



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMATICA**

**ECONOMÍA**

## **Ley de un solo precio: aguacate y papaya mexicanos**

**SARAI ITZHEL ORTEGA AGUILAR**

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

**DOCTORA EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO**

2016

La presente tesis titulada: "Ley de un solo precio: aguacate y papaya mexicanos"

realizada por la alumna: Sarai Itzhel Ortega Aguilar

bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTORA EN CIENCIAS  
SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ECONOMIA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO

  
\_\_\_\_\_  
DR. MIGUEL ANGEL MARTINEZ DAMIAN

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. JOSE MIGUEL OMAÑA SILVESTRE

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. OSCAR ANTONIO ARANA CORONADO

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. GERARDO HUMBERTO TERRAZAS GONZÁLEZ

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
DRA. DIXIA DANIA VEGA VALDIVIA

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Noviembre de 2016

## **Ley de un solo precio: aguacate y papaya mexicanos**

**Sarai Itzhel Ortega Aguilar, Dra.**

**Colegio de Postgraduados, (2016)**

### **RESUMEN**

Las exportaciones de aguacate y papaya a Estados Unidos son de las más importantes en el sector agrícola en cuanto a volumen y ganancia para México, al ser libre el comercio entre ambos países sería normal que se cumpla la Ley de un solo precio (LUP) para ambos productos.

Se realiza un test de cointegración para revisar el cumplimiento de la ley de un solo precio para el aguacate y papaya con precios de exportación mensual entre México y Estados Unidos.

Los resultados estadísticos rechazan la cointegración en aguacate y papaya, lo cual significa que el no cumplimiento de la ley de un solo precio

**Palabras clave:** exportación, cointegración, Ley de un solo precio (LUP).

## **Law of One Price: mexican avocado and papaya**

**Sarai Itzhel Ortega Aguilar, Dra.**

**Colegio de Postgraduados, (2016)**

### **Abstract**

Exports of avocado and papaya to the United States are the most important in terms of volume and profit for Mexico, to be free trade between the two countries, it would be normal that the law of one price of both products is fulfilled.

Cointegration test was conducted to review compliance with the law of one price for avocado and papaya export prices between Mexico and the United States.

Statistical results reject the law of one price in avocado and papaya, which means the law of a one price is not fulfilled.

**Key words:** export, cointegration, law of one price (LOP).

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por financiar mis estudios de Doctorado.

Al programa de Economía del Instituto de Estadística, Socio-economía e Informática del Colegio de Postgraduados, por los recursos que me otorgaron para la realización de los estudios de doctorado y de la presente investigación.

Al Dr. Miguel Ángel Martínez Damián por todo el apoyo, comprensión y ayuda brindada en mi estancia en el Colegio de Postgraduados, mi eterno agradecimiento y bendiciones.

A los miembros que integran mi consejo particular y a los profesores que tuvieron participación en mi formación académica del doctorado.

A mis padres (Sara y Mariano), a mis hermanos (Sandra, César y Edén) por su infinito apoyo y amor.

A todas las personas que me alentaron y brindaron su apoyo para finalizar este proyecto (María, Alejandra, Sonia, Albert). Diego por todo el aprendizaje, aliento y motivación que me has dado.

In memoriam: tía Ricarda<sup>+</sup> donde estés, por todo el aprendizaje que me dejaste antes de tu partida.

A la vida, por tantas bendiciones otorgadas.

## INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPITULO I: “LEY DE UN SOLO PRECIO EN AGUACATE Y PAPAYA”.....</b>	<b>4</b>
1.1 ANTECEDENTES.....	4
1.2 AGUACATE.....	5
1.3 PAPAYA.....	8
1.4 PROBLEMA.....	14
1.5 OBJETIVOS.....	15
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
1.5.2 OJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.6 HIPÓTESIS.....	15
1.7 MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
2.1 LEY DE UN SOLO PRECIO.....	17
<b>CAPITULO III: ESPECIFICACION DEL MODELO ECONOMETRICO.....</b>	<b>20</b>
3.1 METODOLOGIA DE COINTEGRACIÓN: ENGLE Y GRANGER.....	20
<b>CAITULO IV: RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>26</b>
4.1 RESULTADOS ESTADÍSTICOS PARA AGUACATE Y PAPAYA.....	28
4.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
<b>V. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>37</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS</b>	
GRÁFICA 1. PRECIOS DE EXPORTACIÓN DE <b>AGUACATE</b> EN MILES DE DÓLARES/TONELADA.....	8
GRÁFICA 2 PRECIOS DE EXPORTACIÓN DE <b>PAPAYA</b> EN MILES DE DÓLARES/TONELADA.....	14
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	
<b>CUADRO 1. ESTADOS CON MAYOR PORCENTAJE DE SUPERFICIE SEMBRADA DE PAPAYA.....</b>	<b>13</b>

<b>CUADRO 2.</b> CONTRASTANDO LA EXISTENCIA DE UNA RAÍZ UNITARIA EN $PA_i$ (PRECIO DOMÉSTICO DE EXPORTACIÓN DE AGUACATE).....	29
<b>CUADRO 3.</b> CONTRASTANDO LA EXISTENCIA DE UNA RAÍZ UNITARIA EN $PA_j$ (PRECIOEXTRANJERO DE EXPORTACIÓN DE AGUACATE)...	30
<b>CUADRO 4.</b> REGRESIÓN COINTEGRANTE DEL MODELO: $PA_{it} = \alpha + \beta PA_{jt} + \varepsilon_{it}$ .....	31
<b>CUADRO 5.</b> CONTRASTANDO RAÍZ UNITARIA PARA $\varepsilon_{it}$ .....	31
<b>CUADRO 6</b> CONTRASTANDO LA EXISTENCIA DE RAÍZ UNITARIA EN $PP_i$ (PRECIO DOMÉSTICO DE EXPORTACIÓN DE PAPAYA).....	32
<b>CUADRO 7.</b> CONTRASTANDO LA EXISTENCIA DE RAÍZ UNITARIA EN $PP_j$ (PRECIO EXTRANJERO DE EXPORTACIÓN DE PAPAYA).....	33
<b>CUADRO 8</b> REGRESIÓN COINTEGRANTE DEL MODELO $PP_{it} = \alpha + \beta PP_{jt} + \varepsilon_{it}$ .....	34
<b>CUADRO 9.</b> CONTRASTANDO RAÍZ UNITARIA PARA $\varepsilon_{it}$ .....	34

## **I. INTRODUCCIÓN**

La ley de un solo precio precisa que en un mercado unificado todo producto tiene un mismo precio cuando se expresan en una moneda común.

Algunos analistas del comercio dicen que los tipos de cambio se transforman instantáneamente a precios domésticos, lo cual significa que la Ley de un solo precio (LUP), prevalece. La uniformidad entre precio interno y externo de la red de costos de transporte es establecida por la búsqueda de ganancias del arbitraje internacional de productos básicos (Ahmad y Muzafar 1997).

Bajo ese supuesto, los reajustes monetarios traerán algunos efectos sobre las exportaciones y por lo tanto, el tipo de cambio aparecerá como una variable importante en modelos de comercio.

La Ley de un solo precio es estudiada con diferentes productos/bienes y servicios, en este trabajo se realiza con dos importantes productos agrícolas: aguacate y papaya.

Es de suma importancia el estudio de esta ley, pues los resultados obtenidos podrían ratificar o no que el libre comercio entre México y Estados Unidos es beneficioso para ambos países.

México es el exportador número uno a nivel mundial de aguacate y papaya, además cabe mencionar que el principal comprador de estos productos mexicanos es Estados Unidos por lo cual se hace importante revisar si se cumple la ley de un solo precio, para determinar que las políticas en cuanto a libre comercio resultan



igualitarias para los productores mexicanos como exportadores y para los compradores estadounidenses.

Se han hecho diversos estudios sobre la ley de un solo precio, aunque pareciera a simple vista un tema relativamente sencillo, tiene grado de complejidad al ser analizado.

González y Rivadeneyra (2004) en “La ley de un solo precio: un estudio empírico” estudian el cumplimiento de la paridad del poder de compra en México para distintos bienes por medio de la metodología de Engle y Granger (1987), con una base de datos a un nivel bastante desagregado, concluyen que los efectos de barreras al comercio, tipo de cambio, e índices asimétricos generan que una desviación de la paridad del poder de compra se elimine 3 veces más lento que sin ellos, puesto que el análisis se hace internamente, eliminando el problema de barreras al comercio que se tiene internacionalmente. Se encuentra además un alto grado de cumplimiento de la Paridad del Poder de Compra (PPC) para bienes comerciables como frutas y verduras y alimentos en general, y el comportamiento contrario para servicios.

En la ley de un solo precio y precios de mercancías: evidencia de la prueba de cointegración, Zubaidi y Shahm (1993) utilizan la prueba de cointegración Engle y Granger para validar la ley de un solo precio con respecto a las exportaciones agrícolas en Malasia, encontraron diferentes resultados para maderas y aceite de palma, la ley de un solo precio se mantiene, lo cual significa que los precios en el mercado internacional tienden a converger en el largo plazo, además en los estudios

se encontró que los precios del caucho no eran tan flexibles como creían, lo anterior muestra que la ley de un solo precio no siempre se cumple, todo depende del producto o servicio que se esté estudiando.

Roldan y Dios-Palomares (2008) estudian la ley de un solo precio en el mercado español del aceite de oliva, en este trabajo se estudió la integración del mercado de oliva de aquel país y la contrastación de la ley de un solo precio en ese mercado. El análisis se lleva a cabo aplicando la técnica multivariante de cointegración a series mensuales de 1987 a 2001 de precios de aceite de oliva correspondientes a las regiones en que el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) divide al mercado español, utilizando la metodología de Engle y Granger. Los resultados muestran que los mercados españoles de aceite de oliva tienen un alto grado de integración siendo Noreste el mercado líder. No obstante, el mecanismo de transmisión de precios no es perfecto.

El siguiente trabajo está distribuido de la siguiente manera: primero se hace una descripción de cada uno de los productos tratados aquí, aguacate y papaya, enseguida, se plantea el problema, los objetivos e hipótesis a probar, así como los materiales y métodos que se utilizan en este documento; inmediatamente después se presenta el marco teórico económico y estadístico, así como el planteamiento del modelo econométrico. Después se presentan los resultados obtenidos y las conclusiones y recomendaciones a las que se llega.

## **CAPITULO I: “LEY DE UN SOLO PRECIO EN AGUACATE Y PAPAYA”**

### **1.1 ANTECEDENTES**

México cuenta con un total de quince Tratados de Libre comercio con cuarenta y cinco países, con treinta y un Acuerdos para la Promoción y Protección Recíproca de las Inversiones y nueve acuerdos de comercio, es decir, Acuerdos de Complementación Económica y Acuerdos de Alcance Parcial en la Asociación Latinoamericana de Integración, entre estos tratados se destaca el tratado firmado con Estados Unidos de América y Canadá (TLCAN), el tratado de libre comercio con la Unión Europea y con la Asociación Latinoamericana de Integración (ProMéxico, 2016). Por lo anterior se puede notar que México tiene una participación activa y sobresaliente en el comercio internacional, uno de sus principales socios comerciales es el vecino del norte Estados Unidos, con quien intercambia una gran cantidad de materia prima, productos manufacturados y agrícolas, dado que es uno de los más grandes e importantes consumidores en el mundo.

México es un gran productor agrícola, se caracteriza por ser exportador de frutos, entre los que destacan aguacate, papaya, sandía, mango, limón, uva, etcétera. El volumen de exportación de frutas que realiza México se ha ido incrementando a través del tiempo, cuyo principal destino ha sido Estados Unidos.

Como se mencionó anteriormente, el aguacate es un producto importante para México pues es el principal productor a nivel mundial con 1.1 millones de toneladas anuales, más del 40 por ciento de la producción internacional, según la Secretaría de Economía en su reporte anual de 2014.

Otro producto de exportación importante para México es la papaya. Anualmente se producen alrededor de 616 mil toneladas de este fruto y nuestro país es el principal exportador con 121 mil toneladas, según la Secretaría de Economía. Debido a que para este trabajo se realiza el estudio con aguacate y papaya, se hace una breve reseña de cada uno de ellos.

## **1.2 AGUACATE**

Existen más de 400 variedades de aguacate en el mundo según el clima en el que se cultiven, éstas dan frutos con formas, sabores, texturas, colores y olores de gran diversidad. El aguacate Hass es la variedad que más se consume en el mundo. Internacionalmente los principales veinte países productores de aguacate producen 2 millones 100,000 toneladas. México destaca como el principal productor con 1 millón 100,000 toneladas, para 2015 éste monto representa más del 50% de la producción mundial, lo que pone al país en una posición de líder global, según la Asociación de Productores y empaques Exportadores de Aguacate de México (Apeam).

México exporta aguacate a distintos países, sin embargo Estados Unidos es el principal importador de aguacate mexicano, seguido por Francia, Japón y Canadá. La mayor producción de aguacate se concentra en doce países del continente Americano. Chile es el segundo país productor, su producción alcanza 328 mil toneladas, destacan también Indonesia y Republica Dominicana como importantes productores.

Esta distribución de la producción mundial es resultado de las condiciones climatológicas y edafológicas que prevalecen en el continente Americano, ya que son las ideales para que este fruto pueda alcanzar su madurez y pueda alcanzar el óptimo desarrollo que requiere en el mercado de exportación (Alcantar, 2012)

La mayor producción de aguacate en México se encuentra en el Estado de Michoacán, lugar donde se concentran aproximadamente 900 mil toneladas de la fruta. Michoacán es el Estado que reporta 85% del total de la producción, siendo el líder productor. Ofertando en promedio 76 mil toneladas mensuales que se reparten al mercado internacional y al mercado nacional. Jalisco produce 29 mil toneladas, las cuales representan el 3% de la producción nacional. Morelos, Nayarit, México, Guerrero y Yucatán en conjunto producen aproximadamente 97 mil toneladas, las cuales representan el 8% de la producción total (APEAM, 2015)

El comportamiento de la producción es atareado y la variación en la producción mes a mes difiere de manera significativa y como consecuencia también en el transcurso de los años, según la SAGARPA en su monografía de cultivos.

El mes de junio es el que se distingue por su mayor participación de la producción total, en este mes, el aguacate alcanza su óptimo en producción. La temperatura solar y el clima que se presenta son magníficos para que este producto obtenga un excelente desarrollo y resultados favorables en la producción.

La creciente demanda nacional e internacional ha generado que los precios del aguacate se incrementen, además de considerar la presión a los precios por factores estacionales e inherentes al sector. En los últimos años, el comportamiento

del precio del aguacate ha ido en aumento de acuerdo con la observación de la evolución en los precios, los meses en que estos son menores son noviembre y diciembre. Mientras que el mes en que históricamente se observa la mayor cúspide de precio al año es julio.

Estados Unidos abastece su consumo interno importando aguacate procedente de México y Chile, los dos principales productores mundiales. La producción de aguacate en Estados Unidos resalta por su irregularidad. La producción interna de aguacate en Estados Unidos proviene principalmente de dos estados: California y Florida.

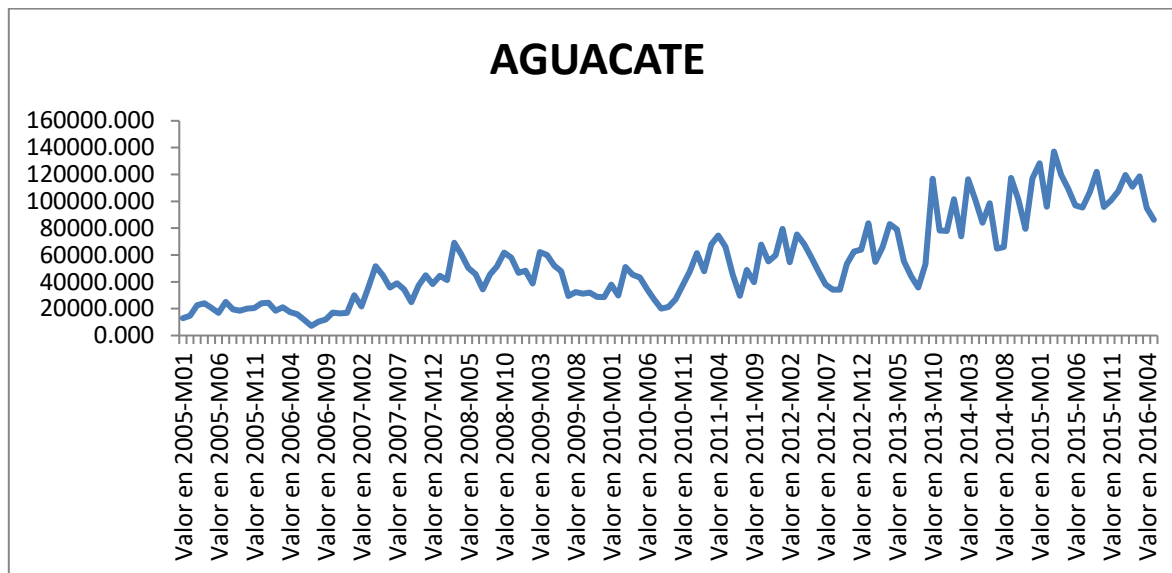
California es mayor productor en el sector agrícola y en la producción de aguacate. La producción de esta fruta en el estado de California representa el 89% del total nacional, mientras que el estado de Florida produce el 11% restante.

La creciente demanda de aguacate en Estados Unidos es originada por las nuevas tendencias de consumo en dicho país, su demanda ha generado que las importaciones de aguacate crezcan gradualmente.

En la **gráfica 1** se puede observar la evolución de los precios de exportación a Estados Unidos en miles de dólares/tonelada a través del tiempo establecido en este trabajo, que es de enero de 2005 hasta mayo de 2016.

En la gráfica se observa una ligera tendencia hacia arriba de los precios de exportación de aguacate, teniendo como mayor disminución en julio de 2006 con 7182 miles de dólares/tonelada y teniendo su máximo en el mes de marzo de 2013 de 137098 miles de dólares/tonelada. Como se puede observar el precio de exportación de aguacate a estados unidos ha ido en aumento en los años recientes.

**Grafica 1.** Precios de exportación de **aguacate** en miles de dólares/tonelada.



**Fuente:** Elaboración propia con datos de Trade Map.

### 1.3 PAPAYA

El papayo conocido como papaya en México, es una planta de rápido crecimiento y tiempo de vida relativamente corto en términos comerciales. Se considera que esta planta es originaria del sur de México y Centroamérica, aunque existe cierta controversia ya que algunos investigadores sugieren que podría ser nativa del Caribe, en tanto otros la ubican entre Nicaragua y Honduras, o al Noroeste de América del Sur (Sistema producto papaya, 2009)

La papaya es una fruta delicada, muy susceptible a dañarse con los golpes, por lo que la cosecha se realiza manualmente, de preferencia con ayuda de una persona encargada de acomodar las frutas protegiéndolas con láminas de espuma o envolviéndolas cuidadosamente. Debe realizarse con extremo cuidado, utilizando guantes engomados para evitar daños que pueden ser vía de entrada de patógenos.

Aquellos frutos con lesiones por insectos, pájaros, roedores o afectados por hongos no deben destinarse al mercado, con daños cicatrizados pueden ser aceptados si no sobrepasan el 5 % del área de la fruta.

La producción de papaya disminuye durante la temporada invernal, reacciona muy sensiblemente a los cambios de luz. Los volúmenes suelen aumentar en abril y mayo, luego bajan ligeramente entre junio y agosto, vuelven a subir en septiembre y noviembre, esto puede variar según la temperatura y las condiciones del clima.

Con el propósito de cumplir con los requisitos de inocuidad alimentaria y control fitosanitario de los Estados Unidos (principal importador de papayas mexicanas), las empacadoras deben realizar la clasificación inicial y el lavado de la fruta lo más pronto posible después de efectuada la cosecha. En caso de presentarse muestras de daño reciente, ya sea de origen mecánico o manual durante la recolección y transporte a la instalación, es necesario que la fruta se descarte para su exportación. De la misma forma, en caso de existir un mayor grado de madurez o enfermedades, tamaño excesivo o insuficiente, así como por presencia de raspaduras, daño por insectos o forma irregular.

A lo largo de los últimos años, México ha ido ganando cada vez mayor terreno en el mercado internacional de la papaya con respecto a sus competidores, manteniéndose como primer exportador y segundo productor mundial. Entre otras razones, parte del éxito de éste cultivo en nuestro país son las condiciones atmosféricas, pluviales y de suelos ideales con las que se cuentan, (Sistema producto papaya, 2015).



Los principales productores nacionales: Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Colima, Michoacán, Yucatán, Tabasco, Guerrero y Jalisco, cuya producción representan el 90% del volumen nacional. Sin embargo, la papaya se siembra en 20 estados de la república, obteniéndose cosechas casi todo el año, presentando mayor producción estacional los meses de julio a octubre.

La mayor producción de papaya fresca se obtiene bajo la modalidad hídrica de riego, ya que con ella aumenta considerablemente el rendimiento. Este hecho también ayuda a comprender la razón por la cual ha aumentado la competitividad de nuestro país en el mercado internacional.

México es la primera potencia económica más grande de Hispanoamérica, la segunda de América Latina y la tercera economía de mayor tamaño en toda América, sólo después de Estados Unidos y Brasil, según el Fondo Monetario Internacional.

Como ya se ha mencionado México en el sector agroalimentario es exportador de jitomate, aguacate, sandías, entre otros. Sin embargo, uno de los frutos que ha logrado posicionar a México como un productor de calidad, han sido las exportaciones de la papaya.

Estados Unidos es considerado como la economía más importante y el mercado de consumo más grande del mundo. Es además, el principal país importador de papaya fresca en el mundo, y México le destina más del 90% de sus exportaciones de éste producto

El volumen de importación de la papaya en Estados Unidos y el consumo también se ha incrementado notablemente durante los últimos años, impulsado por el aumento en la población de origen étnico y particularmente por los migrantes mexicanos. México es el principal proveedor de papaya.

México ocupa el sexto lugar como productor de papaya a nivel mundial y es el primer exportador, seguido de Belice y Guatemala. La mayor parte de las exportaciones de papaya se destinan a los Estados Unidos con un 84% y a Canadá con un 16% (Feitó y Portal, 2013)

El sector papayero ha impulsado notablemente la generación de fuentes de trabajo, que son directamente relacionados con la producción, comercialización, exportación e investigación de la papaya.

En los últimos años la importancia del cultivo de la papaya en México ha sido notoria y significativa, según datos del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) en el 2012 se han incrementado las exportaciones de papaya en un 126% esto gracias a que los productores han comprendido que es importante el certificarse y adoptar sistemas de reducción de riesgos de contaminación y buenas prácticas agrícolas. En 2014 México exportó a los Estados Unidos la cantidad de 6,765 contenedores de 40,000 libras equivalentes a 121,770 toneladas de papaya.

Lo que respecta a la situación del cultivo de la papaya en los principales estados productores es que el estado de Veracruz ha disminuido su superficie en lo

que respecta al 2014, aun así mantiene en el primer lugar en cuanto a superficie con 2,500 hectáreas sembradas aproximadamente.

Por su parte Colima mantiene 1,994 hectáreas sembradas, ocupando el segundo lugar en cuanto a superficie, y siendo la calidad de su fruta la que lo mantiene en el primer lugar en exportación de papaya a los Estados Unidos, los papayeros de Colima se mantienen unidos y organizados gracias al buen trabajo del Consejo estatal de productores. Colima actualmente aporta el 55% del total de las exportaciones del país, (Sistema producto papaya, 2014)

Michoacán mantiene su número de 1,700 hectáreas, con 600 en producción actual. Chiapas mantiene sus 900 hectáreas sembradas, el estado de Oaxaca ha disminuido su superficie drásticamente los últimos años, la mala calidad y los bajos precios de la fruta ocasionados por las tormentas en 2014 fue un factor importante que obligó a muchos productores a abandonar el cultivo, esto ha impactado en la superficie sembrada de ese estado.

El estado de Yucatán tiene 500 hectáreas con 300 en producción actual. Continúan estables las relaciones comerciales respecto a la exportación de papaya a los Estados Unidos por medio de Miami, se reporta gran interés para su exportación a Europa; además por su localización geográfica y la importancia de los aeropuertos este estado podría representar una gran importancia para las exportaciones a Europa en lo sucesivo.

En el siguiente cuadro se resume la información citada anteriormente.

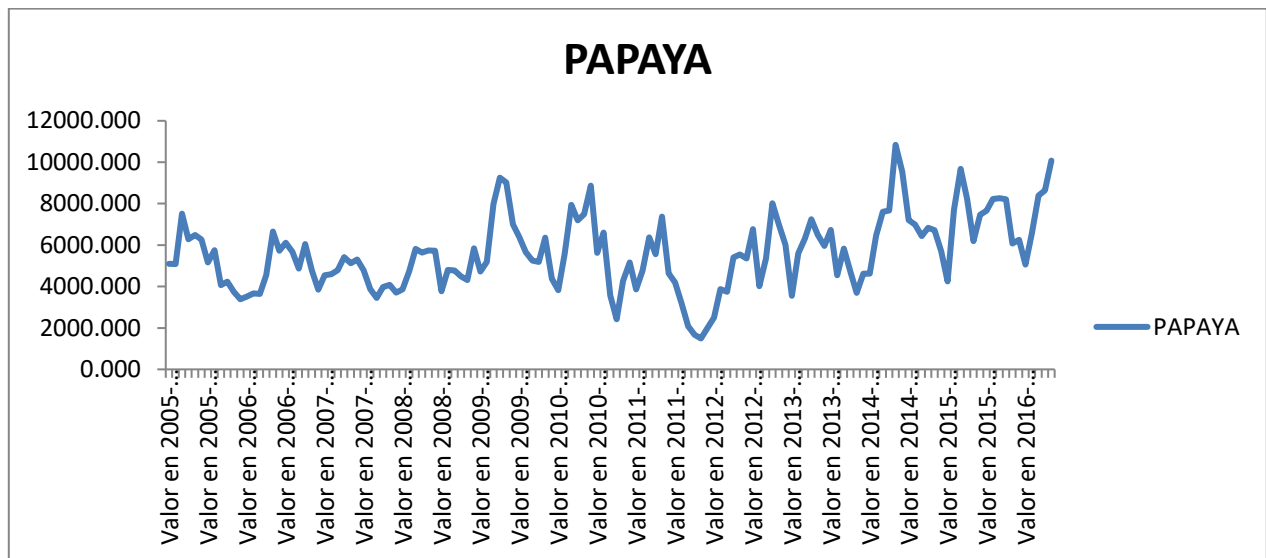
**Cuadro 1.** Estados con mayor porcentaje de superficie sembrada de papaya

Estado	% de superficie sembrada de papaya por estado
Veracruz	29%
Colima	23%
Michoacán	20%
Chiapas	10%
Oaxaca	8%
Yucatán	6%
Jalisco	3%
Puebla	1%

**Fuente:** Propapaya

En la gráfica 2 se muestra la evolución de los precios de exportación en miles de dólares/tonelada de papaya, se observa que hay una ligera tendencia creciente. Se muestra su mayor mínimo en el mes de septiembre de 2011 con 2079 miles de dólares/tonelada y se observa su máximo en mayo de 2014 con 10840 miles de dólares/tonelada

**Grafica 2.** Precios de exportación de **papaya** en dólares/tonelada.



**Fuente:** elaboración propia con datos de Trade Map.

## 1.2 Problema

El interés por investigar el tema de la Ley de un solo precio surge de la gran cantidad de tratados comerciales que tiene México con otros países y saber cómo afectan éstos a los productores nacionales, dado que se tienen grandes producciones agrícolas las cuales al haber un excedente se decide exportar.

Al hacerse exportaciones se requiere saber si los tratados de comercio entre países están siendo en igualdad de condiciones, en este caso, saber si los precios de exportación y de compra al hacerse el cambio de moneda son igualitarios, es decir, si los mercados están integrados.

Tomando como base teórica la ley de un solo precio y el análisis estadístico de cointegración se hace aún más interesante poder obtener un resultado aceptando

o rechazando las hipótesis planteadas, además se nota que al investigar más acerca del tema empiezan a desglosarse aún más posibles temas de investigación, debido a que el comercio internacional es un tema sumamente amplio y cambiante a través del tiempo.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 General**

Determinar el cumplimiento de la ley de un solo precio en aguacate y papaya en sus exportaciones a Estados Unidos.

#### **1.3.2 Específicos**

- Verificar estacionariedad en las series de tiempo de aguacate y papaya.
- Verificar existencia de raíces unitarias en los precios de exportación de aguacate y papaya.
- Verificar cointegración en precios de exportación de aguacate y papaya.

### **1.4 Hipótesis**

En esta investigación se someterán a prueba las siguientes hipótesis para el período mensual de 2005 agosto de 2016 mediante instrumentos estadísticos.

- Existen de raíces unitarias en ambos productos.
- Hay cointegración en ambos productos: aguacate y papaya.

### **1.5 Materiales y métodos**

Con la determinación de cumplir con los objetivos que se han planteado y poner a prueba las hipótesis establecidas en el presente trabajo de investigación, se realizó la recolección de información sobre el tema a tratar aquí. Para lo anterior se consultó la base de datos publicada en Trade Map, así como la base de datos del Banco de México.

Se utilizaron datos de precios de exportación mensuales en miles de dólares/tonelada para México desde enero de 2005 hasta agosto de 2016 teniendo un total de 140 datos. De igual forma se ocuparon datos mensuales del tipo de cambio nominal del precio del dólar con respecto al peso.

Al ser obtenida la información se sucedió a realizar el análisis de los datos, para lo cual se utilizaron gráficas, el programa Excel, el paquete estadístico Gretl, se procedió a estimar un modelo econométrico, además del análisis estadístico de los datos para determinar la cointegración de los datos.

De los resultados obtenidos con los paquetes computacionales se realizó el análisis de los mismos. Se describen los resultados y se analizaron para llegar a las conclusiones pertinentes del trabajo de investigación que aquí se presenta.

## **II. MARCO TEORICO**

### **2.1 La ley de un solo precio**

Un gobierno o banco central de cada país puede fijar el valor de su moneda, ósea, el tipo de cambio durante un tiempo; sin embargo a largo plazo el tipo de cambio entre dos países va a depender del poder adquisitivo relativo de la moneda en cada país. Lo anterior detalla la teoría de la paridad del poder adquisitivo (PPA), que dice que “dos monedas cumplen la Paridad del Poder adquisitivo cuando con una unidad de moneda nacional se puede comprar la misma cesta de bienes en nuestro país que en el extranjero” (Dornbusch 2004).

La ley de un solo precio es la idea principal detrás de la Paridad del Poder de Adquisitivo la cual dice que, en un mercado globalizado todo producto tiene un mismo precio, sí se hace el supuesto de que para un conjunto de productos, el mercado local y un mercado externo están estrechamente integrados, es decir, los productos se pueden intercambiar fácilmente entre ambos mercados por lo cual la ley de un solo precio afirma que los precios de dichos productos deben ser los mismos en los dos países. Sin embargo, se torna complejo dado que un mismo producto se valora en moneda local en el mercado interno y en moneda extranjera en el externo. (Sachs-Larraín, 1993).

La formulación de la ley de un solo precio se basa en supuestos muy rígidos que habitualmente no se dan en la práctica. El incumplimiento de la ley de un solo precio puede atribuirse a algunas o alguna de las siguientes situaciones:



- Inexistencia de un arbitraje de los precios del bien en cuestión, que se suele dar en mercados con una fuerte intervención pública.
- Arbitraje imperfecto, debido principalmente a la existencia de barreras al comercio, sistemas de información incompleta o a la aversión al riesgo.
- Competencia imperfecta entre los mercados comprometidos en el comercio del bien.

En estos casos, se produce una transmisión incompleta de las variaciones de un precio a otro, provocando desviaciones de los precios respecto a los valores de equilibrio, sobre todo a corto plazo (Sexton 1991).

La ley del precio único sostiene que el precio interno  $P$  debe ser igual a  $EP^*$ . Suponiendo que el precio del producto en moneda extranjera en el mercado externo es  $P^*$ , cuando este precio se expresa en moneda local, el precio es  $P^*$  multiplicado por el tipo de cambio ( $E$ =peso/ dólar), para lo anterior se tiene:

$$P=EP^*$$

Tradicionalmente los estudios de la ley de un solo precio asumen una relación sencilla  $P = P^* * E$  o en logaritmo:

$$P_t = a_0 + a_1 P_t^* + a_2 e_t + u_t$$

Donde:

$P_t, P_t^*$ : precio de un bien específico en dos diferentes países

$e_t$ = tipo de cambio

$$a_0 = 0, a_1, a_2 = 1$$

$u_t$  =factor residual  $\mu = 0, var = \sigma^2$

La prueba de la ley de un solo precio en esta forma es usualmente realizada por medio de una regresión  $P_t$  sobre  $P_t^*$  y  $e_t$  con un término constante  $a_0$  y probando la hipótesis nula,  $H_0: a_0 = 0$  y  $a_1 = a_2 = 1$  si la hipótesis nula no es rechazada la conclusión es que la ley de un solo precio prevalece.

El problema con este enfoque radica en que las pruebas de hipótesis no son válidas, ya que para esto se requiere las series de precios y residuos sean estacionarios, lo cual claramente no se cumple debido a que los precios incrementan a lo largo del tiempo (González y Rivadeneyra).

Por lo anterior se recurre a un método relativamente nuevo propuesto por Engle y Granger, que es la cointegración.

### III. ESPECIFICACION DEL MODELO ECONOMETRICO

#### 3.1 METODOLOGIA DE COINTEGRACION: ENGLE Y GRANGER

Para este caso se utilizaron datos mensuales de precios de exportación de aguacate y papaya de enero de 2005 a agosto de 2016 con un total de 140 observaciones, basando el estudio en el concepto de cointegración, particularmente se realiza siguiendo la metodología de cointegración de Engle y Granger para determinar la existencia de relación a largo plazo entre precio doméstico y extranjero, además mostrar si se presenta la ley de un solo precio en las exportaciones, como relación de equilibrio a largo plazo entre precio doméstico y precio extranjero puede ser empíricamente verificado utilizando la metodología mencionada, para lo cual se puede usar la siguiente ecuación para ambos productos: aguacate y papaya.

$$P_{it} = \alpha + \beta P_{jt} + \varepsilon_{it}$$

Donde  $P_{it}$  es el precio doméstico del producto y  $P_{jt}$  es el precio extranjero del mismo producto en un periodo de tiempo dado. En esta forma la ley implica que  $\alpha=0$  y  $\beta=1$ , además el término residual  $\varepsilon_{it}$  se distribuirá idéntica e independientemente.

Se está en equilibrio y la ley de un solo precio se aplica cuando  $P_{it} = P_{jt}$  de otra manera  $\varepsilon_{it}$  podría medir la desviación de la ley de un solo precio.

De lo anterior se desprenden las siguientes ecuaciones:

$$PA_{it} = \alpha + \beta PA_{jt} + \varepsilon_{it}$$

Donde  $PA_{it}$  es el precio de exportación doméstico de aguacate en miles de pesos/tonelada y  $PA_{jt}$  es el precio extranjero del mismo producto (aguacate en miles de dólares/toneladas) en un periodo de tiempo dado. En esta forma la ley implica

que  $\alpha=0$  y  $\beta=1$ , además el término residual  $\varepsilon_{it}$  se distribuirá idéntica e independientemente.

$$PP_{it} = \alpha + \beta PP_{jt} + \varepsilon_{it}$$

Donde  $PP_{it}$  es el precio de exportación doméstico de papaya en miles de pesos/tonelada y  $PP_{jt}$  es el precio de exportación en miles de dólares/toneladas de papaya en un periodo de tiempo dado. En esta forma la ley implica que  $\alpha=0$  y  $\beta=1$ , además el término residual  $\varepsilon_{it}$  se distribuirá idéntica e independientemente.

Ahmad y Muzafar (1997) utilizan la misma metodología y planteamiento del modelo en su trabajo "*Law of one price and commodity prices: evidence from cointegration tests*".

La cointegración (propuesta por Engle y Granger en 1987) requiere que las series presenten raíces unitarias. Esta metodología consiste en determinar si un par de series de tiempo no estacionarias tienen una relación estable de largo plazo. Esto se logra estimando primero una regresión de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) entre dos series. Si los residuos de ésta última son estacionarios, se dice que las series originales están cointegradas. Para determinar si una serie es estacionaria o no, hay dos maneras de hacerlo una es la prueba informal, se puede examinar la estacionariedad o no de una variable con solo mirar su representación gráfica, sin embargo, esta prueba no es del todo confiable, pues solo basa su respuesta en una apreciación intuitiva, como se puede observar con la Grafica 2, que a simple vista por sus características se podría pensar que es una serie estacionaria; es por ello que se utiliza la prueba Aumentada de Dickey-Fuller (ADF), la cual verifica la existencia o no de una raíz unitaria en un proceso estocástico.

La metodología de cointegración prueba si alguna combinación lineal de precios entre diferentes países es una relación permanente. La estimación que proponen Engle y Granger proporciona la relación de largo plazo de las series, sin embargo, no se espera que las series cumplan esta relación en cada momento del tiempo. Este es el primer paso en el análisis, para determinar el orden de integración de la serie de precios (González y Rivadeneyra, 2004).

Por definición, la cointegración requiere que las variables estén integradas del mismo orden. Por lo tanto, se prueba cada variable para determinar su orden de integración. La prueba de Dickey-Fuller y la prueba Aumentada de Dickey-Fuller se pueden aplicar para inferir el número de raíces unitarias (si acaso habría alguna) en cada una de las variables. Para este trabajo se utiliza la prueba Aumentada de Dickey-Fuller, pues con ella se trata el problema de autocorrelación si es que lo hubiera.

En el procedimiento se pueden distinguir los siguientes casos:

- Si las variables  $X_t$  y  $Y_t$  son estacionarias de orden  $I(0)$ , no es necesario continuar con la prueba debido a que los métodos estándar de estimación son suficientes para estimar la relación a largo plazo entre las variables (en otras palabras, podemos aplicar el análisis de regresión clásico de los MCO).
- Si las variables  $X_t$  y  $Y_t$  resultan integradas de diferente orden, digamos por ejemplo orden;  $I(0)$ ,  $I(1)$ ,  $I(2)$ , etc., es posible concluir que ellas no están cointegradas y por lo tanto no se deben aplicar los métodos convencionales de estimación, dado que producirían resultados espurios, se tendrían que diferenciar para hacer su análisis.

- Si las variables  $X_t$  y  $Y_t$  resultan tener el mismo orden de integración, por ejemplo de orden  $I(1)$ , entonces se debe proseguir.

Dickey y Fuller proponen una serie de regresiones más generales para verificar la existencia de raíces unitarias, las que son conocidas como pruebas de Dickey y Fuller Aumentadas (ADF):

$$\text{Modelo 1: } \Delta Y_t = \rho Y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (\text{modelo básico} + DY \text{ rezagados})$$

$$\text{Modelo 2: } \Delta Y_t = \alpha + \rho Y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (\text{modelo 1} + \text{intercepto})$$

$$\text{Modelo 3: } \Delta Y_t = \alpha + \rho Y_{t-1} + \delta_T + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (\text{modelo 2} + \text{tendencia})$$

En estas pruebas deben agregarse rezagos de  $Y$  hasta que  $\varepsilon_t$  sea ruido blanco, lo que es una condición necesaria para que este test sea válido.

Un proceso que contiene una raíz unitaria es denotado  $I(1)$ . En estos casos es posible eliminar la raíz unitaria diferenciando las series, esto es, calculando la primera diferencia. En series que contienen dos raíces unitarias,  $I(2)$ , se debe diferenciar dos veces para obtener una serie estacionaria, y así sucesivamente.

Dado que el estadístico de Dickey-Fuller no sigue una distribución normal, se utilizan los valores críticos para determinar si se acepta o no la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria.

La elección del número de rezagos ( $l$ ) para la prueba ADF, Schwert (1989) propone que se elijan de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$l = \text{int} \left\{ 12 \left( \frac{n}{100} \right)^{\frac{1}{4}} \right\}$$

Donde:  $n$  es el número de observaciones,  $\text{int}\{ \}$  se refiere al número entero de la fórmula. Schwert determina, por medio de ejercicios Monte Carlo, que elegir los rezagos de acuerdo con esta fórmula minimiza la pérdida de potencia. Por lo que utilizando la fórmula se obtienen 12 rezagos.

Prueba de Engle y Granger:

Paso 1: Verificar el orden de integración de las variables

Paso 2: Para que exista cointegración, el error, que es una combinación lineal de las series, debe ser estacionario,  $I(0)$ .

Si se tiene un modelo de regresión en que tanto la variable dependiente como la independiente son  $I(1)$ , entonces se tendrá una regresión espuria, puesto que la presencia de las tendencias contaminará los resultados. Esto, a menos que ambas series tengan una relación de equilibrio de largo plazo, es decir, que estén cointegradas.

Se dice que dos series (o más) están cointegradas, si una combinación lineal de éstas es estacionaria, para ilustrar lo anterior se tiene lo siguiente:

$$\left. \begin{array}{l} X \text{ es } I(1) \\ Y \text{ es } I(1) \end{array} \right\} \text{ si } aX + bY \text{ es } I(0) \Rightarrow X \text{ y } Y \text{ est\u00e1n cointegradas}$$

Si las variables est\u00e1n cointegradas, entonces los MCO producir\u00e1n estimadores s\u00fafer consistentes para los par\u00e1metros de cointegraci\u00f3n.

Para determinar si las variables est\u00e1n cointegradas, se denota la secuencia de residuos estimados con el s\u00edmbolo  $\hat{\varepsilon}_t$  de tal manera que  $\hat{\varepsilon}_t$  es la serie de los residuos estimados de la relaci\u00f3n a largo plazo. Si se encuentra que estas desviaciones de equilibrio a largo plazo son estacionarias, entonces  $X_t$  y  $Y_t$  est\u00e1n cointegradas.

La Interpretaci\u00f3n Econ\u00f3mica es que si dos o m\u00e1s series est\u00e1n unidas por una relaci\u00f3n de equilibrio, entonces aun cuando las series en s\u00ed mismas son no estacionarias, ellas sin embargo se mover\u00e1n casi juntas a trav\u00e9s del tiempo, y la diferencia entre ellas ser\u00e1 estacionaria. El concepto de cointegraci\u00f3n indica la existencia de un equilibrio de largo plazo al cual el sistema econ\u00f3mico converge a trav\u00e9s del tiempo, y  $\varepsilon_t$  puede ser interpretado como el error de disequilibrio, es decir la distancia a que el sistema se encuentra alejado del equilibrio en el momento  $t$ .

Desde el punto de vista econom\u00e9trico, si dos variables est\u00e1n cointegradas, el an\u00e1lisis de regresi\u00f3n entrega informaci\u00f3n importante acerca de la relaci\u00f3n de largo plazo entre las variables. Si dos variables no estacionarias no est\u00e1n cointegradas, los resultados de la regresi\u00f3n no son \u00fatiles, es decir se tiene una regresi\u00f3n espuria.



#### IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La finalidad del trabajo es determinar si en los productos elegidos para el análisis aguacate y papaya se cumple la ley de un solo precio con respecto a sus precios de exportación respectivamente.

En este trabajo se propone realizarlo como ya se ha mencionado por medio de la metodología Engle y Granger, el contraste de cointegración, para determinar si hay un equilibrio a largo plazo, lo cual significaría que hay una convergencia económica en el tiempo haciendo efectiva la ley de un solo precio.

El primer paso en la metodología de cointegración de Engle y Granger consiste en determinar si las series que se van a utilizar son no estacionarias, en específico si son  $I(1)$ .

Para determinarlo se realizó la prueba Dickey-Fuller Aumentada sin constante y con 12 rezagos para cada serie de los dos productos.

La prueba de raíces unitarias comienza por suponer que la serie  $t X$  sigue un **proceso autorregresivo** de primer orden  $AR(1)$ , de la forma:

$$X_t = rX_{t-1} + e_t$$

Se prueba para el caso de que  **$r$  sea igual a 1**: ( $r = 1$ ), (unity, de aquí la expresión **raíz unitaria**). El juego de hipótesis se establecen de la siguiente manera:

H<sub>0</sub>: hay raíz unitaria ( $\delta = 0$ )

H<sub>a</sub>: no hay raíz unitaria

Los resultados señalan fuertemente que las series de precios de exportación son no estacionarias, dado que en el caso del aguacate en las series de precios de exportación en pesos y para la serie de exportación en dólares (Cuadro 2 y 3 respectivamente) los dos casos no se rechaza la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria, es decir que sí se presenta raíz unitaria, con un nivel de significancia de 5%. Y para el caso de la papaya en las series de precios de exportación en pesos y para la serie de exportación en dólares (Cuadro 6 y 7 respectivamente) los dos casos no se rechaza la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria, por lo tanto significa que si hay raíz unitaria.

El siguiente paso en la metodología de Engle y Granger consiste en estimar la relación de largo plazo para cada producto entre pares de ciudades. Esto se lleva a cabo con una regresión simple de MCO de la forma:

$$P_{it} = \alpha + \beta P_{jt} + \varepsilon_{it}$$

Donde  $P_{it}$  es el precio doméstico del producto (en pesos) y  $P_{jt}$  es el precio extranjero (dólares) del mismo producto en un periodo de tiempo dado.

Una vez obtenida la relación de largo plazo, se verifica si los residuos de la regresión son  $I(0)$ , utilizando otra vez la prueba Dickey-Fuller Aumentada. Si la hipótesis de raíz unitaria se rechaza, se concluye que las series están cointegradas.

Se realiza la prueba con el paquete estadístico y se obtienen los resultados para las series PA<sub>i</sub>, PA<sub>j</sub>, PPI y PP<sub>j</sub>.

Donde : PA<sub>i</sub>, PA<sub>j</sub>, PPI y PP<sub>j</sub>; PA<sub>it</sub> es el precio doméstico de aguacate (pesos), PA<sub>jt</sub> es el precio extranjero de aguacate (dólares); PP<sub>it</sub> es el precio doméstico de

papaya (pesos) y  $PP_{jt}$  es el precio en dólares de papaya en un periodo de tiempo dado.

En la metodología de Engle y Granger la hipótesis nula de que dos series no están cointegradas es equivalente a probar si los errores del modelo estático (es decir, el que no considera el comportamiento de corto plazo) son  $I(1)$  contra la alternativa de que son  $I(0)$ , en cuyo caso las series están cointegradas (González y Rivadeneyra 2004).

Se realiza el análisis de cointegración para aguacate y papaya.

Hay evidencia de una relación cointegrante si:

(a) La hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza para las variables individuales.

(b) La hipótesis de existencia de raíz unitaria se rechaza para los residuos  $\varepsilon_{it}$  de la regresión cointegrante.

Los resultados estadísticos para aguacate dice que las series en su forma individual presentan raíz unitaria de orden  $I(1)$ , sin embargo al realizar la regresión cointegrante (Cuadro 4 y 5) la hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza, por lo que  $\hat{\varepsilon}_t$  es una serie no estacionaria, quiere decir que no hay evidencia de cointegración. Lo anterior significa que la ley de un solo precio no se cumple para el caso del aguacate.

Los resultados estadísticos para papaya indica que las series en su forma individual presentan raíz unitaria de orden  $I(1)$ , sin embargo al realizar la regresión cointegrante (Cuadro 8 y 9) la hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza, por lo que  $\hat{\varepsilon}_t$  es una serie no estacionaria, quiere decir que no hay evidencia de cointegración. Lo anterior significa que la ley de un solo precio no se cumple para el caso de la papaya.

## 4.1 Resultados estadísticos para aguacate y papaya

A continuación se muestran los resultados estadísticos para aguacate y papaya (en ese orden), primero las pruebas de raíces unitarias aplicadas a cada serie, enseguida la regresión cointegrante y al final la prueba de raíces unitarias para los residuos de la regresión.

### AGUACATE

#### **Cuadro 2. Contrastando la existencia de una raíz unitaria en PA<sub>i</sub> (precio doméstico de exportación de aguacate)**

Incluyendo 12 retardos de (1-L)PA <sub>i</sub>
Tamaño muestral 127
Hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$
Contraste sin constante
Modelo: $(1-L)y = (a-1)*y(-1) + \dots + e$
Valor estimado de $(a - 1)$ : 0.0480887
Estadístico de contraste: $\tau_{nc}(1) = 1.97325$
Valor p asintótico 0.9889
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.009
Diferencias retardadas: $F(12, 114) = 10.408 [0.0000]$

Dado que el valor muestral del estadístico 1.97325 es mayor que el valor crítico -1.95 no cae en la zona de rechazo, además se puede observar también el valor p asintótico: 0.9889 es mayor al nivel de significancia de 0.05 por lo que no se rechaza la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria en la serie PA<sub>i</sub>.

**Cuadro 3. Contrastando la existencia de una raíz unitaria en  $PA_j$  (precio extranjero de exportación de aguacate)**

Incluyendo 12 retardos de  $(1-L)PA_j$

Tamaño muestral 127

Hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

Contraste sin constante

Modelo:  $(1-L)y = (a-1)*y(-1) + \dots + e$

Valor estimado de  $(a - 1)$ : 0.0223171

Estadístico de contraste:  $\tau_{nc}(1) = 1.08374$

Valor p asintótico 0.928

Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.004

Diferencias retardadas:  $F(12, 114) = 9.348 [0.0000]$

Obteniendo un valor p de 0.928 mayor que  $\alpha = 0.005$  y el valor del estadístico de contraste resultó 1.08374 es mayor que el valor crítico -1.95, no cae en la zona de rechazo, por lo que no se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria en la serie  $PA_j$ .

**Cuadro 4. Regresión cointegrante de modelo:  $PA_{it} = \alpha + \beta PA_{jt} + \varepsilon_{it}$**

MCO, usando las observaciones 2005:01-2016:08 (T = 140)				
Variable dependiente: PAi				
	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p
-----				
PAj	14.3261	0.190903	75.04	2.34e-114 ***
Media de la vble. dep.	762157.2	D.T. de la vble. dep.	539106.4	
Suma de cuad. residuos	2.93e+12	D.T. de la regresión	145236.5	
R-cuadrado	0.975912	R-cuadrado corregido	0.975912	
Log-verosimilitud	-1862.206	Criterio de Akaike	3726.412	
Criterio de Schwarz	3729.354	Crit. de Hannan-Quinn	3727.608	
rho	0.988699	Durbin-Watson	0.082501	

**Cuadro 5. Contrastando raíz unitaria para  $\varepsilon_{it}$**

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para $\varepsilon_{it}$
Incluyendo 12 retardos de (1-L) $\varepsilon_{it}$
Tamaño muestral 127
Hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1
Modelo: $(1-L)y = (a-1)*y(-1) + \dots + e$
Valor estimado de (a - 1): -0.0350308
Estadístico de contraste: tau_nc(2) = -0.928112
Valor p asintótico 0.7334
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.017
Diferencias retardadas: F(12, 114) = 2.066 [0.0246]

Dado que el valor muestral del estadístico -0.928112 es mayor que el valor crítico -1.95, no cae en la zona de rechazo, por lo que no se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria en la serie  $\hat{\varepsilon}_t$ . Por lo tanto se puede decir que la regresión no está cointegrada, los residuos no son estacionarios.

## PAPAYA

### Cuadro 6. Contrastando la existencia de una raíz unitaria en $PP_i$ (precio doméstico de exportación de papaya)

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para $PP_i$
Incluyendo 12 retardos de $(1-L)PP_i$
Tamaño muestral 127
Hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$
Contraste sin constante
Modelo: $(1-L)y = (a-1)*y(-1) + \dots + e$
Valor estimado de $(a - 1)$ : 0.024383
Estadístico de contraste: $\tau_{nc}(1) = 1.15215$
Valor p asintótico 0.9362
Coef. de autocorrelación de primer orden de $e$ : -0.001
Diferencias retardadas: $F(12, 114) = 2.219 [0.0150]$

Dado que el valor muestral del estadístico 1.15215 es mayor que el valor crítico -1.95, no cae en la zona de rechazo, por lo que no se rechaza la hipótesis de raíz unitaria en la serie  $PP_i$ .

**Cuadro 7. Contrastando la existencia de una raíz unitaria en  $PP_j$  (precio extranjero de exportación de papaya)**

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para $PP_j$
Incluyendo 12 retardos de $(1-L)PP_j$
Tamaño muestral 127
Hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$
Contraste sin constante
Modelo: $(1-L)y = (a-1)y(-1) + \dots + e$
Valor estimado de $(a - 1)$ : 0.00735424
Estadístico de contraste: $\tau_{nc}(1) = 0.383932$
Valor p asintótico 0.7949
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.001
Diferencias retardadas: $F(12, 114) = 2.938 [0.0014]$

Dado que el valor muestral del estadístico 0.383932 es mayor que el valor crítico -1.95 no cae en la zona de rechazo, además el valor p de 0.7949 es mayor a  $\alpha=0.05$ , por lo que no se rechaza la hipótesis de raíz unitaria en la serie  $PP_j$ .



### Cuadro 8. Regresión cointegrante del modelo:

$$PP_{it} = \alpha + \beta PP_{jt} + \varepsilon_{it}$$

MCO, usando las observaciones 2005:01-2016:08 (T = 140)				
Variable dependiente: PPI				
	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p
PPj	13.3900	0.187194	71.53	1.56e-111 ***
Media de la vble. dep.	74046.56	D.T. de la vble. dep.	31331.86	
Suma de cuad. residuos	2.39e+10	D.T. de la regresión	13115.64	
R-cuadrado	0.973552	R-cuadrado corregido	0.973552	
Log-verosimilitud	-1525.568	Criterio de Akaike	3053.136	
Criterio de Schwarz	3056.078	Crit. de Hannan-Quinn	3054.332	
rho	0.987493	Durbin-Watson	0.056674	

### Cuadro 9. Contrastando la existencia de raíz unitaria en $\varepsilon_{it}$

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para $\varepsilon_{it}$
Incluyendo 12 retardos de $(1-L) \varepsilon_{it}$
Tamaño muestral 127
Hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$
Modelo: $(1-L)y = (a-1)*y(-1) + \dots + e$
Valor estimado de $(a - 1)$ : -0.0166238
Estadístico de contraste: $\tau_{nc}(2) = -0.495788$
Valor p asintótico 0.8606
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.003
Diferencias retardadas: $F(12, 114) = 0.639 [0.8047]$

Debido a que el valor muestral del estadístico -0.495788 es mayor que el valor crítico -1.95, no cae en la zona de rechazo, por lo que no se rechaza la hipótesis de raíz unitaria en la serie  $\hat{\varepsilon}_t$ . Por lo tanto se puede decir que la regresión no está cointegrada, los residuos no son estacionarios.

## CONCLUSIONES

En este trabajo, la ley de un solo precio fue examinada en dos productos agrícolas: aguacate y papaya, usando la técnica de cointegración en series de tiempo no estacionarias, se plantearon distintos objetivos e hipótesis al inicio de la investigación los cuales fueron desarrollados.

La particularidad de la cointegración es que aunque las series de precios individualmente sean no estacionarias, puede existir una combinación lineal entre ellas la cual es estacionaria, en tal caso las dos variables forman un sistema de cointegración, lo que implica la existencia de una relación de equilibrio entre variables no estacionarias por lo que los desequilibrios que se presentan son únicamente de corto plazo o transitorios. El concepto permite discriminar las relaciones de largo plazo realmente existentes de las espurias, con lo que se posibilita especificar relaciones de equilibrio entre variables económicas junto con relaciones de corto plazo (Ortuño, 1996).

Los resultados obtenidos para el caso de los precios de exportación de aguacate y papaya (datos mensuales enero 2005- agosto de 2016) en ambos casos, son que las series individualmente tienen raíces unitarias de orden  $I(1)$ , sin embargo al testearse el modelo cointegrante se indica que se rechaza la cointegración, lo cual implica el no cumplimiento de la ley de un solo precio, esto significa que no existe un mecanismo garantizado que asegure la transmisión de precios perfecta incluso en el largo plazo.

Lo anterior puede deberse a diferentes razones como por ejemplo 1) competencia imperfecta en uno o más mercados, 2) impedimentos para un arbitraje eficiente debido a restricciones comerciales, 3) falta de vinculación entre los mercados de arbitraje, 4) costos de transporte, 5) cambios y diversificación en gustos y preferencias del consumidor e incluso la volatilidad del tipo de cambio.

Por los resultados anteriores, se recomienda que para estudios posteriores se utilicen datos más desagregados, o incluso incluyendo ahora datos como costos de transporte, tarifas de comercio. También se propone hacer un estudio posterior con el modelo corrección de errores de Engle y Granger.

## BIBLIOGRAFIA

- Damodar, N. Gujarati, (2004). *Econometría* (4 Ed.) Mc Graw Hill.
- Engle, R., & Granger, C. (1987) Co-Integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 251-276.
- Engle, R.F. & Yoo, B.S. (1987) *Estimation and inference in Econometrics* (New York, Oxford University).
- Greene, W. (2003). *Econometric analysis* (5aEd.) Prentice Hall.
- Krugman R. Paul y Obstfeld. Maurice Ed. Pearson. "Economía Internacional. Teoría y política". 7ª Edición. Capítulo 15.
- Sachs, J., D., & Larrain, F., B. (1994) *Macroeconomía en la economía global*. (1ª.Ed.) Prentice Hall.
- Ahmad, Z.,B & Muzafar, S.,H. (1997) *Law of one price and commodity prices: evidence from cointegration tests*. National Chung Hsing University. 113-135.
- Feitó M.D.& Portal B.M. (2013). *Revista de análisis de economía, comercio y negocios internacionales. "La competitividad en las exportaciones de México: un análisis cuantitativo"*, pp. 27-59.
- González M. & Rivadeneyra F. (2004) *Gaceta de Economía* Año 9, Núm. 18 "La ley de un solo precio en México: un análisis empírico"
- Roldan C. J. A & Dios. P. R. (2008) *Revista Economía Agraria y Recursos Naturales*. ISSN: 1578-0732. Vol. 8,1. pp. 37-55.
- On line:
- Banco de México. [www.banxico.com.mx](http://www.banxico.com.mx)

Base de datos internacional. [www.trademap.org](http://www.trademap.org)

Pro México Inversión y Comercio. [www.promexico.gob.mx](http://www.promexico.gob.mx)

Pro-papaya organización. [www.propapaya.org](http://www.propapaya.org)

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)

Secretaría de Economía, a través de la Secretaría de Gobernación. [www.gob.mx/se/](http://www.gob.mx/se/)

Sistema Nacional de Integración de Mercados. Consulta de mercado de la papaya  
[www.economia-sniim.gob.mx](http://www.economia-sniim.gob.mx)