. Journal of Cleaner Production, 143, 40-50.

Kim, K., Park, H., Kim, H. 2017. Real options analysis for renewable energy investment decisions in developing countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 75, 918-926.

Kurz, C. Carle, R. Schieber, A. 2008. Characterisation of cell wall polysaccharide profiles of apricots (*Prunus armeniaca* L.), peaches (*Prunus persica* L.), and pumpkins (*Cucurbita* sp.) for the evaluation of fruit product authenticity. Food Chem. 106 (1), 421-430.

Lee, J. 2017. The Real Options Component and Market Value of Taiwan Technological Companies. Emerging Markets Finance and Trade, 53(1), 98-108.

Lin, C.S.K., Pfaltzgraff, L.A., Herrero-Davila, L., Mubofu, E.B., Solhy, A., Clark, James H., Koutinas, A., Kopsahelis, N., Stamatelatou, K., Dickson, F., Thankappan, S., Zahouily, M., Brocklesby, R., Luque, R., 2013. Food waste as a valuable resource for the production of chemicals, materials and fuels. Current situation and global perspective. Energy Environ. Sci. 6, 426–464.

Manzoor, M., Anwar, F., Mahmood, Z., Rashid, U., Ashraf, M. 2012. Variation in minerals, phenolics and antioxidant activity of peel and pulp of different varieties of peach (*Prunus persica* L.) fruit from Pakistan. Molecules 17 (6), 6491-6506.

Méndez-Tovar, I., Herrero, B., Pérez-Magariño, S., Pereira, J., Asensio-S.-Manzanera, M. 2015. By-product of *Lavandula latifolia* essential oil distillation as source of antioxidants. Journal of food and drug analysis 23(2), 225-233.

Mezzomo, N., Martínez, J., Ferreira, S. R. 2009. Supercritical fluid extraction of peach (*Prunus persica*) almond oil: Kinetics, mathematical modeling and scale-up. The Journal of Supercritical Fluids, 51(1), 10-16.

Mirabella, N., Castellani, V., Sala, S. 2014. Current options for the valorization of food manufacturing waste: A review. Journal of Cleaner Production, 65, 28-41.

Molina-Alcaide, E., Yáñez-Ruiz, D. R. 2008. Potential use of olive by-products in ruminant feeding: A review. *Animal Feed Science and Technology* 147(1-3):247-264.

Nelson, R., Howden, M., Hayman, P. 2013. Placing the power of real options analysis into the hands of natural resource managers—taking the next step. *Journal of environmental management*, 124, 128-136.

Nunes, M., Pimentel, F., Costa, A., Alves, R., Oliveira, M. 2016. Olive by-products for functional and food applications: Challenging opportunities to face environmental constraints. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 35, 139-148.

O'Shea, N., Arendt, E., Gallagher, E.K. 2012. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 16, 1-10.

Págan, J., Ibarz, A., Llorca, M., Coll, L. 1999. Quality of industrial pectin extracted from peach pomace at different pH and temperatures. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79, 1038- 1042.

Pareja, J., y Cadavid, C. 2016. Valoración de patentes farmacéuticas a través de opciones reales: equivalentes de certeza y función de utilidad. *Contaduría y administración*, 61(4), 794-814.

Pindyck, R. S. (1988). Irreversible investment, capacity choice and the value of the firm. *The American Economic Review*, 78(5), 969-985.

Rahma, E.H. 1988. Chemical characterization of peach kernel oil and protein: Functional properties, in vitro digestibility and amino acids profile of the flour. *Food Chemistry* 28 (1), 31-43.

Saadany, R.M.A., Kalaf, H.H., Soliman, M., 2004. Characterization of lipids extracted from peach kernels. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 368.

Sánchez-Vicente, Y., Cabañas, A., Renuncio, J., Pando, C. 2009. Supercritical fluid extraction of peach (*Prunus persica*) seed oil using carbon dioxide and ethanol. *Journal of Supercritical Fluids*, 49(2),167-173.

Schieber, A., Stintzing, F., Carle, R. 2001. By-products of plant food processing as a source of functional compounds - recent developments. *Trends In Food Science & Technology*, 12(11), 401-413.

Secretaría de Desarrollo Agropecuario, unidad de Información Planeación, Programación y Evaluación. Sistema de información Agropecuaria y Pesquera (SIAP). Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx> (fecha consulta, 15 enero, 2014).

Shahidi, F., Naczk, M. 2003. Phenolics in food and nutraceuticals. CRC press.

Sistema de información Agropecuaria y Pesquera (SIAP). 2017. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx> (fecha consulta, 15 enero, 2017).

Singh, A., Olsen, S.I., Pant, D., 2013. Importance of life cycle assessment of renewable energy sources. In: Singh, A., Olsen, S.I., Pant, D. (Eds.), Life Cycle Assessment of Renewable Energy Sources. Springer, London, pp. 1-11.

Statistical Package for Social Sciences (SPSS 20.0).

Tanaka, Á. T., Montero, C. M. C. (2016). Valorización de opciones reales: modelo Ornstein-Uhlenbeck. Journal of Economics, Finance and Administrative Science, 21(41), 56-62.

Tomás-Barberán, F. A., Gil, M. I., Cremin, P., Waterhouse, A. L., Hess-Pierce, B., Kader, A. A. 2001. HPLC-DAD-ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. J. Agric. Food Chem. 49(10), 4748-4760.

Tsantili, E.; Shin, Y.; Nock, J.F.; Watkins, C.B. 2010. Antioxidant concentrations during chilling injury development in peaches. Postharvest Biol. Technol. 57, 27-34.

Wang, Z., Zhuang, E. 2001. China Fruit Monograph - Peach Flora. China Forestry press, Beijing. Pp 42-51.

Wu, H., Shi, J., Xue, S., Kakuda, Y., Wang, D., Jiang, Y., X., Li, Y., Subramanian, J. 2011. Essential oil extracted from peach (*Prunus persica*) kernel and its physicochemical and antioxidant properties. LWT Food Science and Technology, 44(10), 2032-2039.

Yang Z, Ma Y, Chen L, Xie R, Zhang X, Zhang B. 2011. Differential transcript abundance and genotypic variation of four putative allergen-encoding gene families in melting peach. Tree Genet Genomes 7(5): 903-916.

CAPÍTULO II. ORIGEN DEL DURAZNO

Según la mitología Taoísta, el durazno se originó en China donde representa un símbolo de larga vida e inmortalidad (Wang y Zhuang, 2001) (Figura 1.2). Numerosas evidencias confirman que este país asiático tiene la historia más antigua del cultivo del durazno en el mundo. Algunos documentos infieren que este fruto fue cultivado durante la dinastía Shou hace poco más de 3,000 años; sin embargo se han encontrado semillas de durazno silvestre que datan de los años 6,000-7,000 años a. C. (Chen, 1994).

De acuerdo con la literatura, el durazno evolucionó en China dentro de dos principales grupos ecológicos. El primero, el fruto cultivado en el Grupo Norte de la región del valle del río Amarillo. Característicamente este tipo de durazno es resistente tanto a la sequía como al frío. Las poblaciones híbridas desarrolladas en esta área contienen muchas variedades de árboles, con diferentes tamaños de la fruta, color, textura y características de calidad. En el segundo grupo se encuentran a los duraznos del Grupo Sur ubicados al Sur y al Oeste del río Yangtze; estos se desarrollaron dentro de un clima más cálido, con menos cambios de temperatura pero con mayor humedad. Un rasgo importante en este grupo es que el durazno produce una fruta de excelente calidad bajo las altas temperaturas de verano. Sin embargo, debido a la gran versatilidad y adaptabilidad que caracteriza al durazno, un tercer grupo ecológico evolucionó en otra región del mundo. Se trata del Grupo Persa o Europeo que se derivó de las regiones Norte y Sur de China y que fue introducido a África Occidental, Asia Menor y el Mediterráneo. En estas regiones, el clima se caracteriza por la presencia de pocas precipitaciones, alta intensidad de luz y una estación de crecimiento fresco. Los cultivares de este grupo son de un color amarillo oscuro y con la pulpa separada de la semilla; actualmente estas variedades han servido como un gen base para los cultivares modernos que tienen la semilla adherida a la pulpa (Rom, 1988).

Según cuenta la historia, los chinos descubrieron algunas rutas comerciales que a través de las montañas se dirigían al oeste, por lo que pronto el durazno fue encontrado en el Turquestán ruso y en el norte de Persia (actual Irán). Probablemente, esta difusión fue causada porque las semillas del durazno eran tiradas en los caminos. Se cree que Alejandro Magno, o al menos algunos de sus soldados, fueron quienes introdujeron esta fruta a Grecia alrededor del año 322 antes de Cristo. El durazno se conoció como el fruto Persa, razón por la cual se deriva el nombre de persica ya que se creía que en Persia se había originado. El cultivo quedó bien establecido en Italia antes de la era Cristiana, pues en la poesía de Virgilio se hace referencia al fruto. Plinio, el primer escritor agrícola romano del siglo, describió sobre los cultivares de durazno y las nombró "Manzana Pérsica". También elogió su valor medicinal cuando se tomaba como vino y sugirió

que las semillas de durazno mezcladas con vinagre servirían como un bálsamo para los dolores de cabeza (Rom, 1988).

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..1. Pintura china de Ma Tai (1885-1935)⁵



Fuente: Huang et al. 2008.

2.1 La difusión del durazno en el mundo

El durazno llegó a Francia y se extendió a lo largo del país gracias al Cristianismo. En los huertos de los monasterios, el durazno creció como un tipo de especie, pero no de cultivo; pronto algunas semillas escaparon y fueron sometidas por selección natural, el fruto se consideró silvestre, especialmente en el sur del país. Los Romanos introdujeron el durazno a Inglaterra

⁵ Esta pintura cuenta la historia de un hombre viejo con el pelo blanco pero su cara joven que suele robarse los duraznos. La gente se burla de este hombre de larga vida, pero este explica que "El durazno es bueno para mi salud".

pero como ahí no estaba adaptado naturalmente se perdió con la caída de Roma. El durazno no volvió a aparecer en Inglaterra hasta el siglo XIII. También es interesante mencionar que los Romanos fueron quienes llevaron el durazno a España, sin embargo también es posible que el durazno ya era traído al país por los Moros del Norte de África.

De manera general, la distribución del durazno a través de los países mediterráneos se realizó con la introducción de semillas silvestres durante muchos años. Con el proceso de naturalización y selección ocurrido en esta región y con la fuga de las semillas, se desarrollaron nuevos tipos de durazno silvestre; es interesante observar que el durazno de pulpa amarilla era más común en España y los tipos de pulpa blanca en Francia e Inglaterra.

Por otra parte, los españoles llevaron el durazno a Norte América a través de sus exploraciones y la conquista de México. En esta región del mundo el durazno se propagó rápidamente; era cultivado por los misioneros en la región suroeste y también por la población en general. La diseminación del durazno y naturalización se dio de manera rápida y repetida así que pronto el durazno se adaptó a toda América.

2.2 El durazno en México

El durazno llegó a México en el siglo XVI. Su desarrollo evolutivo comprendió cinco etapas (Pérez, 1995). La primera incluye la llegada del fruto a México y su distribución a toda la república mexicana. La segunda se caracteriza porque el fruto se cultivó en huertos con más de 100 árboles cuyo propósito ya no fue satisfacer las necesidades de consumo de las familias, sino iniciar con el comercio de la fruta; este auge de la producción comenzó en los años 50; diez años más tarde, esta práctica se extendió a los estados de Puebla y Aguascalientes, Michoacán y Zacatecas quienes también impulsaron su producción durante los 70s y 80s.

En vista del apogeo de la producción del durazno, nació una tercera fase que incluye avances en la selección y plantación de materiales locales y prácticas más intensivas en cuanto al manejo de la planta y huertos. Los primeros estados en adoptar estos desarrollos fueron Aguascalientes, Tlaxcala, Zacatecas, Oaxaca y Michoacán, quienes impulsaron por un lado, el desarrollo de nuevas variedades, mayor rendimiento, firmeza y color del fruto; y por el otro, las mejoras en podas, en medidas sanitarias, riego, empaque. Todas estas medidas lograron ampliar los rendimientos y la capacidad productiva de los productores.

En la cuarta fase, el cultivo se reprodujo asexualmente por medio de injertos, y también se logró la adopción de cultivares bien definidos para cada región de acuerdo con sus características

ecológicas. Se identificaron a la zona fría con heladas tardías y más de 500 horas frío al año; a las regiones tradicionales, ubicadas en el centro del país, cuya zonas son de heladas tardías y alrededor de 300 a 400 horas frío. En esta región se impulsó la propagación de las variedades que tienen la pulpa firme debido al riego. Y por último, las regiones subtropicales que se ven libres de heladas y donde se tienen menos de 300 horas frío. En esta región sobresalen las variedades de importación, cuya maduración del fruto es relativamente más rápida (el tiempo de floración a cosecha sólo es de 120 días), virtud que permitió ampliar el periodo de cosecha y propagar las practicas del durazno hacia regiones donde esta plantación era nula.

Finalmente, en la última etapa se busca regionalizar la producción de durazno a fin de que se identifique a cada zona productora por sus características climáticas y condiciones de mercado a fin de generar nuevas variedades propias adaptadas a las condiciones de cada región.

2.3 Aspectos botánicos del durazno

El durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch) pertenece a la familia Rosaceae, subfamilia Amygdaloideae, género *Prunus* L, subgénero *Amygdalus* y sección *Euamygdalus* (Bassi et al., 2016).

El durazno es una de las frutas más deliciosas cultivada ampliamente en el mundo, sobretodo en las regiones templadas que alcanzan los 30° y 45° de latitud (Singh et al., 2016).

El durazno es la tercera fruta de árbol templado más importante del mundo, detrás de las manzanas y las peras. Más del 90% de la producción es para el mercado fresco, mientras que la industria conservera requiere de cultivares apropiados con características específicas de textura (carne no fundida) y color (pulpa amarilla).

El árbol puede vivir hasta 20-30 años, pero en los huertos comerciales, la vida económica es de alrededor de 12-15 años, debido a la productividad reducida o reemplazo del cultivar. La producción de frutas comienza a partir del segundo al tercer año.

El árbol es de tamaño mediano, aproximadamente 8 m de altura, con muchos tipos de arquitectura de la copa, por ejemplo, estándar, arqueamiento, columnar, compacto, abierto, espuela, erguido, y llorando.

El fruto es polinizado por insectos y autofértil. Las flores son hermafroditas, normalmente con 5 pétalos y 20-30 estambres, y son rosas, rojas o blancas.

El peso de la fruta puede variar de 50 a más de 650 g, aunque los estándares comerciales requieren de 180 a 230 g. El fruto es una drupa, su forma puede ser redonda, oblonga o plana (en forma de pera). La cáscara es pubescente o glabra. El color puede ser verdoso, blanco, amarillo, anaranjado, rojo, o púrpura, con muchas combinaciones de estos caracteres. La carne o pulpa puede ser amarilla o blanca.

2.4 El durazno, un producto funcional

El fruto tiene un alto valor económico y nutricional (Kurz et al., 2008) debido a que contiene una gran cantidad de carbohidratos, ácidos orgánicos, minerales, vitaminas, proteínas, ácido ascórbico, fibra y azúcares naturales (Manzoor et al., 2012; Durst y Weaver, 2013; Tomás-Barberán et al., 2001); además, es una fuente potencial de antioxidantes y compuestos bioactivos con diversos beneficios medicinales para mejorar la salud humana (Bassi et al., 2016; Manzoor et al., 2012) que actúan como una protección contra diversas enfermedades crónicas (Kim et al., 2014), como inflamación, cáncer, arterioesclerosis y problemas circulatorios (Prior y Cao, 2000; Wargovich, 2000). La ingesta del durazno puede purificar la sangre debido a las cantidades de potasio que contiene, y ayudar a mantener la presión arterial y la salud del corazón (Singh et al., 2016); tiene propiedades laxantes y es ideal para prevenir el estreñimiento y para el tratamiento de las úlceras del duodeno (Manzoor et al., 2012).

El durazno además de ser una buena fuente de vitaminas A (beta-caroteno), B, C, E, posee un alto valor nutricional, contiene carbohidratos, proteínas, minerales, fibras, antioxidantes y una amplia gama de compuestos fenólicos (USDA, 2016) (Cuadro 2.1 y 2.2). Es por ello que diversos productos cosméticos usan, como un ingrediente, importante partes de este fruto, el jugo, la piel y los aceites.

Según el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (SMAE) y el Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) muestran que el durazno posee un elevado potencial nutrimental en comparación con otras frutas debido a las altas cantidades de minerales y vitaminas que posee, por ejemplo, tan sólo de la vitamina A, suministra cinco y doce veces más que las manzanas y la peras; y en menores cantidades posee energía, carbohidratos y azúcares. Estas características lo hacen aún más rico y saludable y recomendado para la dieta diaria (Cuadros 2.1 y 2.2).

Cuadro **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**1. Nutrientes, antioxidantes y compuestos bioactivos del durazno, la manzana y la pera.

Nutriente	Unidad	Durazno ^a	Manzana ^b	Pera ^c
		Valor por 100 g		
Agua	g	88.87	85.56	83.96
Energía	kcal	39	52	57
Proteína	g	0.91	0.26	0.36
Lípidos totales (grasa)	g	0.25	0.17	0.14
Carbohidratos	g	9.54	13.81	15.23
Fibra	g	1.5	2.4	3.1
Azúcares	g	8.39	10.39	9.75
Minerales				
Calcio (Ca)	mg	6	6	9
Hierro (Fe)	mg	0.25	0.12	0.18
Magnesio (Mg)	mg	9	5	7
Fósforo	mg	20	11	12
Potasio (K)	mg	190	107	116
Sodio (Na)	mg	0	1	1
Zinc (Zn)	mg	0.17	0.04	0.10
Vitaminas				
Vitamina C	mg	6.6	4.6	4.3
Tiamina	mg	0.024	0.017	0.012
Rivoflavina	mg	0.031	0.026	0.026
Niacina	mg	0.806	0.091	0.161
Vitamina B-6	mg	0.025	0.041	0.029
Folato	µg	4	3	7
Vitamina B-12	µg	0.00	0.00	0.00
Vitamina A, RAE	µg	16	3	1
Vitamina A, IU	IU	326	54	25
Vitamina E (alpha-tecopherol)	mg	0.73	0.18	0.12
Vitamina D (D2+D3)	µg	0.0	0.0	0.0
Vitamina D	IU	0	0	0
Vitamina K	µg	2.6	2.2	4.4
Lípidos				
Ácidos grasos (saturados)	g	0.019	0.028	0.022
Ácidos grasos (monoinsaturados)	g	0.067	0.007	0.084
Ácidos grasos (poliinsaturados)	g	0.086	0.051	0.094
Ácidos grasos (grasas trans)	g	0.000	0.000	0.00
Colesterol	mg	0	0	0
Otros Aminoácidos				
Cafeína	mg	0	0	0

^aDuraznos amarillos frescos.

^bBasado en datos analíticos de las variedades red delicious, golden delicious, gala, granny smith y fuji.

^cPeras frescas.

Fuente: USDA National Nutrient Database for Estándar Reference, 2016.

Cuadro 2.2. Composición nutricional del durazno y otras frutas.

Alimento	Durazno amarillo	Fresa entera	Manzana	Mango ataulfo	Melón	Pera	Plátano	Uva
Cantidad sugerida	2	17	1	½	1/3	1/2	1/2	18
Unidad	Pieza	Pieza media	Pieza	Pieza	Pieza	Pieza	Pieza	Pieza
Peso bruto redondeado (g)	174	204	138	95	271	95	80	126
Peso neto (g)	153	204	106	62	179	81	54	86
Energía (kcal)	60	65	55	40	61	47	48	61
Energía (kj)	250	273	231	168	255	196	202	254
Proteína (g)	1.4	1.4	0.3	0.3	1.5	0.3	0.6	0.6
Lípidos (g)	0.2	0.6	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.5
Hidratos de carbono (g)	14.6	15.7	14.7	10.5	14.6	12.5	12.4	15.3
Fibra (g)	2.3	4.1	2.6	1.1	1.6	2.5	1.4	1.1
Vitamina A (µg RE)	82.7	55.1	5.4	84.6	225.6	1.5	4.3	1.7
Acido Ascórbico (mg)	10.6	120.0	6.2	17.3	64.5	3.4	4.8	9.4
Acido Fólico (mg)	5.3	49.0	3.1	0.0	30.4	5.8	10.5	3.4
Hierro NO HEM (mg)	0.2	0.8	0.2	0.1	0.4	0.2	0.2	0.2
Potasio (mg)	301.0	312.1	122.4	96.3	553.4	101.2	215.2	158.5
Azúcar (g)	12.8	10.0	11.0	ND	14.1	7.9	6.7	ND*
Índice glicémico	42.0	40.0	38.0	51.0	65.0	38.0	52.0	43.0
Carga glicémica	6.1	6.3	5.6	5.4	9.5	4.7	6.5	6.6

*ND: No esta disponible el dato.

Fuente: Pérez et al. 2008.

2.5 Literatura citada

Bassi D., Mignani I., Spinardi A., Tura D. 2016. PEACH (*Prunus persica* (L.) Batsch). En: Simmonds, M., Preedy, V. (Eds). Nutritional Composition of Fruit Cultivars. Academic Press.

Chen W.H. 1994. Illustrated Handbook of Ancient Relics of Chinese Agriculture. Jiangxi Technology Press, Nanchang, China. 99-100 p.

Durst R., Weaver G. 2013. Nutritional content of fresh and canned peaches. J Sci Food Agric, 93(3), 593-603.

Huang H., Cheng Z., Zhang Z., Wang Y. History of Cultivation and Trends in China. En: Layne, D. R., and Bassi, D. 2008. The Peach: botany, production and uses. Wallingford, Oxfordshire, United Kingdom: CABI, c2008

Kim H.R., Kim I.D., Dhungana S., Kim, M.O., Shin D.H. 2014. Comparative assessment of physicochemical properties of unripe peach (*Prunus persica*) and Japanese apricot (*Prunus mume*). Asian Pac J Trop Biomed, 4(2): 97-103.

Kurz C. Carle R. Schieber A. 2008. Characterisation of cell wall polysaccharide profiles of apricots (*Prunus armeniaca* L.), peaches (*Prunus persica* L.), and pumpkins (*Cucurbita* sp.) for the evaluation of fruit product authenticity. Food Chem. 106 (1), 421-430.

Manzoor M., Anwar F., Mahmood Z., Rashid U., Ashraf M. 2012. Variation in minerals, phenolics and antioxidant activity of peel and pulp of different varieties of peach (*Prunus persica* L.) fruit from Pakistan. Molecules 17 (6), 6491-6506.

Pérez S. 1995. Dinámica en la Adopción de variedad de Duraznero, Ciruelo y Albaricoque en México. En: Reunión Nacional e Internacional sobre producción de Durazno, Chabacano y Ciruelo. Talleres gráficos de la Dirección de Comunicación Universitaria de la Universidad de Querétaro. Querétaro, Qro.

Pérez A., Palacios B., Castro A. 2008. Sistema mexicano de alimentos equivalentes 2008. Fomento de Nutrición y Salud AC. 3ª ed. Fomento de Nutrición y Salud. México.

Prior R. L., Cao G. 2000. Antioxidant phytochemicals in fruits and vegetables: Diet and health implications. HortScience 35 (4):588-592.

Rom R. 1988. The Peach: It's history and future. En: Childers, N.F.; Sherman, W.B. (Eds.).The peach: world cultivars to marketing. 4.ed. Gainesville: Horticultural Publications. Pp. 1-8.

Singh O., Kumar A., Rai R., Kohli, K. 2016. Quality evaluation of low chill peach cultivars for preparation of ready-to-serve 'Nectar' drink. Asian Journal Of Dairy and Food Research, 35(4), 327-330.

Tomás-Barberán F. A., Gil M. I., Cremin P., Waterhouse A. L., Hess-Pierce, B., Kader, A. A. 2001. HPLC-DAD-ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. J. Agric. Food Chem. 49(10), 4748-4760.

United States Departamento of Agriculture (USDA). Agricultural Research Service. National Nutrient Database for Standard Reference. Basic Report 09236, Peaches, yellow, raw. Consultado en enero de 2016. En línea: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>

Wang Z., Zhuang E. 2001. China Fruit Monograph - Peach Flora. China Forestry press, Beijing. Pp 42-51.

Wargovich M. 2000. Anticancer properties of fruits and vegetables. HortScience 35(4): 573-575.

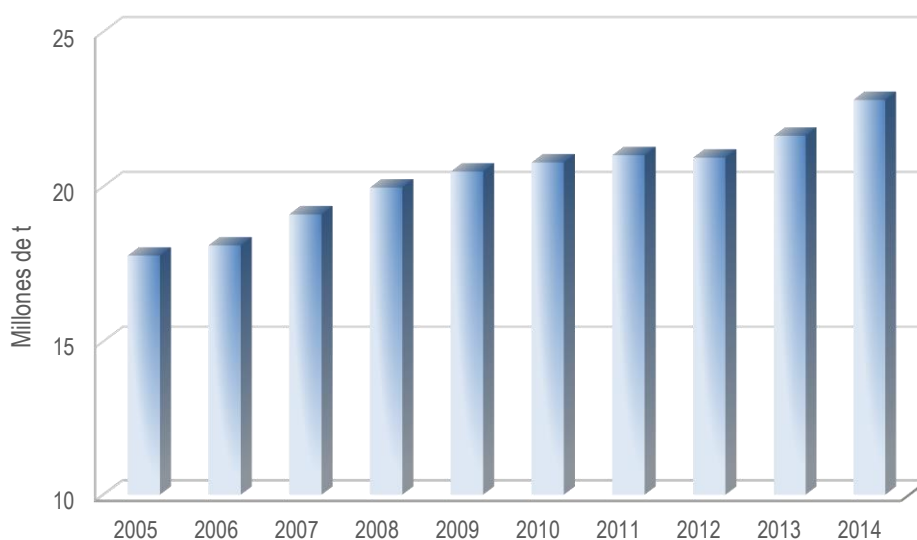
CAPÍTULO III. PANORAMA MUNDIAL Y NACIONAL DE LA PRODUCCION Y COMERCIO DEL DURAZNO

3.1 Tendencia de la producción mundial de durazno

Entre los cultivos de hoja caduca, el durazno es, probablemente, uno de los frutos más dinámicos en términos de reproducción puesto que continuamente se desarrollan nuevas variedades y árboles frutales (melocotones, nectarinas, duraznos de pulpa amarilla, blanca y roja; los que producen su fruto con la semilla separada o pegada a la pulpa; los dulces, amargos o astringentes; los que tienen la piel lisa o pubescentes, entre otros) (Fideghelli et al., 1997).

Asimismo, el durazno es considerado uno de los frutos más importantes a nivel mundial puesto que ocupa el tercer lugar después de las manzanas (84.6 millones de toneladas) y peras (25.8 millones de toneladas) (FAO, 2017). Recientemente, los altos volúmenes de producción de cada año indican una tendencia positiva desde el 2003 con un ritmo de crecimiento de 3.83%. En 2014, la producción mundial (incluyendo nectarinas) totalizó en 22.8 millones de toneladas (Figura 3.1).

Figura **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**2. Tendencia de la producción mundial de durazno.



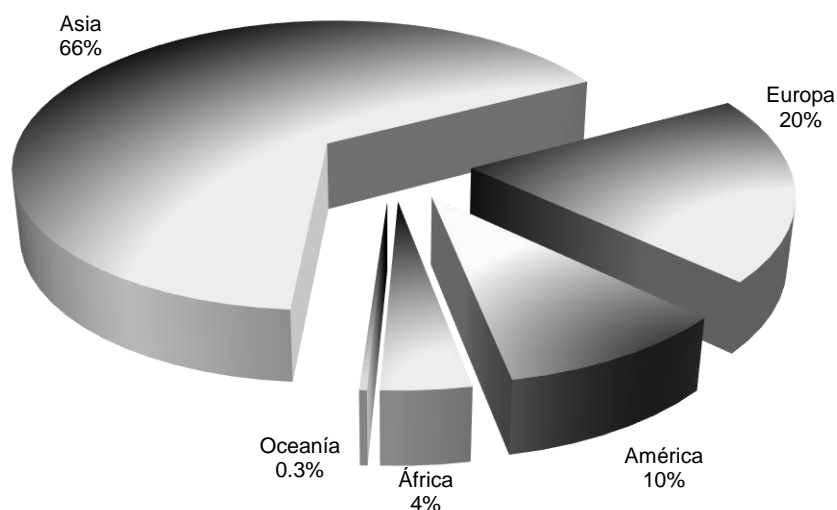
Fuente: FAO, 2017. Se incluyen duraznos y nectarinas.

Este incremento de los volúmenes de producción se debe a la expansión de la superficie, ampliación de las plantaciones, al uso de los invernaderos para la producción, las condiciones

de crecimiento favorable y a los mejores rendimientos que se han logrado en China (USDA, 2015).

El durazno se produce en gran parte del territorio mundial. La FAO (2017), reporta que la mayor concentración de la producción de durazno se encuentra en Asia, seguido por Europa y América; en África y Oceanía la producción es limitada (Figura 3.2).

Figura **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..3.** Producción de durazno en el mundo por regiones.



Fuente: FAO, 2017. Se incluyen duraznos y nectarinas.

En cuanto a los principales países productores a nivel mundial, cinco mantienen una tendencia positiva, sin embargo, Italia, España, Grecia, Egipto y Francia han mostrado importantes decrecimientos de su producción en los últimos diez años (Cuadro 3.1). Cabe destacar que estos diez países concentran alrededor del 85% de la producción mundial (FAO, 2017).

Fedeghelli et al. (1997) señala que los problemas primordiales que enfrentan estos países, en orden de importancia son: baja calidad y en consecuencia, problemas de consumo, altos costos de producción en comparación con otros cultivos frutales, competencia internacional y sobreproducción.

Cuadro **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**3. Variación de la producción de los principales productores de durazno en el mundo. Miles de ton.

País	Período		Variación (%)
	2005-2009	2010-2014	
China	8,913	11,465	28
Italia	1,653	1,468	-11
Estados Unidos	1,243	1,339	7.7
España	1,241	1,081	-12
Grecia	825	759	-8.0
Turquía	540	580	7.4
Irán	513	522	1.8
Egipto	395	292	-26
Francia	358	270	-24
Chile	357	362	1.4
México*	202	178	-12

*México se ubica en el lugar 17 como productor de durazno.

Fuente: Elaboración propia con información de la FAO, 2017.

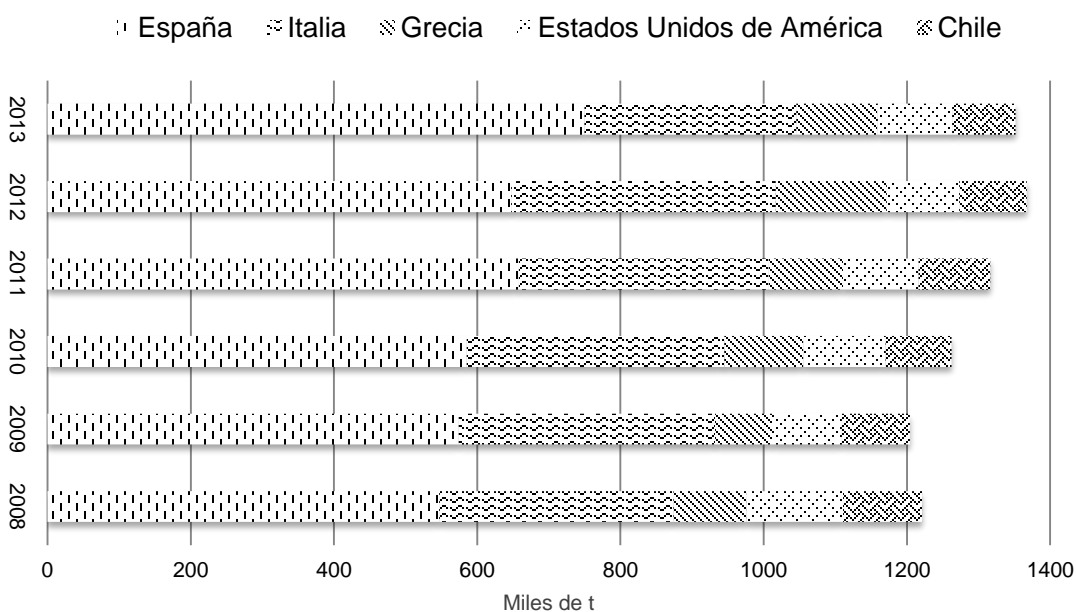
3.2 Comercio mundial de durazno

El comercio mundial de durazno y nectarinas ha tenido importantes aumentos en los últimos años. En el año 2012, tanto las exportaciones como importaciones registraron un alza de 8% con respecto al año anterior, esto es, los volúmenes disponibles para el mercado exterior ascendieron a 1 884 846 y 1 831 707 toneladas respectivamente.

España, Italia, Grecia, Estados Unidos de América y Chile se presentan como los principales exportadores; ellos agrupan aproximadamente 75% de las exportaciones mundiales (Figura 3.3). Mientras que Alemania es el principal importador de esta fruta, seguido por Rusia, Francia, Polonia y Reino Unido (Figura 3.4). Estos países reúnen cerca de la mitad del total de las importaciones a nivel mundial (FAO, 2017).

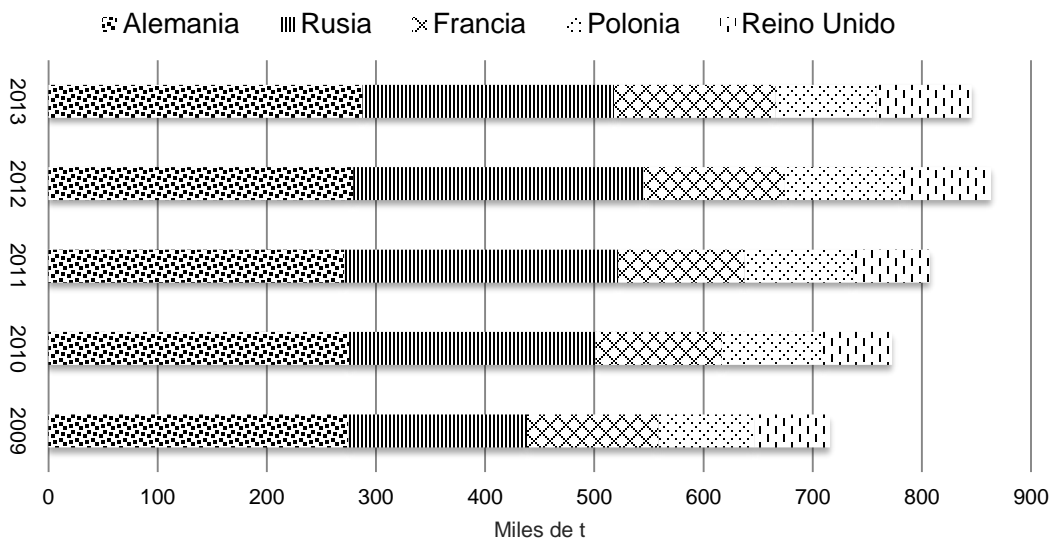
Cabe destacar que en España, el principal exportador de durazno, la producción sigue creciendo gracias a nuevas variedades que generan un mayor rendimiento, además de los considerables aumentos de la superficie sembrada

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..4. Principales países exportadores de durazno.



Fuente: FAO, 2017. Se incluyen nectarinas.

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..5. Principales países importadores de durazno.



Fuente: FAO, 2017. Se incluyen nectarinas.

3.3 Comercio mundial de durazno procesado

El comercio mundial de frutas enlatadas ha experimentado cambios significativos en los últimos años (USITC, 2017). Estas variaciones anuales de la producción son el resultado de factores exógenos, generalmente las condiciones climáticas. Si embargo, los nuevos mercados, los patrones de comercio y el aumento del consumo de frutas enlatadas debido a la creciente popularidad de frutas en conserva disponibles en frascos de vidrio o plástico que ha estimulado la demanda, han promovido a la producción de durazno para la industria.

Cuadro **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.** 4 Producción de durazno/nectarina para la industria. Miles de ton.

Año	2009/10	2010/11	2011/112	2012/13	2013/14	2014/15
China	1,350	1,300	1,600	1,650	1,680	2,000
Unión Europea	882	738	689	774	557	795
Estados Unidos	526	511	464	431	446	395
Argentina	192	210	211	211	211	211
Turquía	120	120	120	120	120	120
Australia	48	35	37	37	20	20
Japón	19	18	18	18	15	15
Otros	4	3	3	3	3	5
Total	3,140	2,935	3,142	3,244	3,052	3,561

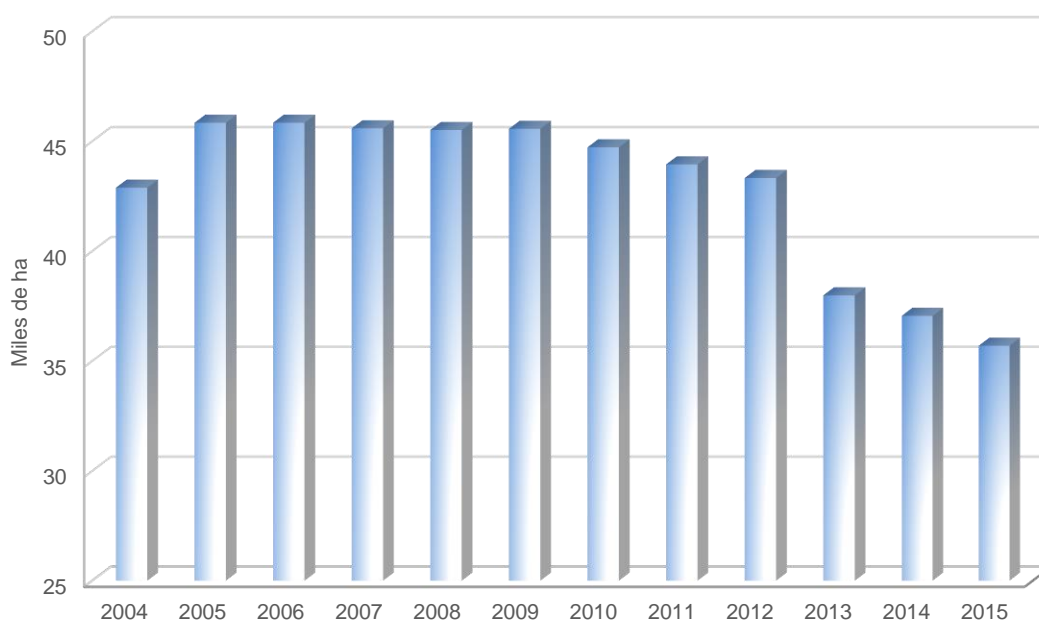
Fuente: USDA, 2014.

3.4 La producción de durazno en México

3.4.1. Superficie sembrada

El durazno es una de la frutas de hoja caduca más importantes cultivadas en gran parte del territorio mexicano debido al valor de la producción que genera y a la creación de empleos para las zonas productoras. El cultivo de este frutal emplea anualmente alrededor de cuatro millones de jornales y promueve el arraigo de los productores (Sánchez et al., 2012). Actualmente, México tiene una superficie sembrada de 38 mil hectáreas, cantidad que se ha reducido 11% en los últimos diez años y cuya tendencia es negativa (Figura 3.5). Esta contracción de la superficie sembrada se debe a que en los últimos años, ha habido como tendencia constante convertir las huertas del durazno por otros cultivos frutales tales como el aguacate y la guayaba, o bien por tomate o chiles, e incluso por cultivos de flores; los productores suponen que al sembrar otro cultivo este será mas conveniente y les generará mayores ganancias económicas.

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..6. Superficie sembrada de durazno en México.

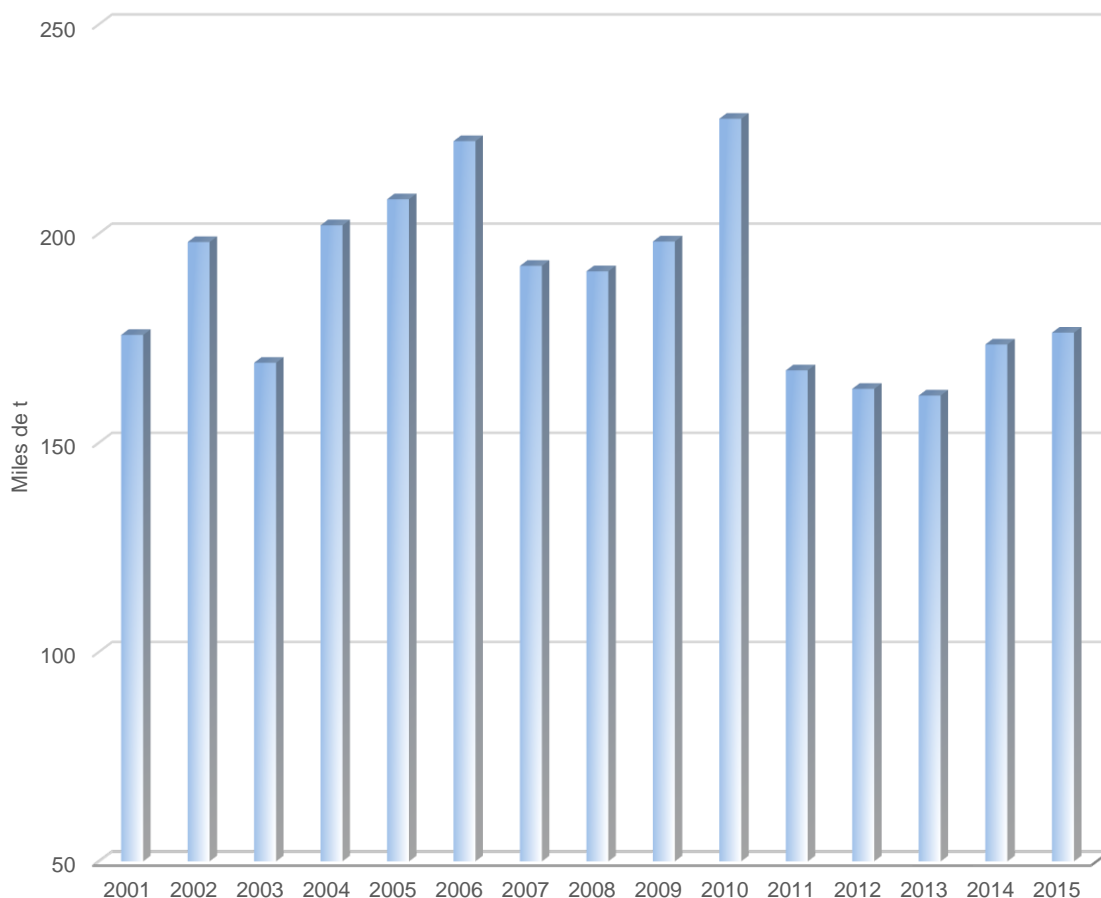


Fuente: SIAP-SAGARPA, 2017.

3.4.2 Cantidad producida

México, como productor de durazno, se ubica en el lugar número 17 a nivel mundial con un volumen que alcanza 176 mil toneladas. En los últimos años la producción del fruto se ha caracterizado porque sus niveles de producción han mostrado una fuerte variabilidad. Es importante mencionar que durante el periodo 2005 al 2015, la producción se ha contraído aproximadamente 17% al pasar de 208 a 173 mil toneladas (SIAP, 2017) (Figura 3.6). Esto se podría deber a los factores climáticos que impactan a las zonas de producción. Por ejemplo, en Zacatecas, uno de los principales estados productores de durazno de la república mexicana, se registró una considerable disminución de su producción ocasionada por la prolongada sequía que lo azotó en el año 2011; de 51,747 toneladas producidas en el 2010, solamente se obtuvieron 14,022; otro caso se registró en Chihuahua donde la producción se vio afectada en su totalidad (99%) ante los cambios drásticos de temperatura y la inesperada nevada que azotó dicha entidad en el año 2012 (Figura 3.7).

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..7 Producción de durazno en México.

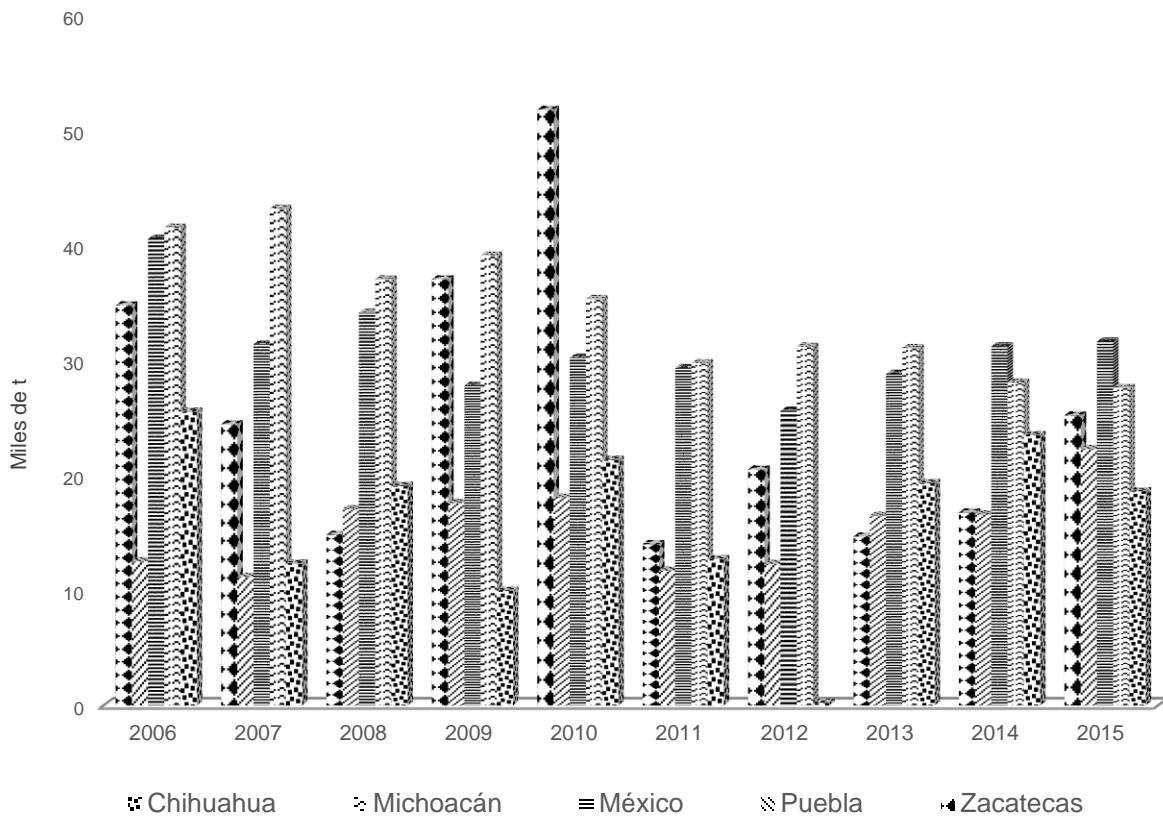


Fuente: SIAP-SAGARPA, 2017.

3.4.3 Principales estados productores

Por otro lado, aún cuando la producción de durazno esta presente en casi todo el territorio nacional, prácticamente seis estados de la República Mexicana son los más importantes en cuanto al volumen de producción (SIAP, 2017). Estas cinco entidades concentran alrededor del 76% de la producción nacional (Figura 3.7). El los últimos dos años, el Estado de México se ha ubicado en el puesto número uno, como productor de durazno. Este aumento en su producción podría ser la consecuencia de los altos rendimientos que ha alcanzado (12.88 t ha^{-1}) para este periodo de tiempo.

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..8 Principales estados productores de durazno en México.

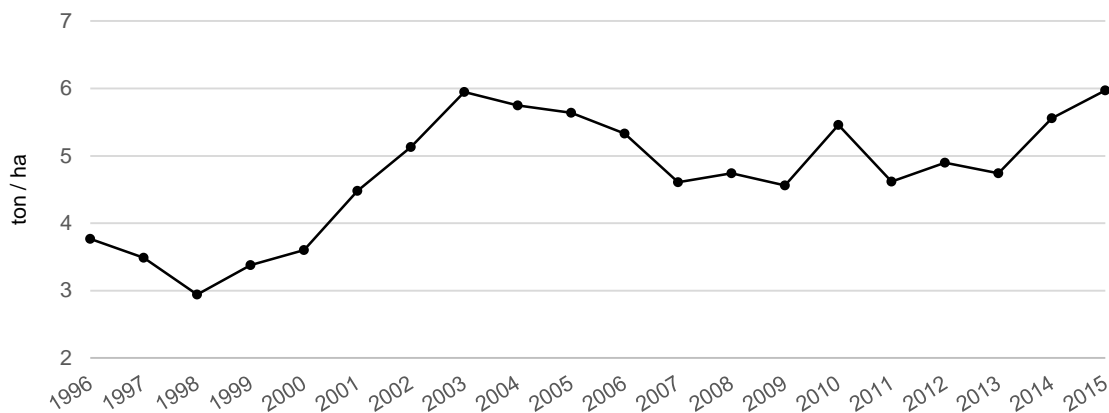


Fuente: SIAP, 2017.

3.4.4 Rendimientos

En el país predomina una amplia gama de variedades de durazno (Diamante, Supremo, Regio, “Criollo”) que se adaptan a las condiciones de suelo y clima y que pueden proporcionar altos rendimientos con un buen manejo. Sin embargo, el rendimiento promedio en México en los últimos diez años ha permanecido prácticamente constante; actualmente se alcanzan 5.06 t ha^{-1} . En el periodo de 1996-2005 se obtuvieron 4.22 t ha^{-1} (Figura 3.8). Este ligero aumento se ha visto ayudado en gran medida por los trabajos de investigación realizados por diversas instituciones como el Colegio de Postgraduados y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) que proponen la adaptación de variedades de durazno en seleccionadas regiones del país (García, 2008).

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..9 Rendimiento del durazno en México.



Fuente: SIAP-SAGARPA, 2017.

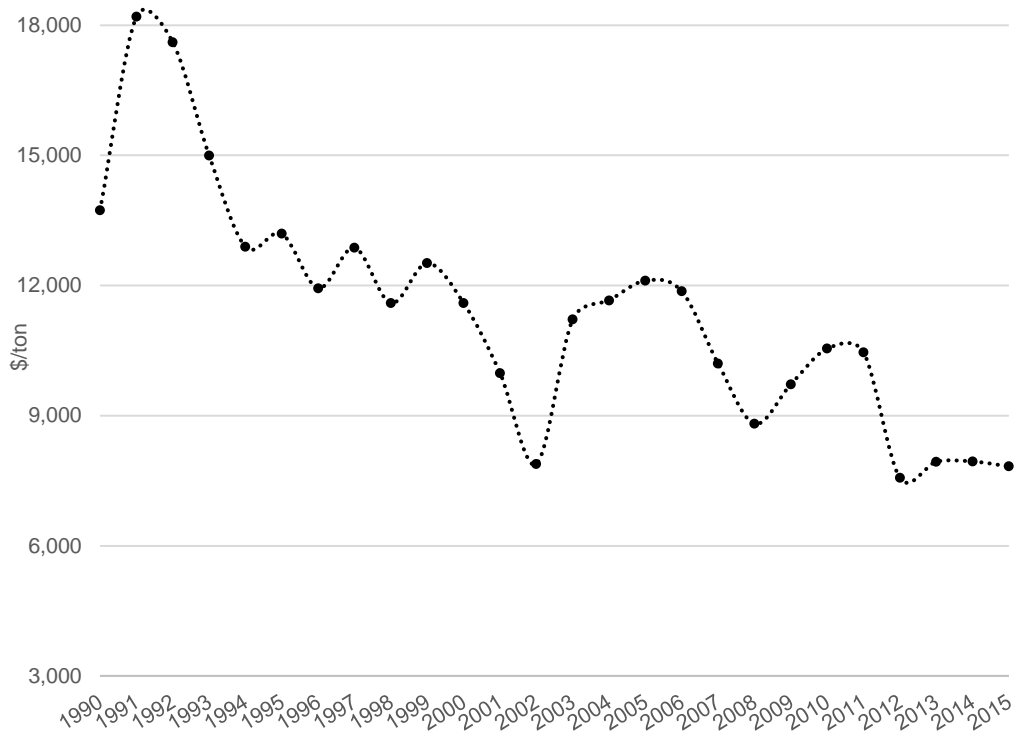
3.4.5 Precios reales pagados al productor

Por otra parte, en cuanto al valor y precios reales pagados al productor de durazno se puede notar que siguen una tendencia negativa, es decir, el precio que recibe el productor cada año es menor relativamente (Figura 3.9) (Anexo 3). Lo anterior implica una serie de consecuencias que impactan directamente en todo el proceso de producción de durazno. Si el precio tiende a la baja, los productores se desalientan en continuar con las prácticas de producción, dejan de invertir recursos económicos en sus huertas e incluso abandonan la actividad.

El bajo precio que recibe el productor se podría deber a la ineficiencia en el sistema de comercialización que predomina en el país. Por lo que sería interesante estudiar esta el proceso de comercialización predominante en México.

De la misma manera, analizar el comportamiento de esta variable en el corto y mediano plazo sería fundamental y decisivo para que el productor pueda tomar decisiones con respecto a su producción y comercialización.

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..10. Precio Medio Rural Real del durazno en México. Base 2015.



Fuente: Elaboración propia con información del SIAP e INEGI, 2017.

3.4.6 Exportaciones e importaciones

La fracción arancelaria de acuerdo al Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI, 2017), que corresponde al durazno queda de la siguiente manera:

Sección: II Productos del reino vegetal

Capítulo: 8 Frutas y frutos comestibles; cortezas de agrios (cítricos), melones o sandías.

Partida: 0809 Chabacanos (damascos, albaricoques), cerezas, duraznos (melocotones), (incluidos los griñones y nectarinas), ciruelas y endrinas, frescos

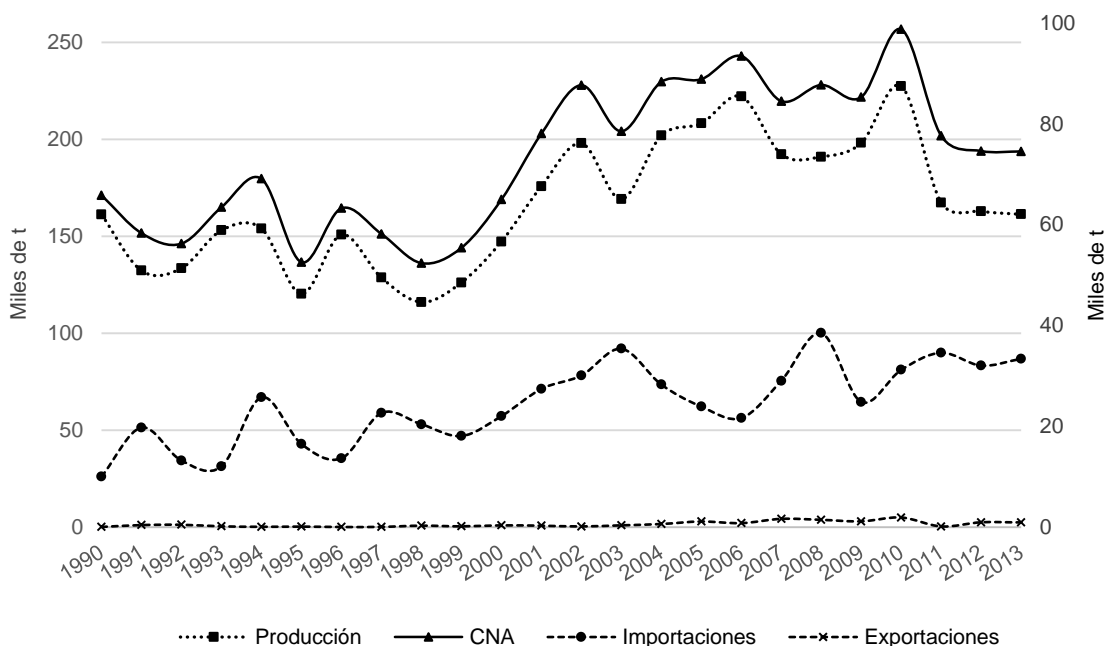
Subpartida 0809.30 Duraznos (melocotones), incluidos los griñones y nectarinas.

Fracción 0809.30.02 Duraznos (melocotones).

De acuerdo a cifras emitidas por la FAO (2017), se aprecia que la cantidad de durazno producida en México no alcanza a satisfacer la demanda interna por lo que se tiene que recurrir a importaciones de durazno fresco y enlatado. En el 2013, estas ascendieron a más de 33 mil t, lo que representó 17% del Consumo Nacional Aparente (CNA), el cual sumó 198 mil t. De esta manera y para el mismo año se registró un consumo per cápita en promedio de 2 kg. (Figura 3.10) (FAO, 2017).

Es importante destacar que nuestro país tiene escasa o nula participación de las exportaciones. El volumen de exportación no supera las 930 toneladas de fruta en años recientes.

Figura **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..11** Producción, Importaciones, Exportaciones y Consumo Nacional Aparente (CNA)



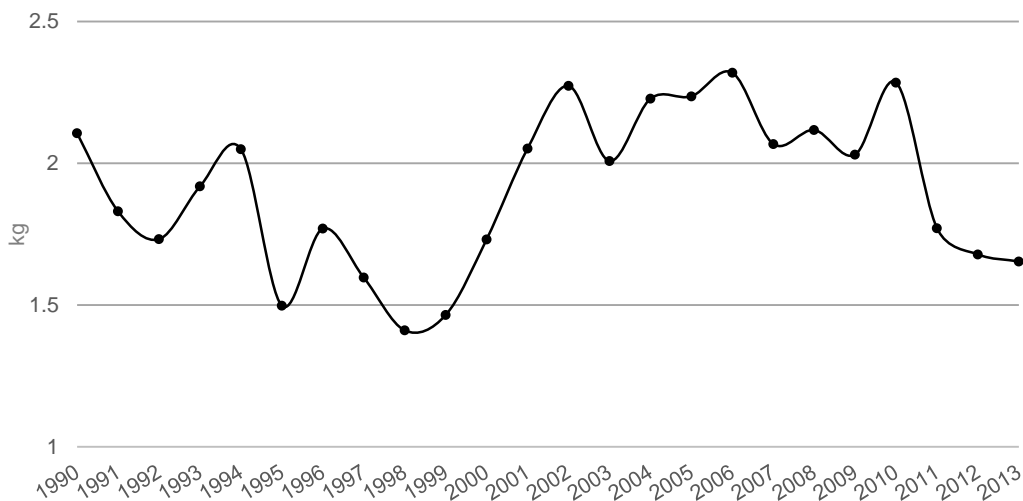
Fuente: FAO, 2017.

3.4.7 Consumo per cápita

Se estima que en México 114 millones de personas consumen durazno en un nivel bajo (2.0 kg per cápita) (Figura 3.11). Se proyecta que si el consumo en México aumenta a 3 kg por persona, el déficit de producción se elevaría a más de 90,000 toneladas; es decir, se requeriría incrementar 50% la producción actual para reducir o evitar las importaciones de esta fruta (SNIIM,

2014). Por lo tanto, se requieren programas de estímulo a la producción de durazno en México si no se desea depender del durazno importado.

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..12. Consumo per cápita de durazno en México.

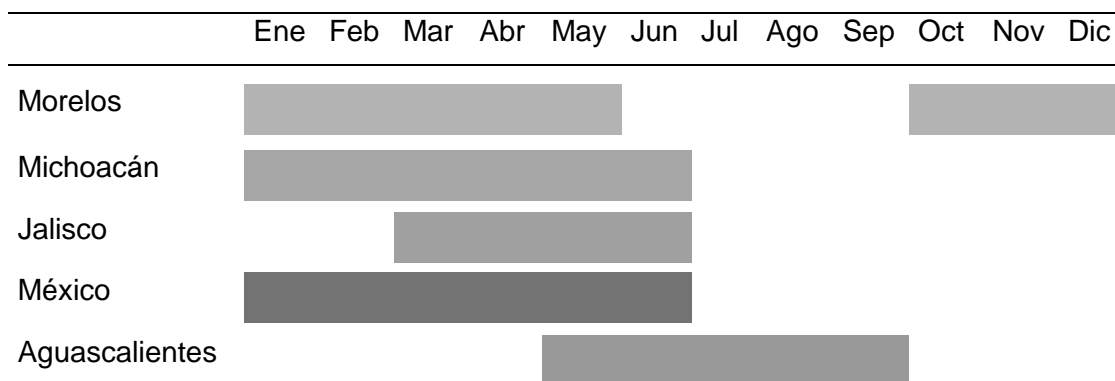


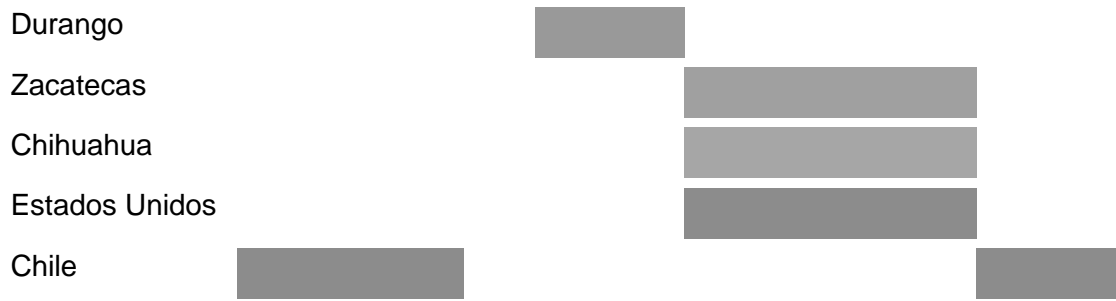
Fuente: Elaboración propia con información de la FAO, SIAP y CONAPO, 2017.

3.4.8 Estacionalidad de la producción

En México, el durazno es un fruto que se cosecha durante todo el año, aunque se debe de destacar que la mayor parte se concentra entre mayo y septiembre e incluye las importaciones de Chile (hemisferio sur) y Estados Unidos de América. No obstante, 70% de la cosecha nacional ocurre de julio a septiembre y proviene de los estados de Aguascalientes, Chihuahua y Zacatecas (Figura 3.12).

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..13. Estacionalidad de la producción de durazno en México.





Fuente: Sánchez, 2007.

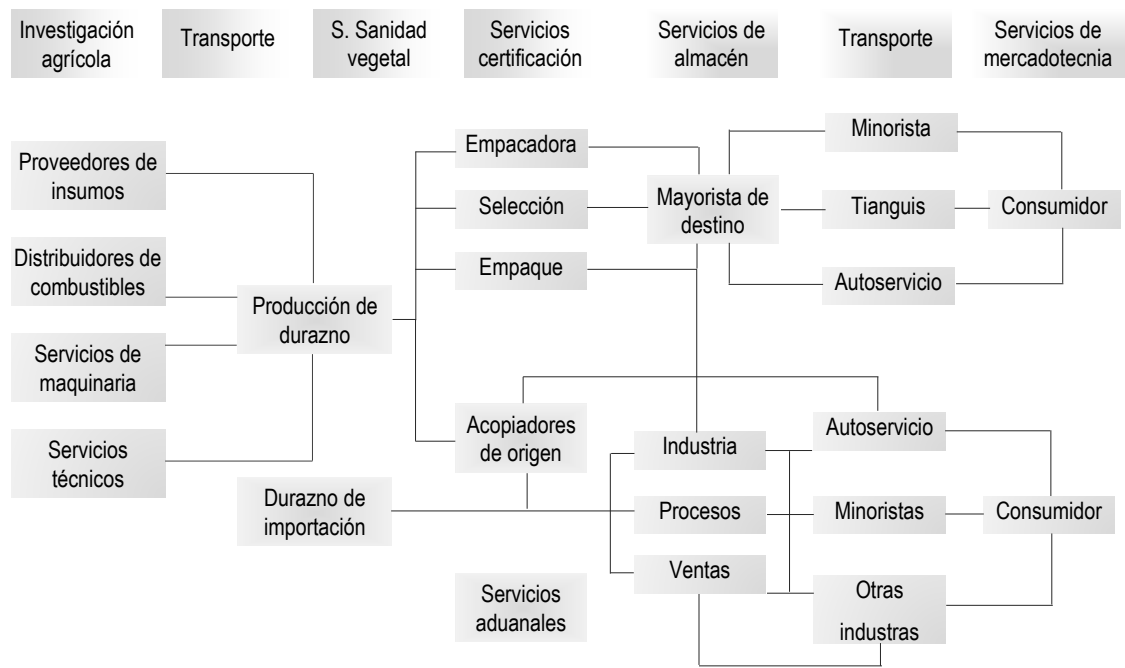
3.4.9 Canal comercial

De manera general se describen a los agentes involucrados en el proceso de comercialización del durazno en México:

Productores

En su mayoría son pequeños productores con una dotación promedio de 3 hectáreas, cuya producción la entregan a las emparadoras establecidas en los estados.

Figura 3.13. Canal comercial del durazno en México.



Fuente: Sistema productor

Industriales

El eslabón de los industriales está representado por las grandes marcas como La costeña, Jugos del Valle, Alpura, etc., los cuales no tienen una participación directa con el Comité Nacional del Sistema Producto Durazno.

Comercializadores

Los comercializadores del Durazno son los empacadores que generalmente compran directamente en campo y venden seleccionado y empacado a las tiendas de autoservicio, a la industria y a las centrales de abasto.

Proveedores de insumos y servicios

En este rubro están considerados los representantes de las tiendas de equipo, maquinaria, pesticidas, fertilizantes, así como los Asesores técnicos.

Otros

El comité nacional del Sistema Producto Durazno cuenta con un eslabón importante que es el de la Unidad de Innovación tecnológica, que son investigadores en durazno de las universidades y otras instituciones de investigación.

3.5 Literatura citada

Fideghelli, C., Della Strada, G., Grassi, F., Morico, G. 1997. The peach industry in the world: present situation and trend. In *IV International Peach Symposium 465*. 29-40.

Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2017. Statistics. FOSTAT, Dirección de Estadística 2017. Disponible en <http://faostat.fao.org>. (Fecha de consulta: 22 enero, 2017).

García, G. 2008. Rentabilidad de la producción de durazno en los Municipios de Chiutzingo, Calpan, Domingo Arenas y Huejotzingo, Puebla. Estudio de caso. Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados.

Sánchez, G. 2007. LA RED DE VALOR DURAZNO: Situación Actual y Perspectivas de Desarrollo. III Congreso Nacional del Sistema Producto Durazno. 6-8 de diciembre de 2007. Ixtapan de la sal, México. Consejo estatal de productores de durazno del estado de México, A. C. pp. 1-23.

Sánchez, T. B. I., Zegbe, D. J. A., Espinoza A. J. J., Rumayor R. A. F. 2012. Producción y comercialización del durazno criollo de Zacatecas. Folleto Técnico 43. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 43 p.

Sistema de información Agropecuaria y Pesquera (SIAP). 2017. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx> (fecha consulta, 15 enero, 2017).

Sistema Nacional de Información e Integración de los Mercados (SNIIM). 2017. Disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx> (Fecha de consulta, 04 de febrero de 2014).

Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAMI). 2017. Disponible en: <http://www.economia-snci.gob.mx/> Fecha de consulta: 15 de enero de 2017.

United States Department of Agriculture (USDA). 2014. Foreign Agricultural Service.

United States Departamento of Agriculture (USDA). Foreign Agricultural Service. Fresh Peaches and Cherries: World Markets and Trade. Consultado en enero de 2017.

United States International Trade Commission (USITC, 2007). Canned Peaches, Pears, and Fruit Mixtures: Conditions of Competition Between U.S. and principal Foreign Supplier Industries.

CAPÍTULO IV. EL PRECIO DEL DURAZNO PARA LA TOMA DE DECISIONES DE LOS PRODUCTORES MEXICANOS

4.1 Resumen

Los productores de durazno en México forman sus expectativas de producción basadas en el precio futuro; estos esperan que el precio aumente para seguir con la actividad agrícola, razón por la cual no toman la decisión de buscar otros usos y mercados para la fruta, diferentes al mercado en fresco. El objetivo fue analizar la dinámica, la tendencia y la volatilidad del precio medio rural del durazno en México a fin de pronosticar el precio de equilibrio en el corto y mediano plazo. La hipótesis fue que los precios del durazno tienden a la baja. Con la metodología de un modelo dinámico bajo un mercado simple, una ecuación diferencial de segundo grado y una ecuación browniana se obtuvo que el precio real del durazno presentó severas oscilaciones con tendencia negativa; que la trayectoria del tiempo condujo al precio de la fruta hacia el precio de equilibrio, pero que este fue bajo con respecto a los niveles de los periodos anteriores, por lo que se comprobó que el precio del fruto no aumentará en los próximos 15 años y en consecuencia, ante este escenario de incertidumbre, los productores de dicho fruto podrían dejar de seguir invirtiendo en la actividad.

Palabras clave: economía dinámica, *Prunus persica* (L.) Batsch, ecuación browniana, ecuación diferencial, mercado simple.

PEACH PRICE TO MAKE DECISIONS OF MEXICANS PRODUCERS

4.2 Abstract

Peach producers in Mexico form their production expectations based on the future price; they expect the price increase to continue with the agricultural activity, reason why they do not make the decision to look for other uses and markets for the fruit, different to the fresh market. The objective of this study was to analyze the dynamics, the trend and the volatility of the rural price of peach in Mexico in order to predict the equilibrium price in the short and medium term. The hypothesis was that peach prices tend to fall. With the methodology focused on a dynamic model under a simple market, a second-order difference equation and a Brownian equation was obtained that the real peach price presented severe oscillations with negative tendency; that the trajectory of the time led to the price of the fruit towards the equilibrium price, but that was low with respect to the levels of the previous periods, consequently, it was verified that the price of the fruit will not increase in the next 15 years and, as a result, in the face of this scenario of uncertainty, the producers of this fruit could stop continuing to invest in the activity.

Key words: dynamic economics, *Prunus persica* (L.) Batsch, Brownian equation, differential equation, simple market.

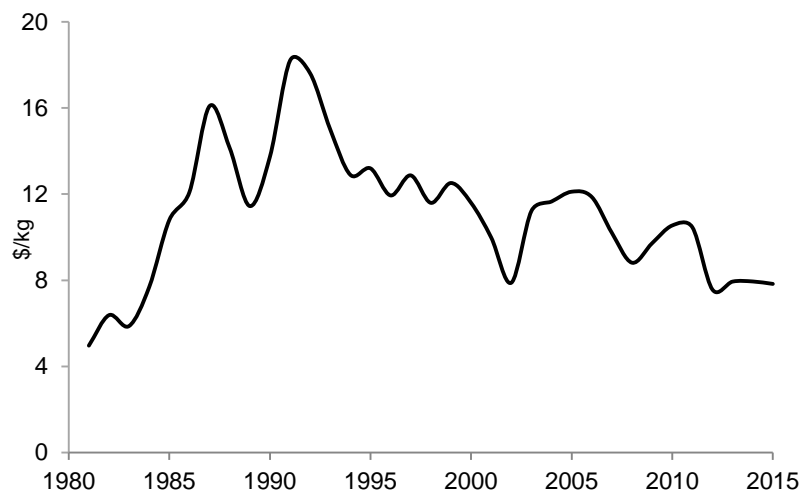
4.3 Introducción

Los productores de durazno en México forman sus expectativas de producción basadas en los precios futuros, esperando que estos se incrementen o mejoren y lleguen a los niveles de los años pasados donde el precio era relativamente alto para seguir produciendo. Bajo esta premisa, los agricultores no toman la decisión de buscar otras opciones, usos y mercados para la fruta diferentes al mercado en fresco.

La producción de durazno es una actividad agrícola importante en el desarrollo económico y social del país; esta labor emplea alrededor de cuatro millones de jornales, promueve el arraigo de los productores, minimiza la migración, reduce el abandono y el cambio de uso de suelo (Sánchez *et al.*, 2012). Actualmente, el país tiene una superficie sembrada de 35 mil ha que producen alrededor de 176 mil t (SIAP, 2016); no obstante, estas cantidades se han reducido 19 y 15% respectivamente, en los últimos diez años. De acuerdo a cifras emitidas por la FAO (2016), la cantidad de durazno producida en México no alcanza a satisfacer la demanda interna por lo que se tiene que recurrir a importaciones. En el 2015, estas ascendieron a más de 20 mil t. Es importante mencionar que el consumo per cápita es de 1.6 kg, cantidad que también se ha

reducido en los últimos años. En cuanto a los precios recibidos por el productor se observa que el precio real del durazno ha presentado severas fluctuaciones con tendencia a la baja (Figura 4.1).

Figura **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**14. Precio medio rural real del durazno en México. (\$/kg).



Los precios reales se deflactaron con el INPP. Base 2015=100.

Fuente: Elaboración propia con información del SIAP (2016).

Por esta razón, es de suma importancia analizar la tendencia y la volatilidad de los precios pagados al productor de durazno y calcular el precio de equilibrio de mercado y examinar si durante la trayectoria del precio en el tiempo este tiende a convergir al precio de equilibrio, ya que esto afecta no sólo al desarrollo agrícola, la comercialización y al consumo del fruto, sino al nivel de ingresos de los productores (Su *et al.*, 2014). Para tomar decisiones adecuadas del desarrollo del mercado del durazno se necesita de un análisis dinámico de la oferta y demanda, de la tendencia y la volatilidad de los precios que recibe el agricultor; así que, discutir la estabilidad y el precio de equilibrio del mercado tiene importancia para los gobiernos, los encargados de la formulación de políticas, los agentes intermediarios y, por supuesto, los agricultores a fin de que estos últimos puedan tomar decisiones con respecto a su producción, es decir, puedan optar por seguir bajo la misma línea de producción y comercialización, o bien, buscar nuevas alternativas u opciones que contribuyan a mejorar su participación en el mercado e incrementar sus ingresos (Fu *et al.*, 2015)

La hipótesis de este estudio es que el precio del durazno no va a aumentar en los próximos años, sino que presentará una tendencia negativa, por lo que, una gran cantidad de productores podría abandonar la actividad si continúan con el mismo patrón de producción y comercialización el cual no les permite competir por un precio más justo y razonable.

El objetivo de la investigación es analizar la tendencia, la volatilidad y obtener el precio de equilibrio del durazno en el corto y mediano plazo a fin de vislumbrar con precisión el comportamiento y las características de dicho precio de tal manera que se pueda proporcionar una valiosa referencia en la toma de decisiones de los productores de durazno en México.

4.4 Metodología

a) Modelo de un mercado dinámico simple

La dinámica de la formación del precio de mercado del durazno que se aborda en este trabajo, se encuentra relacionada con el llamado “modelo de la telaraña” (Lange, 1969), el cual describe cómo la dinámica de los precios evoluciona en un mercado de productos perecederos que toman cierto tiempo para producirse (Gori *et al.*, 2015). Así que, dada una brecha entre las decisiones de producción y el momento en el que los productos están disponibles en el mercado, los mecanismos de creación de expectativas se convierten en un determinante importante de los movimientos de los precios.

El modelo considera el desequilibrio de los precios reales con expectativas estáticas (es decir, los productores agrícolas suponen que el precio actual depende de uno de sus valores pasados observados), donde el ajuste de los precios es impulsado por el exceso de demanda en el mercado del producto considerado (Gori *et al.*, 2015).

Se asume una economía de libre competencia para describir el comportamiento de dicho mercado. La demanda del durazno está determinada por la disposición marginal de los consumidores a adquirir el producto y depende negativamente del precio actual (t). La oferta obedece positivamente a las expectativas de los precios y está en función del precio en el periodo anterior (t_{-1}); se considera la existencia de un retraso en el precio debido a que las decisiones de producción se toman hasta el momento en que la producción está lista para la venta. Como lo propone Lange (1969), las funciones de oferta y demanda quedan establecidas de la siguiente manera:

$$Q_d = \alpha + bP_t \quad a < 0, \alpha > 0, \quad (1)$$

$$Q_o = \beta + bP_{t-1} \quad b > 0 \text{ y } \beta > 0 \quad (2)$$

Donde Q_d indica la demanda per cápita de durazno; Q_o es la cantidad ofertada de durazno; P_t y P_{t-1} se refieren al precio en el periodo t y en el periodo anterior $t-1$.

En lo que se refiere a las expectativas de los precios, se supone que los productores basan su decisión de producción en el precio observado, asumiendo que este prevalecerá cuando su bien esté disponible para su venta, esto es, $P(t) = P(t-1)$, donde $t \geq 0$; esta hipótesis contempla el comportamiento de los mercados agrícolas, donde la producción requiere de cierto periodo de tiempo t para desarrollarse y obtener productos disponibles para el mercado. Por lo que, el proceso de ajuste de los precios, considerando el tiempo discreto basado en el exceso de demanda (Gandonlfo, 2010), se describe mediante la ecuación diferencial:

$$P_t = c_1 + c_2 P_{t-1} \quad (3)$$

De tal manera que el precio de equilibrio P_t^* está determinado por:

$$P_t^* = \frac{c_1}{1 - c_2}$$

Donde P_t es el precio de mercado actual y P_{t-1} es el precio de mercado rezagado un periodo.

Es importante destacar que en un mercado de libre competencia, el equilibrio se fija en el momento en que la oferta es igual a la demanda. En este periodo t , se logra el equilibrio periódico (Lange, 1969), expresado por la ecuación:

$$aP_t + \alpha = bP_{t-1} + \beta$$

De donde

$$aP_t = bP_{t-1} + (\beta - \alpha) \quad (4)$$

Por simplicidad, se sustituye la ecuación diferencial (4) por una ecuación reducida equivalente, en la cual la desviación del precio del equilibrio final aparece como una variable, de modo que se obtiene el precio del equilibrio final P^* de la ecuación (4), que supone que el precio no ha cambiado, esto es, $P_t = P_{t-1}$. Así que el precio de equilibrio debe ser:

$$P^* = \frac{\beta - \alpha}{a - b}$$

donde P^* es el precio de equilibrio. En caso de que hubiera una desviación con respecto al precio de equilibrio, esta podría representarse como:

$$\bar{P}_t = P_t - P^*$$

Donde \bar{P}_t significa la desviación del precio de equilibrio final, de modo que la desviación del precio en el periodo t del precio del equilibrio final es:

$$\bar{P}_t = P_t - \frac{\beta - \alpha}{a - b}$$

La introducción de la nueva variable \bar{P}_0 corresponde al desplazamiento del punto de equilibrio final. En contraste, la ecuación del equilibrio puede expresarse de la forma siguiente:

$$\bar{P}_t = \frac{b}{a} \bar{P}_{t-1} \tag{5}$$

La solución de la ecuación (5), da la siguiente serie:

$$\bar{P}_t = \frac{b}{a} \bar{P}_0 ; \bar{P}_2 = \left(\frac{b}{a}\right)^2 \bar{P}_0 ; \bar{P}_3 = \left(\frac{b}{a}\right)^3 \bar{P}_0$$

Entonces se llega a la solución general:

$$\bar{P}_t = \left(\frac{b}{a}\right)^t \bar{P}_0 \tag{6}$$

Donde \bar{P}_0 significa la desviación inicial del precio de equilibrio final (perturbación). Gracias a la solución general se establece si el proceso de formación del precio de mercado es estable, si $\frac{b}{a} < 1$.

Cabe señalar que debido a que la función de oferta es decreciente, el operador de la proporcionalidad $\frac{b}{a}$ es negativo, así que su coeficiente da sentido $a < 0$; por lo que se tiene $\frac{b}{a} < 0$ lo que indica que el precio tendrá un comportamiento oscilatorio alrededor del valor del equilibrio (Gandolfo, 2010).

En consecuencia, las desviaciones del precio de equilibrio final $\bar{P}_1, \bar{P}_2 \dots \bar{P}_t$ son alternativamente positivas y negativas, es decir, los precios de unos años oscilan alrededor del punto de equilibrio.

La amplitud de estas oscilaciones del nivel del precio de equilibrio indican si 1) es creciente, cuando $\frac{b}{a} > 1$ y entonces el proceso es inestable; 2) es decreciente cuando $\frac{b}{a} < 1$ y entonces el proceso de la formación de los precios tiende al equilibrio, es decir, es estable; cuando $\frac{b}{a} = 1$, la amplitud de las oscilaciones alrededor del punto de equilibrio es constante.

Finalmente, tomando en consideración lo anterior, el precio de equilibrio está determinado por:

$$P_t = \frac{\alpha}{a} + \frac{\beta}{a} + \frac{b}{a} P_{t-1} \quad (7)$$

El valor de β y b se obtiene de operar las siguientes ecuaciones:

$$C_1 = \frac{-a}{a} + \frac{\beta}{a} \quad (8)$$

$$C_2 = \frac{b}{a} \quad (9)$$

b) Ecuaciones diferenciales de segundo orden

De acuerdo con Chiang *et al.* (2006), el objetivo de resolver una ecuación diferencial es encontrar una trayectoria de tiempo $y(t)$, y esta trayectoria es una función del tiempo.

Una ecuación diferencial de segundo orden no homogénea de coeficiente constante toma la forma general:

$$Y_{t+2} + a_1 Y_{t+1} + a_2 Y_t = g(n) \quad (10)$$

Si $g(n) = c$, la cual es una constante, entonces:

$$Y_{t+2} + a_1 Y_{t+1} + a_2 Y_t = c$$

Por lo que ahora se puede descomponer la solución en un componente complementario, y uno particular.

Si $Y_t = Y^*$, entonces obtenemos la solución particular:

$$Y^* + a_1 Y^* + a_2 Y^* = c$$

$$Y = \frac{c}{1 + a_1 + a_2}$$

La solución o componente complementario es la solución de la parte homogénea de la ecuación recursiva, esta queda:

$$Y_{t+2} + a_1 Y_{t+1} + a_2 Y_t = c$$

De donde resulta:

$$Ab^{t+2} + a_1 Ab^{t+1} + a_2 Ab^t = 0$$

Operando:

$$Ab^t(b^2 + a_1 b + a_2) = 0$$

$$b^2 + a_1 b + a_2 = 0$$

Por lo tanto, la solución general:

$$Y_t = A_1(b_1)^t + A_2(b_2)^t + \frac{c}{1 + a_1 + a_2}$$

c) Ecuación browniana

$$r = \alpha + \Gamma (dt)$$

donde: α es la tasa continua del movimiento promedio o la media ($x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n(x)$) del precio, Γ es la desviación estándar ($\sqrt{r^2}$) y dt es un movimiento aleatorio.

En este caso, la media se entenderá como la tendencia que siguen los precios y la desviación estándar es la volatilidad de los mismos.

$$\text{La tasa continua es } r = \ln\left(\frac{VP_{t+1}}{VP_t}\right)$$

Donde r = tasa continua, \ln = logaritmo natural, VP_{t+1} =valor final y VP_t =valor inicial.

Para explicar las causas de la volatilidad y la tendencia de los precios agrícolas, algunas investigaciones han discutido el tema usando modelos dinámicos económicos. Particularmente, estos modelos se pueden aplicar a todos los aspectos de la economía, puesto que con base en los resultados que se obtienen de la simulación dinámica del modelo, se puede determinar si la economía tenderá a ser estable (Fu *et al.*, 2015). El modelo clásico de la telaraña, estudiado por Kaldor (1934) y Ezequiel (1938), representa uno de los primeros intentos de caracterizar la

dinámica no lineal en la teoría económica. Diversas contribuciones literarias centradas en la dinámica de precios han abordado este tema en modelos de tiempo discretos (Gallas y Nusse, 1996; Dieci y Westerhoff, 2010), y rara vez en tiempo continuo (Gandolfo, 2010). Mitra y Bousard (2012) investigaron la dinámica de los precios en un modelo de telaraña no lineal del almacenamiento privado para tratar de explicar y predecir las fluctuaciones de los mismos. Fu *et al.* (2015) propusieron un modelo nuevo de telaraña para conocer la estabilidad del mercado de la electricidad en China. Zhou (2009) construyó un modelo de telaraña del mercado de bienes raíces de China y Su *et al.* (2014) estudiaron si los precios de los productos agropecuarios son caóticos

En este estudio se analizó el comportamiento de la formación del precio de mercado del durazno. Para ello, se empleó un modelo dinámico con la finalidad de seguir y estudiar la trayectoria del precio del durazno en el tiempo, así como determinar si, dado un tiempo suficiente, esta variable tenderá a convergir a un cierto valor (equilibrio) (Chiang *et al.*, 2006). El modelo asume que la oferta y demanda dependen del precio del durazno. Como lo mencionan Dieci y Westerhoff (2010), este supuesto lleva a establecer resultados más generales sobre las propiedades de estabilidad del mercado.

La información del precio y producción nacional del durazno se obtuvo del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016). Las cantidades de importación y exportación se consultaron en la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2016). El dato de la población mexicana se adquirió a través del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2016). El periodo de estudio comprendió desde 1980 hasta 2015.

La oferta de durazno se definió al sumar la producción nacional más las importaciones; la demanda per cápita se obtuvo de restar a la oferta las exportaciones y dividir el resultado entre la población. Los valores nominales se transformaron a valores reales con el índice nacional de precios al consumidor y productor, ambos, base 2015.

La ecuación diferencial de segundo orden del precio del durazno se formó de la siguiente manera:

$$P_t = a + b_1P_{t-1} + b_2P_{t-2} + b_3Q_t + b_4T + b_5IM$$

Donde: P_t es el precio medio rural real de durazno, P_{t-1} es el precio medio rural real rezagado un periodo, P_{t-2} es el precio medio rural real rezagado dos periodos, Q_t es la cantidad (en miles

de toneladas) de durazno demandada en México, T es el tiempo e IM se refiere a la cantidad (miles de toneladas) de durazno importado.

Finalmente, el valor de todos los parámetros usados en esta investigación se fijó con un modelo econométrico de regresión lineal simple a través de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) (Gujarati y Porter, 2010), con el paquete estadístico Gretl y Microsoft Excel. Con el fin de lograr especificaciones satisfactorias del modelo, y por lo tanto coeficientes precisos y confiables, se utilizaron criterios estadísticos como el coeficiente de determinación (R^2) para probar la significación de las mismas. La significancia global de los coeficientes de cada ecuación se validó con la prueba de F y la de cada coeficiente con la prueba de t de Student o la razón de t . Al elegir el modelo, se consideró tanto la importancia de los coeficientes, así como la lógica, basada en la teoría económica.

Una vez obtenidos los valores de los parámetros, se procedió a validarlos de acuerdo con resultados teóricos.

4.5 Resultados y discusión

a) El modelo dinámico del mercado simple

Las regresiones lineales de las ecuaciones (1) y (3) son:

$$P_t = 1.019 + 0.88 P_{t-1}$$

$$Q_t = 250.40 - 7.36 P_t$$

Se obtuvo un coeficiente de determinación (R^2) de 0.80 y 0.72 para las ecuaciones del precio y la demanda respectivamente, lo que indica que las variables explicativas y la variable dependiente están estrechamente relacionadas. Los signos esperados de los coeficientes de las variables que conforman el modelo de las ecuaciones estudiadas concuerdan con la teoría económica.

El valor del precio de equilibrio fue de 8.49 \$/kg.

La solución de las ecuaciones (8) y (9) para encontrar los valores de β y b fueron 242.90 y -6.47, los cuales representan los coeficientes de la ecuación (2). Una vez obtenidos estos resultados, se calculó el valor de las cantidades de equilibrio de la demanda y la oferta, el resultado fue el siguiente:

$$Q_d = 250.40 - 7.36(8.49) = 187.91$$

$$Q_o = 242.90 - 6.4768(8.49) = 187.91$$

Para corroborar las cantidades de equilibrio, se sustituyeron los valores en la ecuación (4):

$$250.40 - 7.36(8.49) = 242.90 - 6.4768(8.49)$$

De manera general, de la ecuación (7), también fue posible obtener el valor de equilibrio, esto es:

$$8.49 = \frac{-250.40}{-7.36} + \frac{242.90}{-7.36} + \frac{-6.9768}{-7.36}(8.49)$$

Finalmente, para saber si el proceso de formación del precio del mercado es estable, se tiene:

$$\frac{b}{a} = \frac{-6.9768}{-7.36} = 0.92$$

El resultado obtenido indica que el mercado del durazno está orientado hacia un comportamiento de convergencia, que muestra que el mercado es estable o el equilibrio es dinámicamente estable (Chiang *et al.* 2016), en el cual, el precio permanece constante.

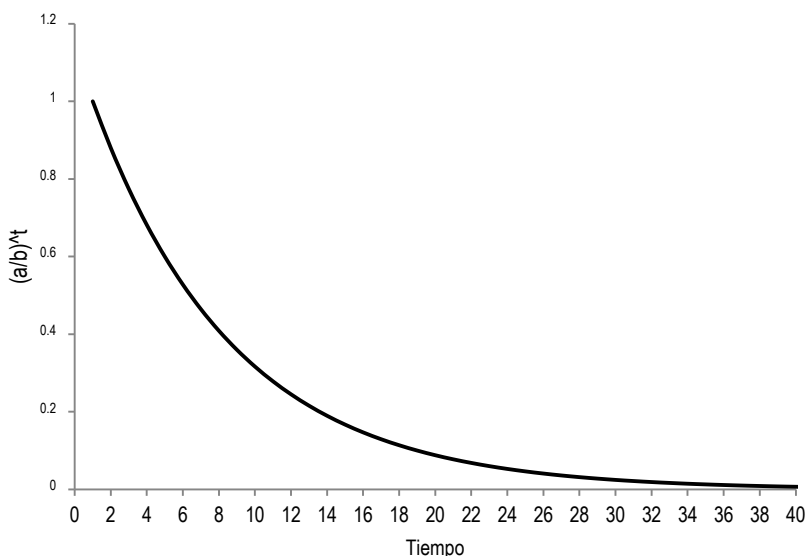
La convergencia del mercado implica que cada alteración del estado de equilibrio, es decir, cada perturbación, se anula automáticamente y el proceso tiende al equilibrio. Esto es, el verdadero precio se moverá alrededor del precio de equilibrio en un rango cada vez mayor y finalmente se desviará al precio de equilibrio. Por lo tanto, permitir que el mercado se ajuste por sí sólo conducirá a que las variables que afectan al mercado se desvíen al equilibrio.

El resultado derivado se respalda del hecho de que si estos precios se aproximan o no a un nivel de equilibrio depende de las elasticidades relativas de las curvas de demanda y oferta. Si la decisión de oferta de los productores en el período t depende del precio de mercado que prevaleció en el período t_{-1} se distinguen tres posibilidades (Finkenstädt y Kuhbier, 1992). Primero, si la elasticidad de la demanda es mayor que la elasticidad de la oferta, los precios y las cantidades convergerán hacia un equilibrio. Por el contrario, una demanda relativamente inelástica que interactúa con una oferta bastante elástica hace que los precios oscilen explosivamente, y finalmente, la tercera eventualidad, es que la oferta y la demanda tengan las mismas elasticidades, lo que implica una oscilación sostenida del precio sobre el precio de equilibrio.

Analizando el primero de los casos, cuando la elasticidad de la demanda es mayor que la elasticidad de la oferta, obedece a que el producto tiene una amplia gama de productos sustitutos, razón por la cual el consumidor final puede elegir comprar entre un producto y otro. En el caso del durazno, los consumidores pueden sustituir diversas frutas como la manzana, el mango, la pera, entre otras, en lugar de comprar el durazno.

Visto desde otro punto de vista, la convergencia del modelo se debe a que, si a medida que avanza en el tiempo, la desviación de P_2 tiende a ser cero, el mercado tiende al equilibrio, esto es porque la desviación del precio tiende a desaparecer (Brambila, 2011) y se llega al precio de equilibrio (Figura 2). Por el contrario, en caso de que la desviación P_2 tendiera a aumentar significaría que el mercado es divergente o tiende al desequilibrio, es decir, hay periodos de excedentes y otros de escasez.

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..15. Convergencia del mercado de durazno en México.



Fuente: Elaboración propia con información del modelo.

Como se ha mencionado anteriormente, en un mercado competitivo, el equilibrio se determina en el momento en que la oferta y la demanda son iguales. Sin embargo, estas condiciones de estabilidad no permanecen siempre (Gori, 2015); pueden existir fuerzas, o causas accidentales, como las llaman Dieci y Westerhoff (2010), por las que el sistema deja de estar en equilibrio. Por ejemplo, cuando los agricultores observan que el precio del durazno aumenta, entonces estos comenzarán a expandir su producción tal como lo predice el modelo dinámico estudiado. Sin

embargo, cuando la oferta aumenta demasiado, el precio del fruto disminuirá de nuevo. En consecuencia, los productores abandonarán este mercado. Habría que considerar que este modelo no explora qué hacen los productores cuando su producción o precio son bajos. Quizá comiencen a sondear en otro mercado, por ejemplo, el mercado del aguacate.

b) Ecuación diferencial de segundo orden del precio del durazno

Se obtuvo un coeficiente de determinación (R^2) de 0.92. Los coeficientes obtenidos de la regresión mostraron los signos esperados (Cuadro 4.1). Aunque algunos de los parámetros no fueron estadísticamente significativos, se consideraron aceptables de acuerdo a la teoría económica.

Cuadro 4.1. Coeficientes estimados del modelo.

Ecuación del precio	Coefficiente
Intercepto	8.5158*
P_{t-1}	0.0026 **
P_{t-2}	0.7313
Q_t	-0.6861
T	-0.1281
IM	-0.0307

* y ** denotan una significancia del cinco y diez por ciento, respectivamente.

Fuente: elaboración propia con los resultados del modelo econométrico.

De esta manera, con los valores obtenidos de la regresión se formó la siguiente ecuación:

$$P_t - 0.541189P_{t-1} - 0.0499P_{t-2} = 8.5158 - 0.004173Q_t - 0.03070IM - 0.1281T$$

La solución particular o de equilibrio quedó integrada de la siguiente manera:

$$Y^*(1 - 0.541189 - 0.0499) = 8.5158 - 0.004173Q_t - 0.03070IM - 0.1281T$$

Los valores promedio de Q_t e IM se obtuvieron de la serie de datos, estos fueron $Q_t = 165.42$ e $IM = 19.87$, los cuales se sustituyeron en la ecuación anterior, y se obtuvo:

$$Y^* = 17.64 - 0.3132t$$

Posteriormente se calculó la solución complementaria:

$$P_t - 0.541189P_{t-1} - 0.0499P_{t-2} = 0$$

$$P_{t-2} - 0.541189P_{t-1} - 0.0499P_{t-2} = 0$$

$$P_t(P^2 - 0.541189P - 0.0499) = 0$$

$$P^2 - 0.541189P - 0.0499 = 0$$

Por lo que:

$$b_1 = 0.6215$$

$$b_2 = -0.0803$$

Es importante mencionar que la función complementaria determina si el equilibrio es dinámicamente estable, esto es, la función complementaria va a tender a cero cuando t tienda al infinito. En este sentido, el valor de b es de suma importancia en este aspecto. La expresión de b genera un tipo diferente de trayectoria de tiempo, es decir, si $|b| > 1$ el sistema es divergente, cuando $|b| < 1$ refleja un sistema convergente.

En este caso, los valores que se obtuvieron de b indican que se trata de un sistema convergente al equilibrio, es decir, el precio oscilará en el precio de equilibrio de mercado.

Ahora bien, la solución total se resolvió de la siguiente manera:

$$Y_t = A_1(0.6215)^t + A_2(-0.0803)^t + 17.64 - 0.3132t$$

Nuevamente, se toman valores originales de la serie de datos para sustituirlos en las condiciones iniciales, en este caso, se trata del precio medio rural real de los años 1980 y 1981 estos son, $Y_0 = 24.28$, y $Y_1 = 22.82$, respectivamente.

De esta manera, se trabaja con la solución total o general:

$$Y_t = A_1(0.6215)^t + A_2(-0.0803)^t + 17.64 - 0.3132t$$

$$Y_0 = 24.28 = A_1(0.6215)^0 + A_2(-0.0803)^0 + 17.64 - 0.3132(0)$$

Operando, se tiene:

$$A_1 = 6.64 - A_2$$

Para encontrar el valor de A_2

$$Y_1 = 24.28 = (6.64 - A_2)(0.6215)^1 + A_2(-0.0803)^1 + 17.64 - 0.3132(1)$$

$$A_2 = -1.9465$$

Ahora, se sustituyen los valores de A_2 para encontrar el valor de A_1 , que nos dará el precio de equilibrio:

$$A_1 = 6.64 - (-1.94650) = 8.58472$$

Finalmente, la solución general quedó definida como:

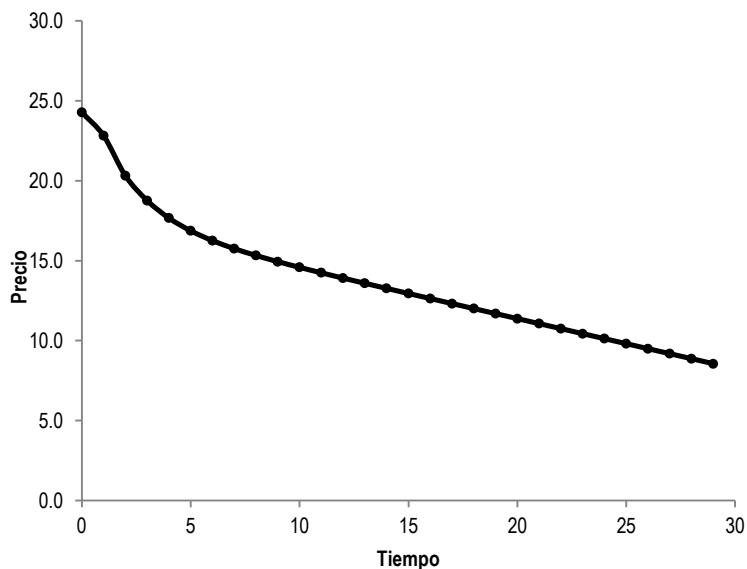
$$Y_t = 8.58472 (0.6215)^t - 1.9465 (-0.0803)^t + 17.64 - 0.3132(t)$$

Como lo muestra la ecuación anterior, el valor inicial de Y_t es el precio inicial de la serie (24.80 \$/kg). Se puede notar que este precio tiende a converger (Figura 4.3). Este comportamiento ya se había pronosticado con el valor de b .

Los precios de equilibrio obtenidos del modelo del mercado simple y ahora, del de la ecuación diferencial, son similares, 8.49 y 8.58 \$/kg respectivamente. Lo que demuestra que el precio de equilibrio en el corto y mediano plazo oscilará entre esas cantidades. Es necesario destacar que este valor de equilibrio se encuentra por debajo del precio de mercado presentado en los años anteriores, el cual, en promedio ha sido de 9.54 \$/kg en los últimos 10 años. Por lo que existe evidencia para corroborar que el precio medio rural del durazno continuará desplazándose a la baja.

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..16.

Comportamiento del precio medio rural del durazno.



Fuente: Elaboración propia con los resultados obtenidos de la ecuación general.

c) Ecuación Browniana

Los valores de la ecuación browniana son

$$r = -0.0107 + 0.1583 dt$$

Lo anterior indica que la tendencia de los precios reales del durazno presentan una propensión negativa, o bien, que los precios van a la baja. En lo que respecta a la volatilidad (desviación estándar entre la media), se aprecia que esta es de -14.76.

Este alto porcentaje podría deberse a que las series temporales de los precios de los productos agrícolas perecederos y no almacenables están sujetas a fluctuaciones de corto y largo plazo (Gori *et al.*, 2015). Esto es consecuencia, por ejemplo, de que los agricultores no pueden ajustar su producción inmediatamente cuando los precios sufren alteraciones repentinas, a la creciente demanda de alimentos, al clima, al tipo de cambio, las cantidades de exportación e importación, los precios de la energía (Su *et al.*, 2014) entre otros.

Finalmente, el productor podría pensar que debido a la gran volatilidad que experimentan los precios, estos tenderían a subir en un próximo periodo de tiempo. No obstante, las evidencias demuestran que la tendencia es a la baja. Por lo que si continúan con las mismas prácticas de producción y comercialización difícilmente podrán competir por un precio más equitativo y razonable.

4.6 Conclusiones

El precio de durazno convergió al precio de equilibrio pero este fue demasiado bajo en relación con los años pasados; que la alta volatilidad que presentaron los precios podría hacer pensar al productor que estos van a aumentar, sin embargo la tendencia fue a la baja. Así que, es de esperarse que el precio recibido por los agricultores siga disminuyendo periodo tras periodo, y en consecuencia, una gran cantidad de productores podría abandonar la actividad si continúan con el mismo patrón de producción y comercialización el cual no les permite competir por un precio más justo y razonable. Por lo que, bajo este panorama, es necesario buscar alternativas que incentiven a mejorar el precio e ingreso de los productores de durazno como es la agregación de valor del producto, diferenciar el durazno como alimento funcional, nutraceutico u orgánico, o buscar opciones para un uso holístico del producto (aprovechamiento de la biomasa o desperdicios durante el proceso de producción), lo que le permitiría incrementar sus posibilidades

de una mayor participación en el mercado, un mejor precio y, por ende, este impacto se reflejaría en el crecimiento en sus ingresos.

4.7 Literatura citada

Brambila, P., J. J. 2011. Bioeconomía: Instrumentos para su análisis económico. SAGARPA-COLPOS, México. 312 p.

Carlson, J. 1968. An Invariably Stable Cobweb Model. *Review Of Economic Studies* 35 (3): 353-360.

Chiang, Alpha y Wainwright Kevin. 2006. *Métodos Fundamentales de Economía Matemática*. México: McGraw-Hill. 708 p.

Consejo Nacional de Población (CONAPO). En: http://www.conapo.gob.mx/ES/CONAPO/Mexico_en_cifras. Consultado el 23 de noviembre de 2016.

Dieci, R., Westerhoff, F. 2010. Interacting cobweb markets. *Journal of Economic Behavior and Organization* 3: 461-481.

Ezekiel, M. 1938. The cobweb theorem. *Q. J. Econ.* 52: 255-280.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2016. Consultado el 27 de noviembre de 2016. *In*: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP>

Finkenstädt, B., Kuhbier, P. 1992. Chaotic dynamics in agricultural markets. *Annals Of Operations Research* 37: 73-96.

Fu, M., Xia, J., Fan, X., Tian, L., and Wang, M. 2015. New non-equilibrium cobweb dynamical evolution model and its application. *Economic Modelling* 51: 544-550.

Gallas, J. A. C. y Nusse, H. E. 1996. Periodicity versus chaos in the dynamics of cobweb models. *J. Econ. Behav. Organ.* 29: 447-464.

Gandolfo, G. 2010. *Economic Dynamics*. 4th Edition. Springer, Berlin. 829 p.

Gori, L., Guerrini, L., Sodini, M. 2015. Equilibrium and Disequilibrium Dynamics in Cobweb Models with Time Delays. *International Journal of Bifurcation and Chaos* 25(6): 1-14.

Gujarati, Damodar y Porter Dawn. 2010. *Econometría*. McGraw-Hill Interamericana. 944 p.

Kaldor, N. 1934. A classificatory note on the determination of equilibrium. *Rev. Econ. Stud.* 1: 122-136.

Lange Oskar. 1969. *Introducción a la economía cibernética*. México: Siglo XXI. 192 p.

Mitra, S.; Boussard, J. 2012. A simple model of endogenous agricultural commodity price fluctuations with storage. *Agric. Econ* 43: 1-15

Sánchez, B., Zegbe, J., Espinoza, A., Rumayor, R. 2012. Producción y comercialización del durazno criollo de Zacatecas. Folleto Técnico No. 43. En: <http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/proComDurCriollo.pdf>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). En: www.siap.gob.mx. Consultado el 15 de diciembre de 2016.

Su, X., Wang, Yi., Duan, S., Ma, Junhai. 2014. Detecting Chaos from Agricultural Product Price Time Series. *Entropy* 16(12): 6415-6433.

Zhou, Y., 2009. The construction of cobweb model on China's estate market. *J. Shaoyang Univ. Soc. Sci. Ed.* 8: 62–63.

CAPÍTULO V. OPCIONES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS PARA MEJORAR EL INGRESO DE LOS PRODUCTORES DE DURAZNO EN EL ESTADO DE MÉXICO

5.1 Resumen

La producción mexicana de durazno esta enfrentando una severa crisis económica debido a que la superficie sembrada, la producción, los rendimientos, los precios y el consumo nacional per cápita van disminuyendo paulatinamente y por ende los ingresos de los productores son relativamente mas bajos. Ante esta situación, se planteó la interrogante: ¿La producción orgánica de durazno puede contribuir a mejorar los ingresos de los productores en el Estado de México? En esta investigación se evaluó la viabilidad económica de convertir el sistema de producción convencional hacia el sistema de producción orgánica. La evaluación económica se realizó con la teoría de las opciones reales y se valoró la opción de abandono a través del método de los árboles binomiales. Además, se cuantificó y estimó el valor de los subproductos y residuos derivados del cultivo para adicionarlos a los ingresos finales del agricultor con el propósito de comprobar si este importe podría ayudarle a mejorar su ingreso durante y después del proceso de conversión. Los resultados mostraron que fue factible invertir en la producción orgánica puesto que el valor de las opciones fue positivo incluso cuando se consideró la opción de abandonar el proyecto; que la valoración económica de los subproductos contribuyó a mejorar el ingreso de los productores.

Palabras clave: *Prunus persica* (L.) Batsch, agricultura orgánica, agricultura convencional, opciones reales, subproductos.

5.2 Abstract

5.3 Introducción

Por motivos de salud, nutrición y conciencia de la población en adquirir productos respetuosos con el medio ambiente, la demanda de alimentos orgánicos, como frutas, verduras y café, sigue en constante aumento (Granatstein, *et al.*, 2016; You y Hsieh, 2017), sobre todo en las regiones y países con ingresos altos (Sahota, 2015). En el 2013, aunque la agricultura orgánica representó menos de 1% del total de la superficie agrícola mundial y sólo ocupó 5% del total de las ventas en los países más desarrollados (Willer y Lernoud, 2015) es uno de los sectores alimentarios con mayores tasas de crecimiento (Seufert *et al.*, 2017); por ejemplo, la tierra destinada a la producción orgánica de frutas de temporada, principalmente de las manzanas, los albaricoques y las peras, se duplicó durante el periodo de 2008 al 2013 (OrganicDataNetwork, 2015); y el mercado global de alimentos orgánicos aumentó de 57, 500 a 104, 700 millones de dólares del 2010 al 2015 con una tasa de crecimiento anual compuesta (TCAC) estimada de 12.9% (You y Hsieh, 2017). Esta situación sugiere grandes oportunidades de negocio para los productores que deseen incorporarse a dicho mercado solicitante de este tipos de frutas.

En México, el durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch) es uno de los cultivos de hoja caduca más importantes gracias a las diversas variedades que se han adaptado a las condiciones climatológicas de cada región del país y es labrado de manera tradicional en prácticamente todo el territorio nacional. Sin embargo, este sector productivo enfrenta una crisis económica debido a que en los últimos diez años, tanto la superficie sembrada se ha reducido 22% como la cantidad de producción 20% al pasar de 45 a 35 mil ha y de 222 a 176 mil t respectivamente. Aunado a lo anterior, el ingreso real por hectárea que recibe el productor también presenta tendencia a la baja (SIAP, 2017), sumado a la disminución en el consumo nacional per cápita de la fruta y el tiempo adverso que impacta severamente los niveles de producción.

Ante este panorama, se hace inminente la necesidad de proponer opciones reales (alternativas) a los productores de durazno que les permitan obtener mejores ingresos para que permanezcan en esa actividad agrícola. Una de las opciones en la que se podría innovar es la de convertir su sistema de producción convencional o tradicional en un sistema de producción orgánico, debido, entre otras razones, a que el precio de la fruta orgánica es generalmente más elevado (Olgun *et al.*, 2006; Jimenez *et al.*, 2007; Bravin *et al.*, 2010; Peck *et al.*, 2010), se oferta un producto de alta calidad al mercado (Hondebrink *et al.*, 2017) y se participa de una opción sustentable que contribuye a la explotación racional de la tierra al producir alimentos con menor impacto ambiental (Tilman, 1998; Delgado y Pérez, 2013).

Una de las características que se tienen que cumplir para que el cultivo sea considerado orgánico es que deben transcurrir al menos tres años desde que se dejó de usar toda sustancia prohibida (agroquímicos) durante el proceso de producción para que este salga al mercado. Esta disposición indica que la producción se encuentra “en conversión” o “transición” (Granatstein *et al.*, 2016). Durante esta fase los rendimientos disminuyen y los costos de producción suelen aumentar. Es por estas razones que para fortalecer o dar un soporte económico al productor durante dicha etapa, se podría añadir el valor económico de los subproductos y residuos obtenidos durante la producción del fruto, los cuales aportarían un recurso adicional que podría ayudar a disminuir los costos de producción y generar ingresos adicionales.

En los huertos del duraznero se originan cantidades de biomasa (tallos y hojas). Actualmente, estos subproductos son destruidos o quemados directamente en el campo de cultivo lo que implica que no se obtiene un beneficio económico directo (Askew y Holmes, 2002). Sin embargo, esta biomasa podría ser empleada como un recurso para obtener un biofertilizante, un biocombustible, o bien, para usar la madera en la industria (FAO, 1997), lo que permitiría generar un ingreso adicional a los productores y ayudar a reducir los impactos negativos al medio ambiente (FAO, 2003).

Otro residuo que podría utilizarse, y que tampoco ha sido aprovechado ni valorado económicamente, son las semillas del fruto, las cuales son vistas como un desperdicio que queda en los huertos durante la cosecha y la comercialización del fruto. Estas semillas se obtienen a partir del fruto que no se vendió porque no pasó las pruebas de calidad para entrar al mercado: estuvo maltratado, dañado por lluvias, granizado, mallugado o presentó picaduras de aves. De acuerdo con la literatura, dichas semillas contienen una almendra con alto contenido de aceite que comprende el alrededor del 50% de su peso (Sánchez-Vicente *et al.*, 2009) y 27.5% de proteína (Rahma, 1988). Dicho aceite tiene importantes propiedades terapéuticas y nutricionales debido a la presencia de ácidos grasos insaturados y compuestos antioxidantes (Wu *et al.*, 2011), entre ellos: ácido oleico (58%), linoleico (32%) y palmítico (8%) (Kamel y Kakuda, 1992). Este recurso puede ser destinado a las industrias de alimentos y suplementos nutraceuticos (Sánchez-Vicente *et al.*, 2009; Wu *et al.*, 2011), en la alimentación animal, como combustible (Mezzomo *et al.*, 2009), o utilizado en la industria cosmética como un ingrediente en jabones, champús, lociones y cremas (Saadany *et al.*, 2004).

El objetivo de este estudio fue evaluar económicamente la conversión de la producción de durazno convencional hacia la producción orgánica en el estado de México e incorporar el valor

económico de los subproductos y residuos generados en el proceso de producción al ingreso del productor.

Hasta ahora no existe ninguna investigación en el aspecto económico relacionado con la producción orgánica de durazno basada en la teoría de las opciones reales ni del aprovechamiento de sus subproductos y residuos. Por esta situación, se infiere que la presente estudio tendría un efecto directo en la producción de durazno en México.

5.4 Materiales y métodos

Localización del área de estudio

El estudio se desarrolló en los municipios de Almoloya de Alquisiras, Sultepec, Temascaltepec, Tenancingo y Texcaltitlán, pertenecientes al Estado de México. Durante el 2015, se seleccionaron 29 productores de durazno por medio del muestreo de bola de nieve. La información provino de entrevistas semiestructuradas, las cuales incluían preguntas concernientes al proceso y los costos de producción, los rendimientos, los precios de venta, el manejo y la valoración de los subproductos, la problemática de la actividad y la comercialización. Los datos obtenidos se analizaron con el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS 20.0).

Costos, precios y rendimientos de la producción orgánica de durazno

Para determinar los costos y los precios del durazno orgánico, ya que aún no se dispone de esta información en México, se hizo una aproximación de estas variables comparando los valores que se han obtenido en otras frutas de hoja caducifolia (manzanas y peras) que son producidas bajo el régimen de producción orgánica. En este sentido, la literatura reportó en un estudio reciente (Taylor y Granatstein, 2013) que el precio de la manzana orgánica de la variedad "Gala" producida en Washington se incrementaba 39% con relación al de la convencional; asimismo, se reportó en otro estudio que una plantación de manzana orgánica en la misma entidad recibió un precio 59% mayor equiparado con el pagado por el de la convencional (Glover *et al.*, 2002). Por último, en Suiza, se reportó que el precio de las manzanas orgánicas se duplicó comparado con el de las manzanas convencionales (Bravin *et al.*, 2010).

En cuanto a los costos de producción orgánica, se encontró que el costo del cultivo de manzanas en Nueva York aumentaba 9% (Peckt *et al.*, 2010); en Washington, el costo era mayor de 5 a 10% (Taylor y Granatstein, 2013); y, en la producción orgánica de peras en El Valle de

Sacramento, California, se concluyó que el costo fue 11% más elevado que en el convencional (Ingels y Klonsky, 2012).

Por lo tanto, como un escenario posible, el cual puede ser modificado directamente sin detrimento de la metodología empleada, para esta investigación se supuso que el precio del durazno orgánico se duplicaría en comparación con el precio tradicional; que los costos de producción serían 10% más altos que los del sistema convencional, esto por los altos precios de los biofertilizantes, bioinsecticidas y biopesticidas; y con respecto a los rendimientos alcanzados en la producción orgánica se estimó que serían 50% menores en relación con los obtenidos en el sistema de producción convencional (Fauriel *et al.*, 2007; Sautereau *et al.*, 2013) (Cuadro 5.1).

Cuadro **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..6.** Ingresos y costos de la producción orgánica de durazno en el Estado de México. \$/ha.

Concepto/ años	0	1	2	3	4	5	9	10
Inversión inicial	3,425							
VAN	200,777							
Ingresos		22,598	20,305	19,650	85,144	85,144	85,144	85,144
Costos de producción		35,471	32,612	33,211	27,755	27,755	27,755	27,755
Flujo de efectivo		(12,874)	(12,307)	(13,561)	57,388	57,388	57,388	57,388

Además de los supuestos antes mencionados, se infirió que para establecer este nuevo sistema de producción ya se producía durazno convencional, en el cual se alcanzaba un rendimiento promedio en el Estado de México de 10.59 t h⁻¹ (SIAP, 2017); y que los productores deberían asociarse y constituirse bajo la forma legal que estableciera la certificación (Gómez *et al.*, 2005), con la finalidad de reducir los costos que implica la constitución de la misma (Delgado y Pérez, 2013).

Cuantificación y análisis de la biomasa (subproductos y residuos)

Para contabilizar la cantidad de biomasa producida en cada árbol de durazno, de cada municipio se seleccionó, por intención, una huerta de entre ocho y diez años de vida; de cada parcela se escogieron dos árboles. Durante los días de poda, se asistió a los sembradíos para recolectar y pesar la biomasa ganada. Una vez pesado el material se procedió a defoliar los tallos para determinar el peso de las hojas de manera independiente.

Para obtener el aceite de las almendras contenidas en las semillas de los duraznos se cosecharon varios frutos que lucieron algún defecto; de estos, se separó la pulpa de la semilla y

posteriormente esta se rompió manualmente para extraer la almendra; la muestra se analizó para determinar el rendimiento y los compuestos del aceite.

Para determinar el precio que recibirían los agricultores por la venta de la biomasa y los residuos generados, debido a la falta de información sobre este rubro en el país, se acordó de acuerdo a los precios promedio que recibe en España, donde la primera autora realizó una estancia de investigación relacionada a este tema, una asociación de productores de olivos por la biomasa y los residuos generados antes y después de la extracción del aceite de oliva, los cuales están incorporados a una cooperativa de segundo grado dedicada al aprovechamiento de integral de los subproductos derivados del cultivo del olivar. En esta cooperativa, los subproductos y residuos se emplean para la producción de energía eléctrica. Con respecto a los precios del aceite extraído de las semillas se usaron datos publicados para el albaricoque (Cuadro 5.2.)

Cuadro **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.**7. Precio estimado de los subproductos del cultivo del durazno.

	Precio		Referencia
	(\$ tn ⁻¹)	(\$/100 ml)	
Biomasa	788.00		Oleícola el Tejar ⁶
Semilla (Aceite)	1,554.00	58.57 - 85.77	Mezzomo <i>et al.</i> (2009) Mezzomo <i>et al.</i> (2011) Cosmética Natural Casera Shop (2017) El Jabón Artesanal (2017)

Teoría de las opciones reales

Para el análisis de la evaluación económica se empleó la Teoría de las Opciones Reales (ROA) (Myers y Turnbull, 1977). La idea fundamental de esta teoría es incluir la flexibilidad en la toma de decisiones y la volatilidad de la inversiones con incertidumbre (Trigeorgis, 1996). La ventaja de este método es que maneja la posibilidad de que si el proyecto no se justifica económicamente o las condiciones no lo favorecen se puede abandonar o diferir; por el contrario, si los escenarios son buenos, este se puede expandir o continuar (Mun, 2002). En este sentido,

⁶ Entrevista con el director de Administración y Financiero de Oleícola el Tejar.

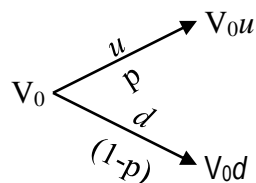
una opción real es el derecho, pero no la obligación de ejercer una acción que tiene efectos en un activo físico o real, con un costo y tiempo predeterminado.

Árboles binomiales

El método de árboles binomiales consiste en estimar el precio del activo subyacente en el tiempo discreto a través de operaciones algebraicas sencillas (Cox *et al.*, 1979).

La figura 5.1 muestra la representación de un árbol binomial para un periodo. Donde V_0 es el valor inicial del activo subyacente, que aumenta o decrece conforme con los factores u y d , respectivamente, los cuales obedecen a la volatilidad de los precios; V_0u muestra el valor de la opción con incremento, mientras V_0d indica el valor en el entorno decrecido.

Figura 5.1. Representación de un árbol binomial en un periodo.



Fuente: Hull, 2005.

Así que el cálculo de las probabilidades p y $1 - p$ están en función de la siguiente expresión:

$$p = \frac{(1+r)-d}{\mu-d} \quad (1)$$

Donde: p es la probabilidad para el valor de la opción en el contexto creciente, μ es el factor de crecimiento del valor del activo, d es el factor de decrecimiento del valor del activo y r es la tasa libre de riesgo.

Para la ejecución de esta metodología, el proyecto se dividió en tres fases, análogo a lo que proponen Pareja y Cadavid (2016):

Fase uno: se calculó el valor actual neto (VAN) del proyecto evaluado. Para tal efecto, se empleó la siguiente expresión:

$$VAN = -I + \sum_{i=1}^t \frac{FC_i}{(1+r)^i} \quad (2)$$

Donde I es la inversión; FC_i es el flujo de efectivo para el momento i ; r libre de riesgo ; y t el tiempo de duración del proyecto.

Fase dos: se determinó la volatilidad de la tasa continua de los precios reales pagados al productor a través de su desviación estándar (σ) definida por la siguiente ecuación (Mun, 2002).

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

Donde n es el número de precios reales; x_i es el precio de cada periodo; y \bar{x} es el promedio de x_i .

Fase tres: se construyó un árbol binomial desde el VAN. Las utilidades resultantes se calcularon con las probabilidades fijadas (p y $[1 - p]$), por lo que se obtuvo una utilidad esperada.

Para desarrollar la fase tres, el proyecto se dividió en cuatro etapas, similar a lo propuesto por Delgado y Pérez (2013). Las etapas uno, dos y tres se refieren a los años uno, dos y tres, respectivamente; entretanto, la etapa cuatro alude a los años cuatro, cinco y posteriores.

Para el empleo de este método se modeló la opción de abandono por dos razones: la primera se planteó por el hecho de que los productores podrían no obtener la certificación al final de los tres años que se tenían contemplados y, la segunda es que los agricultores comprometidos a desembolsar determinada cantidad de dinero, que generalmente ocurre en etapas (años), decidan no continuar con el proyecto de transición debido a la imposibilidad de cubrir los costos y opten por renunciar al proyecto para permanecer con la manera tradicional de producción. Esta idea se fundamenta en Mascareñas (2015).

En este mismo escenario, con la opción de abandono, se evaluó la posibilidad de añadir el valor de los subproductos que se obtuvieron en cada etapa al ingreso obtenido al término del periodo con la finalidad de buscar una utilidad o ingreso mayor de tal manera que los productores se incentiven en continuar con la transición.

Los valores descritos se expresaron en términos reales; la varianza se determinó a través de los precios medio rurales reales del periodo 1980 al 2015 que se deflactaron con el índice nacional de precios al productor (INPP) base 2015; para el cálculo del VAN se manejaron las tasas de interés y de descuento para un plazo de 10 años.

Finalmente, los valores necesarios para el calculo de las opciones reales se presentan en el cuadro 5.3.

Cuadro **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..8.** Valores y parámetros para el cálculo de las opciones reales.

r	Tasa libre de riesgo	0.08
σ	Volatilidad	0.23
P	Probabilidad de éxitos	0.55
$1 - P$	Probabilidad de fracasos	0.45
μ	Coeficiente (Up)	$e^{0.23} = 1.2586$
d	Coeficiente (Down)	$e^{-0.23} = 0.7945$

5.5 Resultados y discusión

Características productivas del sistema convencional del duraznero

En el Estado de México la variedad de durazno sembrada es el Diamante, también conocido como Amapre, es de origen brasileño y se caracteriza por su bajo requerimiento de frío (alrededor de 200 horas frío). El periodo de floración a cosecha es de aproximadamente 125 días. El fruto es color amarillo con la semilla pegada a la pulpa y de consistencia media. Los frutos pesan alrededor de 135 g.

La producción de durazno del Estado de México presenta una estacionalidad que comprende los meses de enero a junio; esta fruta se destina al mercado en fresco. El 88% de los productores encuestados venden la fruta a los intermediarios.

La información referente a los ingresos y costos derivados de la producción de durazno convencional durante el 2015 se presentan en el Cuadro 5.4.

Cuadro **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..9.** Costos e ingresos de la producción convencional de durazno en el Estado de México para un período.

\$/ha	
Concepto	Total
Costos de producción	28,487.41
Ingreso total	60,230.52
Ganancia neta	31,743.11

Biomasa

La poda del duraznero es una práctica empleada en el manejo del cultivo cuyo propósito es mejorar la capacidad productiva del árbol para obtener mayores rendimientos. De acuerdo con la información de campo, la biomasa se obtiene a partir del segundo y tercer año de vida del árbol y posteriormente cada año tras la poda del mismo. Para la producción de frutos de buena calidad se debe reducir (podar) el número de ramos en 50 a 70%, este porcentaje de biomasa equivalió a entre 10 y 14 kg por árbol. El peso de las hojas osciló entre 4 y 4.5 kg, el resto corresponde a los tallos. De esta manera se obtuvieron 9.6 t ha⁻¹.

De los agricultores encuestados en el Estado de México, la totalidad no le da ningún manejo a este subproducto generado durante las prácticas de producción. Después de que las labores de poda terminan, toda la biomasa se junta, se lleva a la orilla del huerto y ahí se quema para liberar el espacio.

Dentro de las opciones que se podrían recomendar para el empleo de la biomasa sería la producción de energía eléctrica que podría ser vendida a la red pública o a alguna empresa privada interesada en este servicio, esto, a través de la creación de una asociación de productores de forma similar a lo que Oleícola el Tejar Nuestra Señora de Araceli, S. Coop. And realiza con los subproductos del olivar.

Semillas del fruto

En lo que respecta a la fruta que no se vendió porque presentó algún defecto, se estimó que aproximadamente 5% del total de la producción se queda en los huertos, es decir, de cada árbol se obtiene alrededor de 1.2 kg de durazno. Esta fruta es un residuo que no es aprovechada ni valorada económicamente por los agricultores. Sólo un pequeño porcentaje de los productores encuestados (2%) colectan ese fruto para alimentar a su ganado. Cabe resaltar que estas cifras pueden variar según el manejo, los factores climatológicos y la comercialización, los cuales pueden afectar los niveles de producción.

Este residuo tiene alto potencial para la extracción de aceite contenido en la almendra. Sin embargo, tanto en México, así como en otras partes del mundo, no existe información acerca de la producción comercial de este producto (Mezzomo *et al.*, 2011). Empero, la propuesta planteada en esta investigación es que los productores, una vez asociados, podrían utilizar este recurso para producir aceite que podría ser vendido a las empresas o industrias que elaboran productos cosméticos, a las que comercializan aceites esenciales, a las tiendas naturistas e incluso, para consumo humano (Cuadro 2).

Valoración económica con la teoría de las opciones reales

Cálculo del valor de la opción de abandono

Una de las ventajas de la técnica ROA es que permite a los directivos de las empresas evaluar las opciones reales para agregar valor a sus empresas suministrándoles un instrumento que identifica y actúa ante las circunstancias y oportunidades con la finalidad de aumentar las ganancias o aminorar las pérdidas (Tresierra y Carrasco, 2016).

En el proceso de conversión de los sistemas de producción, de convencional a orgánico, existe la posibilidad de detener o abandonar temporal o definitivamente el proyecto cuando los ingresos obtenidos durante los años que dura la transición son insuficientes para compensar los costos. En el Cuadro 5.5, se muestra el árbol binomial que se construyó para evaluar la opción de inversión; en el año diez, se exponen los valores que se pueden obtener a lo largo de todo el período, es decir, en esta columna se presentan los posibles valores que ayudaron a evaluar el ejercicio de la opción. En la última columna se observa que cuatro de los resultados posibles no alcanzaron a superar la suma de los costos desde la etapa inicial hasta el fin de la transición (\$99,555) (Cuadro 5.1), por esta razón, es que se renunciaría a seguir con la inversión. De esta manera, se planteó la opción de abandono bajo estos escenarios desfavorables, similar a lo que concluyen Delgado y Pérez (2013) al incluir la factibilidad de una opción de abandono en la transición de la conversión del sistema de producción de café convencional hacia el sistema de producción orgánico. Berger *et al.* (1996) al evaluar la opción de abandono en una compañía minera, Tresierra y Carrasco (2016) cuando valoran la opción de cierre temporal de una mina de oro bajo condiciones de incertidumbre.

Cuadro **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**10. Árbol binomial del valor presente del proyecto al inicio de la transición.

Año 0	1	2	3		9	10
200,777	237,981	282,081	334,351	--	927,222	1,099,040
	169,388	200,777	237,981	--	659,969	782,264
		142,907	169,388	--	469,746	556,793
			120,565	--	334,351	396,308
				--	237,981	282,081
				--	169,388	200,777
				--	120,565	142,907

--	85,815	101,717
--	61,081	72,399
--	43,475	51,532
--		36,679

La opción de abandono

Si el precio del durazno orgánico disminuyera, o los costos de producción se elevaran significativamente y el interés del agricultor se perdiera para concluir el proceso de conversión del sistema tradicional a orgánico, lo más recomendable sería abandonar la transición. Para dichos casos, se hizo la siguiente simulación: como los últimos cuatro valores son inferiores a la suma de costos de producción del primer hasta el cuarto año (Cuadro 5.5), los cuales son necesarios para lograr la certificación, se les asignó un valor de cero, que representó los casos en los que no se acepta la inversión debido a que no fue rentable económicamente. A continuación el ejercicio de evaluación consistió en ir en reversa en cada subperiodo. De esta manera, se calculó un nuevo árbol binomial para obtener el valor presente de los escenarios favorables y conseguir el valor de la opción real de abandono al comienzo del primer año (Cuadro 5.6⁷).

Cuadro **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.** 11. Árbol binomial con la opción de abandono en un horizonte de 10 años.

0	1	2	3		9	10
197,764	236,504	281,542	334,241	--	927,221	1,099,040
	163,654	197,680	236,723	--	659,969	782,264
		132,427	163,097	--	469,746	556,792
			102,375	--	334,351	396,308
				--	237,981	282,081

⁷ Para calcular el nuevo VAN se siguió un procedimiento iterativo de atrás hacia adelante y partiendo de los valores del año diez. El cálculo de cada nodo para llegar a dicho valor se determinó con la siguiente expresión $V_0 = \frac{pV_0u + (1-p)V_0d}{1+r}$ donde: p es la probabilidad, V_0u y V_0d son los valores superior e inferior del nodo correspondiente, y r es la tasa libre de riesgo.

--	169,388	200,777
--	82,199	142,907
--	0	0
--	0	0
--	0	0
--		0

Con la opción de abandonar la transición en los primeros cuatro años se obtuvieron valores positivos, lo que sugiere que es posible llevar a cabo la inversión. Sin embargo, debido a la probabilidad de abandonar el proyecto por no obtener la certificación al término del tiempo estipulado, se adicionó el valor de los subproductos que los productores podrían adquirir en cada periodo de producción y se tuvo un nuevo valor (Cuadros 5.7 y 5.8).

Cuadro **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.** 12. Ingresos, costos y valor de los subproductos y residuos de la producción orgánica de durazno en el

Estado de México. \$/ha

Concepto/ años	0	1	2	3	4	5	9	10
<hr/>								
Inversión								
inicial	3,425							
VAN	271,065							
Ingresos		22,598	20,305	19,650	85,144	85,144	85,144	85,144
Valor de los subproductos y residuos (\$/t)								
Biomasa		8,983	8,983	8,983	8,983	8,983	8,983	8,983
Fruto dañado		1,492	1,492	1,492	1,492	1,492	1,492	1,492
Costos de producción		35,471	32,612	33,211	27,755	27,755	27,755	27,755
Flujo de efectivo		(2,399)	(1,832)	(3,086)	67,863	67,863	67,863	67,863

Como era de esperarse, el valor final de la opción real con el valor de los subproductos es más elevado (Cuadro 5.8). Por lo que, la valoración económica los subproductos afectó de una manera significativa el ingreso y generó un soporte económico a los productores a la hora de tomar decisiones.

Ante estas dos circunstancias, aún considerando la opción de abandono por la vacilación de no lograr la certificación, el valor de la opción fue positivo por lo que sería recomendable llevar a cabo la propuesta de invertir en la producción orgánica de durazno.

Cuadro **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.** 13. Árbol binomial del valor presente del proyecto con el valor de los subproductos

0	1	2	3		9	10
271,065	321,295	380,832	451,402	--	1,251,826	1,483,795
	228,688	271,065	321,295	--	891,012	1,056,121
		192,936	228,688	--	634,196	751,716
			162,773	--	451,402	535,049
				--	321,295	380,832
				--	228,688	271,065
				--	162,773	192,936
				--	115,857	137,326
				--	82,464	97,745
				--	58,695	69,572
				--		49,519

5.6 Conclusiones

Los resultados mostraron que la estrategia propuesta para invertir en la producción de durazno orgánico fue económicamente viable sobretodo en el momento en el cual la incertidumbre de los precios del fruto se mostró evidente; y que esta nueva forma de producción podría ser una medida de protección y mejora de los ingresos de los productores puesto que se obtuvieron mayores ingresos comparado con el sistema de producción convencional. El aprovechamiento de los subproductos representó una fuente importante de ingresos que contribuirían a mejorar la ganancia de los agricultores en el Estado de México y permitirían incentivar la conversión de producción de durazno convencional a orgánico aún en el caso de abandono por la incertidumbre de obtener la certificación.

5.7 Literatura citada

Askew, M. F., and C. A. Holmes. 2002. The potential for biomass and energy crops in agriculture in Europe, in land use, policy and rural economy terms. *International Sugar Journal* 104: 482-492.

Berger, P. G., Ofek, E., Swary I. 1996. Investor valuation of the abandonment option. *Journal of Financial Economics* 42: 257-287.

Bravin, E., Mencarelli-Hoffmann, D., Kockerols, K., Weibel, F. 2010. Economics evaluation of apple production systems. *Acta Hort.* 873: 219-226.

Cosmética Natural Casera Shop. 2007. Disponible en: <https://www.cremas-caseras.es/> (Consultado en Abril de 2017).

Cox, C. J., Ross, S. y Rubinstein, M. 1979. Option pricing: A simplified approach. *Journal of Financial Economics* 7: 229-263.

Delgado J., G., y P. Pérez A. 2013. Evaluación de la conversión a café orgánico usando la metodología de opciones reales. *Contaduría y Administración* 1: 87-115.

El Jabón Artesanal. 2007. Disponible en: <https://eljabonartesanal.com/> (Consultado en abril de 2017).

FAO. 2003. WISDOM, Wood integrated supply/demand overview mapping. 52 p.

FAO. 1997. The role of wood energy in Europe and OECD, WETT- Wood energy Today for Tomorrow. Rome: FOPW, Forestry Department.

Fauriel, J., Bellon, S., Plenet, D., Amiot, M-J., 2007. On-farm influence of production patterns on total polyphenol content in peach. p. 122-125. En: Niggli, U., Leifert, C., Alfoldi, T., Willer, H. (eds.). *Improving sustainability in organic and low input food production systems*. Proc. 3rd Intl. Congress QLIF. Mar. 20-23, 2007, Hohenheim, Germany.

Glover, J., Hinman, H., Reganold, J., Andrews, P., 2002. A cost of production analysis of conventional vs. integrated vs. organic apple production systems. XB1041, Agric. Res. Center, Washington St. Univ., Pullman, WA. 88 p.

Gómez, L., Martin, L., Cruz, M. G., and Mutersbaugh, T. 2005. Certified Organic Agriculture in Mexico: Market Connections and Certification Practices in Large and Small Producers. *Journal Of Rural Studies* 21: 461-474.

Granatstein, D., Kirby, E., Ostenson, H., Willer, H. 2016. Global situation for organic tree fruits. *Scientia Horticulturae* 20: 83-12

- Hondebrink, M., Cammeraat, L., Cerdà, A. 2017. The impact of agricultural management on selected soil properties in citrus orchards in Eastern Spain: A comparison between conventional and organic citrus orchards with drip and flood irrigation. *Science Of The Total Environment*, 581: 153-160.
- Hull, J. 2005. *Options, futures and other derivatives*. New Jersey: Pearson Prentice Hall Upper Saddle River.
- Ingels, C.A., Klonsky, K.M. 2012. Sample costs to produce organic pears, Sacramento Valley. Univ. Calif. Coop. Ext., Davis, CA. 21 p.
- Jimenez, M., Van Der Veken, L., Neiryneck, H., Rodriguez, H., Ruiz, O., Swennen, R. 2007. Organic banana production in Ecuador: its implications on black Sigatoka development and plant-soil nutritional status. *Renew. Agric. Food Syst.* 22: 297-306.
- Kamel, B. S., Kakuda, Y. 1992. Characterization of the kernel oil and meal from apricot, cherry, nectarine, peach and plum. *Journal of American Oil Chemists Society* 69: 492-494.
- Mascareñas J. 2015. *Opción Real de Abandonar un Proyecto de Inversión (Real Option to Abandon an Investment Project)*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. 28 p.
- Mezzomo, N., Martínez, J., y Ferreira, S. R. 2011. Economical viability of SFE from peach almond, spearmint and marigold. *Journal of Food Engineering*, 103: 473-479.
- Mezzomo N, Martínez J, Ferreira S. 2009. Supercritical fluid extraction of peach (*Prunus persica*) almond oil: Kinetics, mathematical modeling and scale-up. *Journal of Supercritical Fluids* 51:10-16.
- Mun, J., 2002. *Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions*, second ed. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
- Myers, S. y Turnbull, S. 1977. Capital budgeting and the capital asset pricing model: Good news and bad news. *Journal of Finance*, 32: 321-333.
- Oleícola el Tejar Ntra. Sra. de Araceli, S. Coop. And. Crta. Córdoba-Málaga km. 98, El Tejar, Córdoba, España.

OrganicDataNetwork. 2015. Data tables on organic agriculture in Europe. The Website of the OrganicDataNetwork, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick. Disponible en: <http://www.organicdatanetwork.net/home.html?L=0>

Olgun, A., Adanacioglu, H., Saner, G., 2006. An economic evaluation on organic cherry production: a case of Turkey. *J. Sustain. Agric.* 28: 117-130

Pareja J., V., y C. Cadavid P. 2016. Valoración de patentes farmacéuticas a través de opciones reales: equivalentes de certeza y función de utilidad. *Contaduría y Administración* 61: 794-814.

Peck, G.M., Merwin, I.A., Brown, M.G., Agnello, A.M. 2010. Integrated and organic fruit production systems for 'Liberty' apple in the northeast United States: a systems-based evaluation. *HortScience* 45: 1038-1048.

Rahma, E.H. 1988. Chemical characterization of peach kernel oil and protein: Functional properties, in vitro digestibility and amino acids profile of the flour. *Food Chemistry* 28: 31-43.

Saadany, R. M. A., H.H., Kalaf., Soliman, M. 2004. Characterization of lipids extracted from peach kernels. *ISHA Acta Horticulturae* 368: International Symposium on Postharvest Treatment of Horticultural Crops.

Sahota, A. 2015. The global market for organic food and drink. P. 120-123. In: Willer, H., and Lernoud, J. (eds.), *The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2015*. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, Switzerland and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn, Germany. 300 p.

Sánchez-Vicente Y, Cabañas A, Renuncio J, Pando C. 2009. Supercritical fluid extraction of peach (*Prunus persica*) seed oil using carbon dioxide and ethanol. *Journal Of Supercritical Fluids* 49:167-173.

Sautereau, N., Penvern, S., Fauriel, J., Petitenet, M., Bellon, S., 2013. Combining multiple performances for sustainable agriculture: is organic fruit farming a prototype? A comparison of performances with conventional fruit farming. *Acta Hort.* 873: 79-90.

Seufert, V., Ramankutty, N., Mayerhofer, T. 2017. What is this thing called organic? – How organic farming is codified in regulations. *Food Policy* 68:10-20.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2017. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/agricola_siap_gb/identidad/index.jsp. Consultado en octubre de 2017.

Statistical Package for Social Sciences (SPSS 20.0).

Taylor, M., Granatstein, D. 2013. A cost comparison of organic and conventional apple production in the state of Washington. Plant Management Network.

Tilman, D., 1998. The greening of the green revolution. *Nature* 396: 211 - 212.

Tresierra, Á., Carrasco, C. M. 2016. Valorización de opciones reales: modelo Ornstein-Uhlenbeck. (Spanish). *Journal Of Economics, Finance & Administrative Science*, 21: 56-62.

Trigeorgis, L. 1996. *Real options: Managerial flexibility and strategy in resource allocation*. London, Cambridge, MA: MIT Press.

Willer, H., Lernoud, J., 2015. *The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2015*. FiBL & IFOAM Frick, Switzerland.

Wu, H. Shi, J., Xue, S., Kakuda, Y., Wang, D., Jiang, Y., Ye, X., Li, Y., Subramanian, J. 2011. Essential oil extracted from peach (*Prunus persica*) kernel and its physicochemical and antioxidant properties. *Food Science and Technology* 44: 2032-2039.

You, P., and Hsieh, Y. 2017. A computational approach for crop production of organic vegetables. *Computers & Electronics In Agriculture* 134: 33-42

CAPÍTULO VI. LA COMERCIALIZACIÓN DEL DURAZNO EN EL ESTADO DE MÉXICO

6.1 Resumen

El objetivo del trabajo se orientó a describir el sistema de comercialización del durazno, los agentes participantes y los márgenes de comercialización del durazno en el estado de México. La investigación se desarrolló durante el periodo de cosecha del durazno del año 2016. La información provino de fuentes primarias obtenida de productores de durazno, mayoristas y minoristas. Se describió el sistema de comercialización y analizó la participación relativa de la ganancia de los agricultores mediante el empleo de dos criterios: la participación de los productores en el precio final del durazno y el margen de comercialización para cada uno de los diferentes agentes que intervienen en dicho proceso. Los márgenes de comercialización se analizaron sin los costos de comercialización. Los resultados revelaron que los intermediarios son un agente clave para la comercialización del durazno. 85% de la producción de durazno es vendida a los mayoristas. El productor obtiene una tercera parte del precio pagado por el consumidor final, mientras el restante es adquirido por los intermediarios. El margen bruto de comercialización indicó que la intermediación se apropió del 73% del margen de comercialización; este porcentaje muestra que la intermediación obtiene una participación justa del precio final.

Palabras clave: *Prunus persica* L. Batch, márgenes de comercialización, precios, intermediarios.

THE MARKETING OF PEACH IN THE STATE OF MEXICO

6.2 Abstract

The objective of the study was to describe the peach marketing system, the participating agents and the marketing margins of peach in the state of Mexico. The research was conducted during the peach harvesting period of the year 2016. The information came from primary sources obtained from peach producers, wholesalers and retailers. The marketing system was described and the relative share of farmers' profit was analyzed using two criteria: the producers' share of the final peach price and the marketing margin for each of the different actors involved in said process. Marketing margins were analyzed without marketing costs. The results revealed that intermediaries are a key player in peach marketing. 85% of peach production is sold to wholesalers. The producer obtains a third of the price paid by the final consumer, while the rest is purchased by the intermediaries. The gross margin indicated that the intermediation appropriated 73% of the marketing margin; This percentage shows that the intermediation obtains a fair share of the final price.

Key words: *Prunus persica* (L.) Batch, margins of marketing, prices, intermediaries.

6.3 Introducción

La agricultura en los países en desarrollo se enfrenta con el problema de bajos rendimientos (Ellis, 1996) que se agudiza con la preocupación acerca de la comercialización de los productos agrícolas (Ellis, 1996; Key *et al.*, 2000). Kotler (1972) señala que la producción y comercialización tienen que estar centradas en varias fases, que inician desde la etapa de materias primas (productos agrícolas, bienes manufacturados, servicios), institucionales (productores, intermediarios de marketing), funcionales (compra, venta, promoción, distribución, fijación de precios) de gestión (análisis, planificación, organización, control) y sociales (la eficiencia del mercado, la calidad del producto, el impacto social). Los agro-productos, en el proceso de transferencia de los agricultores a los consumidores, pasan a través de un canal comercial que implica una secuencia de cambios en sus formas y precios; en este sentido, los intermediarios juegan un papel importante en la transferencia de los productos desde la explotación agrícola hasta la puerta de los consumidores (Ellis, 1996, citado por Pokhrel *et al.*, 2007). Los agricultores suelen considerar posibles beneficios económicos en sus cultivos (Thapa, 2001) que dependen en gran medida de las operaciones de comercialización (Isik, 2002), pero a falta de un sistema de comercialización eficiente, los agricultores se privan de obtener un ingreso satisfactorio, que con el tiempo puede desalentar la disposición de continuar con la producción de los productos agrícolas (Ervin y Ervin, 1982). Además, la mala información de producción y comercialización, la agricultura a pequeña escala, la falta de instalaciones para almacenamiento, la insuficiente inversión de capital, el escaso poder de negociación, y la baja posición social, llevan a que los agricultores sean fácilmente explotados por los comerciantes e intermediarios, (Shrestha y Shrestha, 2000; Khushk, 2001). En combinación con la estacionalidad y la tendencia de la producción, la transformación de las estructuras y procesos en el contexto de la vulnerabilidad de los agricultores, que provocan que la producción y comercialización de los productos se realice de forma ineficiente (Chambers y Conway, 1992).

En México, la fruticultura es una actividad económica elemental dentro del sector agrícola (Martínez *et al.*, 2004). En el año 2010, la superficie sembrada de frutales representó el 6.44% del total nacional y generó el 20.67% de valor de la producción agrícola (Ayala *et al.*, 2011). De la misma manera, este subsector demanda millones de empleos anuales directos e indirectos y se utilizan más de 326 mil unidades de transporte para trasladar los productos a las zonas de cultivo (Ayala *et al.*, 2011). Por otro lado, los productores se enfrentan a problemas de manejo de cultivos (Larqué *et al.*, 2012), falta de asesoría técnica que les apoye en la toma de decisiones para la siembra, entre otros.

En el caso específico del durazno, el cual es un fruto estacional tiene muchas variaciones en su precio; su vida de anaquel es corta; las regiones de producción están localizadas lejos de las zonas de consumo y los productores no tienen conocimiento de los canales de comercialización destinados a este proceso (González *et al.*, 2012). Se cree que la comercialización del durazno en el Estado de México está dominada por intermediarios que buscan hacer negocio con la venta del producto; que la distribución del precio de la fruta entre productores e intermediarios no se distribuye eficientemente y que el precio que recibe el productor no es satisfactorio para continuar con la actividad agrícola. En este sentido, hace falta información referente del sistema de comercialización, los agentes económicos participantes y su participación del precio final. Es por esto, que el objetivo del presente trabajo fue describir el proceso de comercialización del durazno, analizar el rol que desempeña cada agente involucrado en la comercialización del durazno en el estado de México y examinar los márgenes de comercialización y la participación de los agentes comerciales en el precio final del durazno.

6.4 Materiales y métodos

La información provino de fuentes primarias adquirida de productores de durazno del estado de México, agentes intermediarios, llamados mayoristas y minoristas, y funcionarios públicos. Se empleó la técnica de muestreo bola de nieve para aglomerar los datos de los diferentes agentes que participan en el mercadeo de dicha fruta. El estudio se llevó a cabo durante el año 2016. La información se obtuvo de los productores de durazno quienes ayudaron a identificar a los intermediarios a quienes les venden el durazno. A la postre, a través de los intermediarios mayoristas se reconoció a los minoristas quienes compraron el durazno durante los meses de enero a junio de 2016. En este sentido, se entrevistó a 28 productores de durazno, 16 mayoristas y 21 minoristas que compraron el durazno proveniente del estado de México.

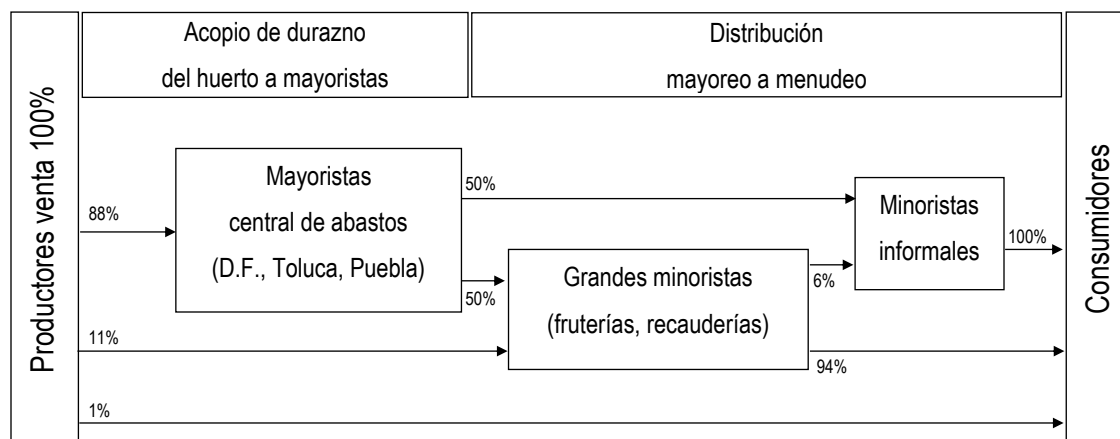
La información de los agentes de mercadeo se reunió por medio de cuestionarios semiestructurados. El cuestionario aplicado a los productores incluyó preguntas abiertas y cerradas concernientes a los problemas, las opiniones, las percepciones y las decisiones de venta; el acceso a la información y los precios de mercado, los costos de producción, la problemática de la actividad y la comercialización. Asimismo, a los mayoristas y minoristas se les cuestionó sobre los precios, las cantidades compradas y vendidas de fruta, los costos de distribución, el método de compra, el tiempo y el lugar de pago y la negociación de precios.

Los datos obtenidos se analizaron con el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS 20.0). El canal comercial regional de durazno en el estado de México (Figura 6.1) se

diseñó a partir de los datos adquiridos de los cuestionarios, las pláticas con funcionarios públicos, las visitas a campo y a los lugares de distribución del durazno.

Para calcular el margen de comercialización se registraron los precios de cada agente durante la temporada principal de comercio. Se siguió el método directo propuesto por García *et al.* (1990). En este sentido, los márgenes de mercadeo se determinaron mediante el análisis de la diferencia entre el precio recibido por un agente en una etapa particular y el precio pagado por otro agente en la fase anterior de la comercialización. Para determinar si el margen recibido por un vendedor en una etapa particular era justo o injusto (Pokhrel *et al.*, 2007), se tomaron en cuenta los ingresos que cualquier agente pudiera haber obtenido en otra inversión financiera. Gittinger (1972) considera que un margen de comercialización entre 8% y 12% es justo, ya que es la cantidad de inversión que un participante de mercadeo podría ganar si invirtiera su capital en otros lugares.

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..17.



6.5 Resultados y discusión

La producción de durazno en el estado de México presenta una estacionalidad que comprende los meses de enero a junio. La temporada de mayor cosecha persiste en los meses de marzo y abril.

El durazno producido en dicha región se destina al consumo en fresco; no se exporta ni se consigna a las empresas para su industrialización; se vende en las centrales de abasto de Toluca, el Distrito Federal y Puebla. A este último lugar se destina la mayor cantidad de fruta, de donde se distribuye hacia otros estados del país, como Tlaxcala, Veracruz y Oaxaca.

Los agricultores venden la totalidad de la fruta cosechada a los intermediarios, mayoristas y minoristas (Figura 6.1). El precio de venta lo impone el mayorista, y este varía en función de las características físicas y organolépticas de la fruta y, de la temporada de cosecha, puesto que entre más temprano se llegue el periodo de cosecha de la fruta el precio suele ser más elevado, y a medida que la cosecha se retrase hay más posibilidades de que el precio sea menor, ya que además de que hay más oferta en el mercado, la fruta es más susceptible a daños físicos, debido a la temporada de lluvias. Si la fruta está dañada, se paga a un menor precio e incluso no se vende.

El canal de comercialización del durazno en esta región de estudio es corto (Pokhrel y Thapa, 2007) (Figura 6.1). Los productores venden prácticamente la totalidad de su cosecha a los mayoristas. Solo una pequeña cantidad de ellos venden su producción a los minoristas y al consumidor final. Estos agentes intermediarios venden el durazno en fresco, en los grandes centros de distribución y consumo; con esta práctica buscan ganar una comisión por el servicio proporcionado, pero asumen todos los riesgos implicados en la distribución del producto.

El productor en la comercialización del durazno

La finalidad productiva de los agricultores de durazno es obtener ingresos por la venta de este. Durante varios meses de trabajo e inversión, y cuando las condiciones climatológicas permiten llevar a buen término la cosecha de la fruta, los productores buscan conseguir un buen rendimiento y precio, para obtener una ganancia de su inversión que les permita continuar desempeñando su actividad agrícola.

La función de los productores en el proceso de comercialización del durazno es vender la fruta. Tan pronto se coseche el durazno, se vende a los intermediarios, quienes tienen la responsabilidad de transportar, almacenar y proveer de fruta al consumidor final (Pokher y Thapa, 2007). El alto porcentaje (85%) de los productores que venden la fruta a los mayoristas se debe a que no cuentan con transporte ni con la información necesaria para trasladar el durazno a los centros de distribución más cercanos; otro motivo obedece a que el productor elimina el riesgo de disminuir su ingreso, debido a que la fruta se daña durante el traslado. En este sentido, la presencia de los intermediarios es fundamental para que los productores vendan su producto.

El mayorista asiste a las zonas productoras de durazno para comprar el fruto. El lugar de compra y venta de la fruta es a pocos metros de distancia de los huertos. Algunos productores piden al intermediario que vaya hasta su huerta, para hacer la entrega del fruto. En otros casos,

varios productores se reúnen en un mismo lugar para transferir el durazno al mayorista. El mayorista suministra las cajas de plástico con capacidad de 25 kg a los productores, quienes vacían allí la fruta cosechada del árbol. El productor no selecciona o clasifica el durazno por tamaños u otra característica, debido a que no cuenta con el equipo (seleccionadora) y, porque ocasionaría más gastos que quizá no serían compensados por el precio recibido. De esta manera, el productor no incide en tiempo, costos y esfuerzos adicionales para vender el durazno seleccionado que tendría un precio similar al que vende en ese momento.

El proceso de negociación del precio es simple; se trata de un convenio directo entre los comerciantes y los agricultores (Aujla *et al.*, 2007). Como los productores no tienen conocimiento de los precios de mercado, los mayoristas son los que establecen el precio de compra del durazno. Este se acuerda conforme con la temporada, demanda y calidad de la fruta, es decir, el mayorista paga el durazno acorde a la cantidad, tamaño, color y otras cualidades del fruto; si la fruta presenta daños por insectos (picaduras de pájaros), lluvia, granizo y magulladuras (Larqué *et al.*, 2009), el precio disminuye considerablemente e incluso, no se compra. La forma de pago es en efectivo e inmediata, en el lugar de la transacción. Esta práctica de compra y venta es una de las razones del porque los productores prefieren vender la fruta a los intermediarios. Recibir el dinero el mismo día de la venta les garantiza seguridad y satisfacción.

En los últimos años, la relación que los productores tienen con los mayoristas es estrecha. Una vez que los productores conocen al mayorista y viceversa, se establece un trato de confianza que asegura que el mismo mayorista comprará el durazno al productor y este le seguirá vendiendo en el futuro. Del mismo modo, es frecuente que el intermediario mayorista se mantenga en comunicación con los productores durante la época de cultivo para hacer algunas recomendaciones del uso de fumigantes, insecticidas y otros insumos necesarios, con el fin de que la cosecha de la fruta llegue a buen término. También se observó que los mayoristas, en ocasiones, hacen préstamos de dinero a algunos productores que no tienen el recurso para cultivar su huerta. El productor liquida el préstamo, según haya acordado con el agente intermediario; por lo general, dicha deuda se pagará cuando se inicie la cosecha.

El resto de los productores que venden directamente el producto a minoristas y consumidor final trasladan la fruta hasta el lugar de venta. Ellos sobrellevan todos los costos y riesgos que implica trasladar el producto. Sin embargo, optan por esta práctica para obtener mayores precios.

Las prácticas de comercialización de los mayoristas

Los mayoristas son un agente fundamental en la comercialización del durazno del estado de México. Este agente proporcionan importantes funciones o servicios de comercialización, sobre todo a los pequeños agricultores de los países en vías de desarrollo, los cuales incurren en altos costos de transacción para transportar pequeñas cantidades de sus productos hacia los centros de mercado (Bingen *et al.*, 2003). Estas funciones van desde la compra del durazno en las zonas productoras, la transportación, el almacenaje, la clasificación, el embalaje y la distribución (Pokhrel y Thapa, 2007) en los grandes centros de consumo. Los mayoristas tienen sus centros de venta en las centrales de abasto de Toluca, estado de México, el Distrito Federal y Puebla. Ahí rentan o son propietarios de bodegas comerciales. En este lugar, el durazno se selecciona y clasifica para su embalaje. Los mayoristas empacan el durazno por tamaños. Los principales tamaños identificados fueron la clase “primera”, que es el más pequeño, “segunda” y “extra”, esta última es el durazno de mayor tamaño. El empaque utilizado para la venta del fruto consiste en cajas de cartón con capacidad de 10 a 12 kg. Los precios de venta pueden ir desde \$240 a 340 por caja, según el tamaño y temporada de venta.

El durazno debe venderse durante los primeros cuatro días después de que se compró en la huerta, porque si no es así se corre el riesgo de que se maltrate y se pudra. Si es así, el mayorista puede tener otras pérdidas, aunadas a las que ya tuvo durante la transportación y selección del fruto. De acuerdo con la información obtenida, las mermas del producto pueden ser poco más de 10%. Este porcentaje varía en relación con la temporada de lluvias; es decir, a partir de mayo la fruta se vuelve más delicada debido a que se moja o graniza e inmediatamente se daña, es decir, el durazno se pudre y se vuelve insípido.

Como se ha anotado, este agente de comercialización vende el durazno a los minoristas o detallistas, no obstante, también hay casos que el consumidor final llega a ellos para hacer la compra del durazno.

Los minoristas

Los minoristas son otro agente trascendental involucrado en la intermediación del comercio del durazno. Ellos acuden a los grandes centros de acopio y distribución, en este caso, las centrales de abasto, para comprar el fruto a los mayoristas. Los minoristas son los encargados de vender la fruta a los consumidores finales. Dicho agente vende el durazno en las fruterías y recauderías encontradas en los mercados, tianguis y locales comerciales. Ellos pueden ser negocios formales e informales.

Márgenes de comercialización y distribución del ingreso

El mayor margen absoluto de comercialización lo obtiene la intermediación (Cuadro 1). Lo anterior revela que por cada peso que paga el consumidor final por un kilogramo de durazno, la intermediación se queda con tres cuartas partes de ese precio, el porcentaje restante es adquirido por los productores. De esta manera, los mayoristas obtienen 37% y los minoristas se adjudican 36%. Este porcentaje que obtiene la intermediación podría reflejar el alto riesgo de estos productos altamente perecederos como verduras y frutas, en los cuales existe una elevada probabilidad de que se descompongan mientras se transportan y almacenan en diferentes centros de mercado. Por lo tanto, los intermediarios salvaguardan a los pequeños agricultores de posibles pérdidas y les ayudan a asegurar un mayor margen de ganancia (Ellis *et al.*, 1997; Fuentes, 1998; Gandhi *et al.*, 2001). De acuerdo con Shah *et al.* (2010), el porcentaje adquirido por los productores indica que el sistema de comercialización en el área de estudio no está constituido adecuadamente, debido a que los productores no reciben un precio razonable por su producción. Los ingresos de los productores de durazno son también reducidos en gran medida debido al bajo nivel de procesamiento para darle valor agregado.

En cuanto a la participación del precio final del durazno, se aprecia que el mayorista se adjudica el mayor porcentaje (Cuadro 6.1). El productor es el agente de comercialización que obtiene una tercera parte del precio que paga el consumidor final por un kilogramo de durazno. González *et al.* (2012) señalan que la concentración de la producción en un sólo periodo provoca excesos de oferta que favorece a los consumidores. Esta es una razón que podría explicar el comportamiento del precio recibido por el productor.

Sin embargo, posible

Cuadro **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.**14. Márgenes de comercialización y participación del precio de los agentes de comercialización del durazno en el Estado de México, 2016.

Margen de comercialización		Participación en el precio	(%)
a. Precio pagado al minorista (\$/kg)	35.26	Productor	28.31
b. Precio pagado al mayorista (\$/kg)	22.67	Mayorista	35.99
c. Precio pagado al productor (\$/kg)	9.98	Minorista	35.70
d. Margen de comercialización ^a	71.69	Total	100.0

^aMBC= [(a – c)/a X 100]

Propuesta del canal comercial de los productores asociados de durazno.

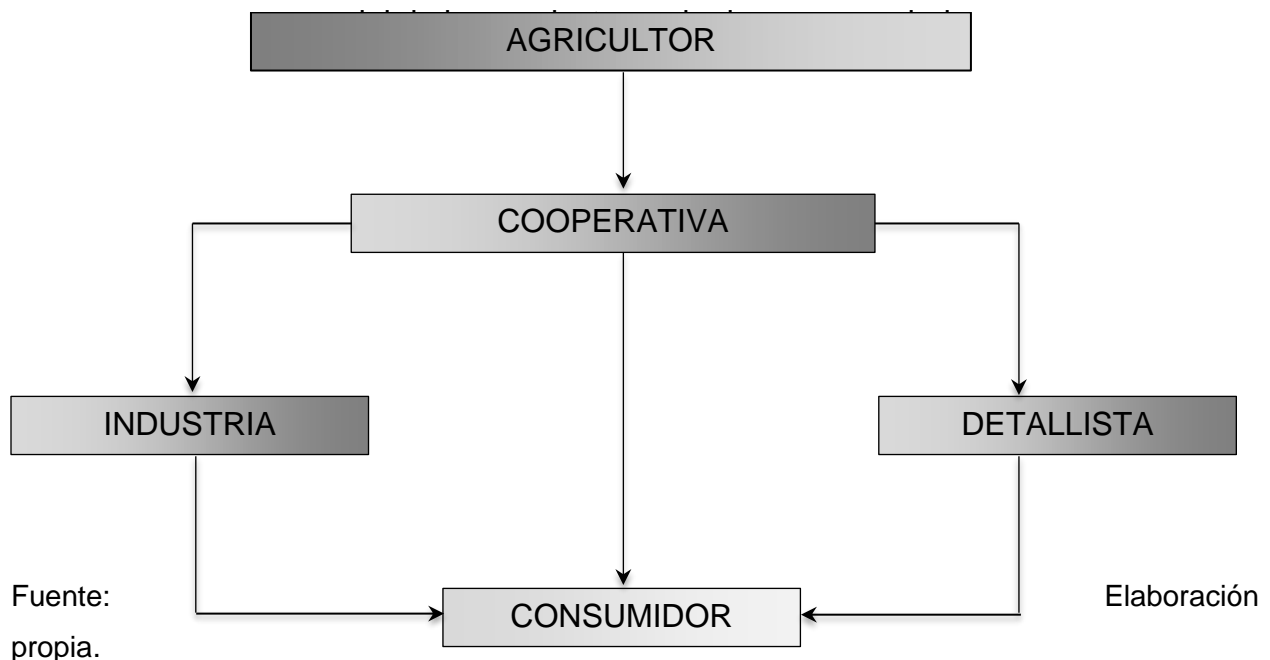
El rol que desempeñan las cooperativas en el canal comercial es que tienen mayor participación en la comercialización del producto. En el caso del durazno, el agricultor daría salida a su producción a través de la cooperativa. La siguiente estación de la línea hasta el consumidor del producto fresco se sitúa en los mayoristas y detallistas en destino quienes venderían a mercados de la región y directamente al consumidor final.

El acceso directo de las cooperativas es una gran vía para dar salida a los productos de los agricultores y les permite apoderarse de un mayor precio del producto y seguridad al vender la producción.

6.6 Conclusiones

La comercialización del durazno en el estado de México está dominada por agentes intermediarios, llamados mayoristas y minoristas. El mayorista es el agente de comercialización más favorecido en el proceso de comercialización y recibe una participación justa del precio pagado por el consumidor final. Los productores de durazno tienen una escasa participación en el precio final del durazno, lo que indica que el mercado del durazno opera de manera ineficiente.

Figura **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**18 Canal



6.7 Literatura citada

Aujla K, M., M Abbs., M Khalid., S Shawana. 2007. Marketing system of fruits, margins and export potential in Pakistan. Pak. J. L. S. S 5: 34-39.

Ayala A, V., R Schwentesius., B Carrera. 2002. Hortalizas en México: competitividad frente a EE. UU. y oportunidades de desarrollo. Globalización, Competitividad y Gobernabilidad 6: 70-88.

Bingen J., A Serrano., J Howard. 2003. Linking farmers to markets: different approaches to human capital development. Food Policy 28: 405-419.

Chambers R, G, R Conway. 1992. Sustainable rural livelihoods practical concepts for the 21st Century, IDS Discussion Paper No. 296. Brighton: Institute of Development Studies (IDS).

Ellis F.1996. Agricultural Policies in Developing Countries. Cambridge University Press, Cambridge, London.

Ellis F., P Senanayake., M Smith.1997. Food price policy in Sri Lanka. Food Policy 22: 81-96.

Ervin C, A., D Ervin. 1982. Factors affecting the use of soil conservation practices: hypotheses, evidence and policy implications. Land Econ. 58: 277-292.

Fuentes G, A. 1998. Middlemen and agents in the procurement of paddy: Institutional arrangements from the rural Philippines. J. Asian con. 9: 307-331.

Gandhi V., G Kumar., R Marsh. 2001. Agro-industry for rural and small farmer development: issues and lessons from India. Int. Food Agribus. Manag. Rev. 2: 331-344.

García M. R., D García, D., H. R. Montero. 1990. Notas sobre mercados y comercialización de productos agrícolas. Centro de economía. Colegio de Postgraduados. Montecillo, estado de México. México.

González J. A., J. A. García, L.E. Chalita, J.A. Matus, G. Cruz, D.M. Sangerman, M. Portillo, M. Fortis. 2012. Modelo de equilibrio espacial para determinar costos de transporte en la distribución de durazno en México. R. M. de C. A. 3: 701-712.

Gandhi V., G. Kumar, R. Marsh. 2001. Agroindustry for rural and small farmer development: issues and lessons from India. I. F. A. M. R. 2: 331-344.

Hung N. A. C. Huu, N. Thi. 2013. Production and marketing constraints of dairy farmers in Son La milk value chain, Vietnam. *G. J. of B. and M. B. S.* 3: 31-37.

Isik M. 2002. Resource management under production and output price uncertainty: Implications for environmental policy. *A. J. A. E.* 84: 557-571.

Kotler P. 1972. A Generic Concept of Marketing. *Journal of Marketing.* 36: 46-54.

Larqué S., D Sangerman, B Ramírez, A Navarro, E Serrano. 2009. Aspectos técnicos y caracterización del productor de durazno en el estado de México, México. *Agricultura Técnica en México* 35: 305-313.

Martínez A., J. Vargas. 2004. Un sistema de demanda casi ideal (AIDS) aplicado a once frutas en México (1960-1998). *Revista Fitotecnia Mexicana* 27: 367-375.

Pokhrel D. M., G, Thapa. 2007. Are marketing intermediaries exploiting mountain farmers in Nepal? A study based on market price, marketing margin and income distribution analices. *Agricultural Systems* 2: 151-164.

Shah N., M, Khan, N. Khan, M. Idrees, I. Haq. 2010. Profit margins in citrus fruit business in Haripur district of NWFP, Pakistan. *Sarhad J. Agric.* 26: 135-140.

Shrestha B., R. Shrestha. 2000. Marketing of Mandarin Orange in the Western Hills of Nepal: Constraints and Potentials. Lumle Agriculture Research Station, Nepal.

Thapa G. B. 2001. Changing approaches to mountain watershed management in Maitland South and South East Asia. *Environ. Management.* 27: 667-679.

Mohammad Kheir Alshalak, M. B. 2013. Marketing Margins for Sold Rice in Minimarkets in Damascus and its Countryside Governorates in Syria. *Jordan Journal Of Agricultural Sciences*, 9(4), 590-607.

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES GENERALES

Los resultados mostraron que la alta volatilidad presente en el precio del durazno podría hacer pensar al productor que este aumentará en los próximos años, no obstante, la tendencia fue a la baja, es decir, se espera que el precio recibido por los agricultores siga disminuyendo en los próximos años, y en consecuencia, una gran cantidad de productores podría abandonar la actividad si continúan con el mismo patrón de producción, el cual no les permite competir por un precio más justo y razonable.

Una de las opciones para atenuar la caída del precio medio rural es mediante la estrategia de invertir en la producción de durazno orgánico, que de acuerdo con la evaluación realizada, fue económicamente viable. Esta nueva forma de producción podría ser una medida de protección y mejora de los ingresos de los productores puesto que se obtuvieron mayores ingresos comparado con el sistema de producción convencional.

Asimismo, la explotación y la valoración económica de los subproductos y residuos derivados del cultivo indicaron que pueden ser una fuente adicional de ingresos. De acuerdo con los estudios físico-químicos que se les realizaron, se descubrió un alto potencial para su aprovechamiento. De la semilla del durazno se puede extraer aceite, el cual mostró propiedades viables para su uso en las industrias cosmética y farmacéutica; la biomasa se podría emplear para producir energía eléctrica.

El durazno producido en el Estado de México se destina al mercado en fresco. Los productores venden su cosecha a los agentes intermediarios. Estos tienen el control del precio. Sin embargo, la propuesta de producir un fruto diferenciado (orgánico) establecería la pauta para la integración de un nuevo canal comercial en el que la participación de los productores aumentaría y se podrían beneficiar con un mejor precio.

CAPÍTULO VIII. RECOMENDACIONES

Para la implementación de las alternativas u opciones planteadas en los capítulos anteriores, es vital promover la integración de los productores por medio de una asociación con la finalidad de buscar fuentes de financiamiento, mismas que les permita desarrollar las iniciativas propuestas, reducir costos de producción, y conquistar un mejor precio. Para el logro de este objetivo es urgente la participación de las instituciones gubernamentales y académicas.

Se recomienda, mediante promoción, incrementar el consumo de durazno. Es necesario también la participación de las instituciones públicas para dar a conocer las bondades, los beneficios y el valor nutricional del fruto, de tal manera que este pueda ser altamente apreciado por los consumidores quienes demandan cada vez mas productos diferenciados, saludables y amigables con el medio ambiente.

Es importante que se continúe con la investigación de los subproductos y del fruto. Se requiere hacer más análisis de laboratorio e instruirse en los procesos técnicos de elaboración de los productos y servicios derivados de la biomasa del duraznero.

De esta manera se hace imprescindible dar continuidad a la indagación para la creación y desarrollo de una red de valor para los nuevos mercados de consumo de los bienes generados.

Finalmente, es de suma importancia que los productores de la zona conozcan las debilidades y retos que está enfrentando el sector para establecer las soluciones o remedios necesarios, que afecten tanto a la producción como a la comercialización para beneficio propio y de la sociedad en general.

ANEXOS

A. Cuestionario de la producción y comercialización de durazno en el Estado de México

Número de cuestionario: _____

Tipo de agente: _____

Dirección: _____

Fecha: _____

I. CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

1. DATOS SOCIECONÓMICOS DEL PRODUCTOR

1.1. Edad de productor _____

1.2. Escolaridad

Años _____

1.3. Principal ocupación del productor

Agricultor () Cultivos: _____

Ganadero () Especie: _____

Apicultor ()

Otro () Especifique: _____

1.4. Número de años como productor de durazno _____

1.5. Tenencia de la tierra:

Ejidal () Comunal () Propiedad Privada ()

1.6. Superficie total de su terrero (Ha) _____

1.7. Número de hectáreas sembradas de durazno _____

1.8. Número de plantas de durazno por hectárea _____

1.9. Variedad de durazno que tiene sembrada _____

1.10. Vida útil de la planta _____

1.11. Época de cosecha (inicio y fin de cosecha) _____

1.12. Meses de poda de la planta _____

1.13. Mano de obra: Familiar () Contratada (). Familiar _____% Contratada _____%

1.14. Rendimientos mensuales (kg o cajas/ árbol o hectárea).

Unidad	Cantidad*											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

*Unidad de medida: kilogramos, caja

1.15. ¿Cuál es la cantidad de producto vendido mensualmente (kg o cajas/ árbol o h)?

Unidad	Cantidad*											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

1.16 ¿Qué precios obtuvo mensualmente?

Unidad	Precio (\$)											
	Ene	Feb	Mzo	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

*Unidad de medida: kilogramos, caja, empaque

1.17 ¿Qué uso le da a la fruta (durazno) que no vende ?

1.18 ¿Por qué no la vende?

1.19 ¿Cuántas (cajas, kilogramos) de producto es el que ya no vende?

1.20 En orden de importancia señale ¿cuáles son los criterios que utiliza para vender a precios más altos su producto?

Venta de durazno	
Tamaño	()
Color	()
Precio	()
Otro (especifique):	()

1.21 Problemática de la actividad

Problemática	
a) Alto precio de los fertilizantes	()

b) Bajo precio del durazno	()
c) Excesivo intermediarismo	()
d) Ausencia de programas gubernamentales de fomento	()
e) Plagas, enfermedades	()
f) Factores ambientales/climáticos	()
Otros	

1.22. ¿Qué hace con las ramas de durazno (biomasa) que quedan tras la poda del árbol?

1.23. Aproximadamente, ¿qué cantidad (en kg) de ramas (biomasa) es la que se queda?

1.24. ¿Qué hace con el durazno tirado que queda en su huerta?

1.25. ¿Siembra otro cultivo dentro de las huertas de durazno?

1.26. ¿Alimenta a algunos animales (ovejas, cabras, etc.) con las hierbas (pasto) que crecen dentro de la huerta de durazno?

1.24. ¿Pertenece a alguna asociación o grupo organizado de productores de durazno?

2. COSTOS DE PRODUCCIÓN.

Costos de producción	\$/ha											
	Ene	Feb	Mzo	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Fertilizantes (\$/lt, kg)												

Fungicidas _____ _____ _____ _____ _____												
Insecticidas _____ _____ _____ _____ _____												
Planta (unidad)												
Labores manuales (jornal/ha)												
Trazo de huerta												
Hoyadura												
Plantación												
Riego												
Aplicación de fertilizantes												
Aplicación de fungicidas e insecticidas.												
Poda												

Deshijado												
Cosecha												
Acarreo de cosecha												
Selección y empaque de duraznos												
Otros												
Materiales diversos (pieza)												
Palas												
Azadones												
Tijeras para podar												
Bombas de fumigar												
Carretillas												
Cajas de plástico												
Cajas de cartón												
Escalera p/cosecha												
Empacadora												
Sistema de riego												
Tierra												
Asistencia técnica												
Electricidad												
Agua												
Administración												
Créditos												

3. COMERCIALIZACIÓN

2.1. ¿A quién le vende y cómo vende su producto?

Agentes		%	Práctica de venta	Dirección*
1) Acopiador de durazno	()			
2) Comisionista	()			
3) Comerciante intermedio	()			
Recauderías	()			
Centro comercial	()			
Restaurantes	()			
Central de abasto	()			
Industria	()			
Supermercado	()			
4) Consumidor final	()			
5) Otro (especifique):	()			

* Elija una de las siguientes opciones:

- (1) Venta directa
- (2) Comisión (Indique qué porcentaje le cobra el comisionista)
- (3) Consignación (Indique qué porcentaje le cobran)

2.2. ¿Tiene transporte para trasladar sus productos al lugar de venta?

Si () No ()

Tipo de transporte	Capacidad (ton)	Propio	Rentado

2.3. Costo de transporte al lugar de venta

Lugar de venta	Distancia promedio al lugar de venta (km)	Costo de transporte al lugar de venta(\$/kg)	Costo de maniobra de carga y descarga al lugar de destino (\$/kg)

2.4. Existe merma de fruta durante el traslado hacia el lugar de venta.

2.5. ¿A cuánto ascienden esas mermas?

2.6. ¿Qué hace con ellas?

II. COMERCIALIZACIÓN DEL DURAZNO

1. COMPRA DE DURAZNO

Tipo de agente: _____

2.1. ¿Qué tipo de durazno compra?

Producto	%
Fruta fresca	
Fruta procesada	
Otro (especifique)	
Total	100.00

2.2. ¿A quién le compra el durazno?

Agentes		%	Dirección	Práctica de venta*
1) Productor	()			
2) Acopiador de durazno	()			
3) Comisionista	()			
4) Comerciante intermedio	()			
Recaudería	()			
Centro comercial	()			
Restaurantes	()			
Otro: _____	()			
5) Otro (especifique):	()			

* Elija una de las siguientes opciones:

- (1) Venta directa
- (2) Comisión (Indique qué porcentaje le cobra el comisionista)
- (3) Consignación (Indique qué porcentaje le cobran)

2.3. ¿Cuál es la cantidad de producto comprado mensualmente?

Unidad	Cantidad*											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

*Unidad de medida: kilogramos, cajas

2.4. ¿A qué precio vendió mensualmente (\$)?

Unidad	Precio (\$/kg)											
	Ene	Feb	Mzo	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

*Unidad de medida: kilogramos, cajas

2.5. ¿A quién le vende el durazno?

Agentes		%	Dirección	Práctica de venta*
1). Acopiador de durazno	()			
2). Comisionista	()			
3). Comerciante intermedio				
Recaudería	()			
Centro comercial	()			
Restaurantes	()			
Otro: _____	()			
4). Consumidor final				
5). Otro (especifique):	()			

2.6. Estimación de costos de comercialización (CC)

Concepto	(\$/ton)
Gastos de acarreo (transporte y maniobra)	
Mano de obra directa	
Energía eléctrica	
Agua	
Depreciación maquinaria y equipo	
Gastos administrativos	
Seguros	
Mano de obra indirecta	
Otros:	
Total	

2.7. Mermas en el traslado de la mercancía.

Si () No ()

2.8. ¿A cuánto ascienden esas mermas (kg., cajas)?

2.9. ¿Qué hace con el durazno que no vende?

2.10. Aproximadamente, ¿cuántos kg o cajas de durazno es el que ya no vende?

B. Extracción, rendimiento y composición del aceite de la semilla del durazno.

1. Información de las semillas del durazno.

El experimento se realizó en el laboratorio de Fitoquímica, Anatomía e Histoquímica del Colegio de Postgraduados, bajo la dirección del Dr. Marcos Soto Hernández.

La variedad de durazno empleada para el estudio fue el durazno “diamante”. Los duraznos, las semillas de durazno y las hojas del duraznero se colectaron en una huerta de duraznos localizada en la comunidad de San Martín Tequesquipan, municipio de Temascaltepec, Estado de México. Esta localidad se encuentra a una altitud de 2355 m; predomina el clima templado subhúmedo; la temperatura media anual oscila entre los 18°C y los 22°C.

Los frutos y las hojas del árbol se cosecharon los días 27 de marzo y 05 de junio del año 2016, respectivamente. Posteriormente se llevaron al laboratorio.

2. Extracción del aceite de la semilla del durazno

Para llevar a cabo la extracción del aceite se utilizaron 20 almendras contenidas en la semilla del durazno.

El procedimiento fue el siguiente:

La semilla de la pulpa del durazno fue separada de la pulpa del fruto; una vez obtenida fue puesta a secar durante 48 hrs. Posteriormente, esta se rompió con unas pinzas y se obtuvo una almendra. Dicho material se secó en una estufa durante 48 hrs. Cuando las almendras estuvieron completamente secas se procedió a molerlas con un mortero; enseguida fueron pesadas. El peso total de la materia prima fue de 1.3974 g.

Para extraer el aceite se utilizó la técnica del hexano a través de un equipo Soxhlet.

Peso y rendimientos de las almendras de la semilla del durazno.

Almendras	Peso		Rendimiento	
	g	g	%	
20	1.3974	0.4009	28.7	

3. Contenido de ligninas de las hojas del duraznero.

Tratamiento 1. 12 h a 100°C					
ID	HLE*	Peso filtro poroso	Filtro c/muestra	Lignina	
	g		l (g)	g	%
D1	1.0065	143.1201	143.5638	0.4437	44.0835
D2	1.0015	149.9184	150.4050	0.4866	48.5871
D3	1.0055	144.7876	145.2530	0.4654	46.2854
Promedio	1.0045	145.9420	146.4073	0.4652	46.3187
Desv. Est.	0.00	2.89	2.91	0.02	1.84

Tratamiento 2. 24 h a 100°C							
ID	HLE*	Peso filtro poroso	Filtro c/muestra	Lignina		equivalente por gramo de HLE	lignina por peso seco**
			l (g)	g	%		
D1	1.0065	143.1201	143.5637	0.4436	44.0735	51.5744	22.7307
D2	1.0015	149.9184	150.3920	0.4736	47.2891	51.5744	24.3891
D3	1.0055	144.7876	145.2385	0.4509	44.8434	51.5744	23.1277
Promedio	1.0045	145.9420	146.3981	0.4560	45.4020	51.5744	23.4158
Desv. Est.	0.00	2.89	2.91	0.01	1.37	0.00	0.71

* Las tres muestras de hojas libres de extraíbles (HLE) se homogenizaron para obtener de ahí las tres muestras de HLE para los análisis de lignina. El peso equivalente es el promedio del peso de las tres muestras de HLE.

** El contenido de lignina aquí calculado muestra el rendimiento de Lignina Klason por peso seco de muestra.

C. Obtención del precio medio rural real del durazno.

Año	Base 2015 INPP ¹	PMR ²	PMR Real ³
1981	0.27	13.49	4966.077506
1982	0.40	25.32	6380.737118
1983	0.77	45.32	5876.328134
1984	0.96	73.99	7686.265813
1985	1.19	128.27	10802.05001
1986	1.66	200.86	12092.1772
1987	2.72	436.9	16087.9768
1988	5.56	786.43	14141.4792
1989	9.38	1,073.88	11444.86675
1990	10.20	1,400.98	13735.46111
1991	11.01	2,003.21	18199.22946
1992	11.77	2,073.31	17608.54945
1993	13.31	1,996.18	14999.15007
1994	15.26	1,967.01	12893.47107
1995	23.12	3,050.71	13194.59946
1996	31.69	3,783.27	11938.71391
1997	34.24	4,406.50	12870.61345
1998	39.68	4,600.83	11594.83272
1999	46.10	5,769.63	12515.76466
2000	49.74	5,768.36	11596.45797
2001	50.79	5,070.93	9984.001414
2002	54.89	4,328.75	7885.993956
2003	48.83	5,478.83	11220.23853
2004	47.45	5,530.90	11656.70269
2005	47.47	5,749.38	12112.17763
2006	49.96	5,928.62	11866.71411
2007	60.46	6,166.41	10199.46803
2008	70.31	6,198.23	8815.147565
2009	69.34	6,741.49	9722.109202
2010	63.74	6,721.86	10545.49733
2011	68.92	7,209.03	10459.70177
2012	96.45	7,296.63	7565.016137
2013	100.75	7,998.08	7938.443368
2014	96.50	7,666.87	7944.802374
2015	100	7,831.53	7831.53

¹Índice Nacional de precios al productor (de durazno).

²Precio Medio Rural.

³Se obtiene al dividir el PMRe con el INPP y multiplicarlo por 100.