

# Potential for strengthening strawberry exports from Michoacán to the United States

## Potencialidades para el fortalecimiento de exportación de fresa de Michoacán a Estados Unidos de América

María Eugenia Estrada-Chavira<sup>1\*</sup>, Marcos Portillo-Vázquez<sup>2</sup>,  
Guillermo Calderón-Zavala<sup>3</sup>, Eduardo Segarra<sup>4</sup>,  
Miguel Ángel Martínez-Damián<sup>5</sup>, Sergio Ernesto Medina-Cuéllar<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Economía Agrícola. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230, MÉXICO.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Economía Agrícola. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230, MÉXICO.

<sup>3</sup>Colegio de Posgraduados, Programa de Fruticultura. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230, MÉXICO.

<sup>4</sup>College of Agricultural Sciences and Natural Resources, Department of Agricultural and Applied Economics. Texas Tech University, Box 42123. Lubbock, Texas, 79409-2123, USA.

<sup>5</sup>Colegio de Posgraduados, Programa de Economía. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230, MÉXICO.

<sup>6</sup>Universidad de Guanajuato, Departamento de Arte y Empresa. Carretera Salamanca-Valle de Santiago km 3.5 + 1.8, Salamanca, Guanajuato, México. C. P. 36885, MÉXICO.

\*Corresponding author: [mestrada@hotmial.com](mailto:mestrada@hotmial.com), tel. 595 1134 087

### Abstract

The strawberry is Mexico's thirteenth biggest export product and ranks third in value of exports, with the state of Michoacán being the leading exporter. The aim of this research was to analyze the potential for strengthening Michoacán strawberry exports to the United States, assuming the possibility of increasing exports from the state. The production growth rate, export forecast, and supply and demand for strawberry in Mexico and the U.S. were analyzed by means of logarithmic regression models processed in Statistical Analysis System (SAS) software. It was found that production grew more due to the increase in yield than to the increase in planted area; in addition, there is no evidence that strawberry exports are losing their upward growth trend. The price elasticity of the strawberry supply for Mexico and the US is inelastic, so there is still potential to increase strawberry exports.

**Keywords:** growth rate, forecast, supply and demand, elasticity.

### Resumen

La fresa es el décimo tercer producto de exportación en México y ocupa el tercer lugar en el valor de las exportaciones, siendo el estado de Michoacán el principal exportador. El objetivo de esta investigación fue analizar el potencial de exportación de fresa de Michoacán a Estados Unidos de América (E.U.A.), asumiendo la posibilidad de incrementar las exportaciones del estado. Se analizó la tasa de crecimiento de la producción, la proyección de exportaciones, y la oferta y demanda de fresa en México y E.U.A.; lo anterior mediante modelos de regresión logarítmicos procesados en el programa *Statistical Analysis System* (SAS). Como resultado, se observó que la producción creció más por el incremento en el rendimiento que por aumento en la superficie sembrada; además, no existe evidencia de que las exportaciones de fresa tiendan a perder su tendencia creciente. La elasticidad precio de la oferta de fresa para México y E.U.A. es inelástica; por lo que aún existe potencial de exportación de fresa.

**Palabras clave:** tasa de crecimiento, proyección, oferta y demanda, elasticidad.



## Introduction

The strawberry is a fruit with a high content of vitamins and minerals. It helps to lower cholesterol and its organic acids have disinfectant and anti-inflammatory effects. In Mexico, it is the thirteenth biggest export product and ranks third in the value of Mexico's exports (*Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]*, 2016).

The world's leading strawberry producer is mainland China with 2,997,504 t, followed by the United States with 1,360,869 t, Mexico with 489,198 t, Turkey with 372,498 t, Spain with 312,500 t, Egypt with 254,921 t and the Republic of Korea with 216,803 t (*Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]*, 2013).

The US is the leading strawberry consumer worldwide. Its imports in 2013 were 1,499,414 t fresh weight, followed by Canada with 123,384 t, Germany with 112,105 t, France with 929.67 t and Russia with 571,75 t (FAO, 2013).

The main strawberry producing states in Mexico, in order of declining importance, are: Michoacán, Baja California, Jalisco, Baja California Sur and the State of Mexico. Michoacán produces more than 60 % of total domestic production, and it showed a 27 % increase for the period 2005 to 2014 (SIAP, 2014).

In 2014, Michoacán produced 259,190 t in 5,896 ha, equivalent to a yield of 43.96 t·ha<sup>-1</sup>. The state is divided into three producing regions: Zamora Valley, Panindícuaro Valley and Maravatío Valley (SIAP, 2014). Domestic production for 2014 was 430,403.43 t; of this, only 158,242.23 t were exported, representing 37 % of total production (SIAP, 2014).

The aim of this research was to analyze the potential for strengthening strawberry exports from Michoacán to the United States, assuming the possibility of increasing exports of this product from the state. To this end, a study was conducted of the strawberry production growth rate (area and yield) and a forecast was made for strawberry exports from Mexico to the U.S. The price elasticities of supply and demand were calculated using logarithmic models, under the assumption that strawberry production in Michoacán grows more because of the increase in yield than the increase in planted area.

## Materials and methods

In order to identify the characteristics of the production process, documentary and field information was used, as well as interviews with producers, authorities and representatives of associations, using a completely randomized method.

## Introducción

La fresa es una fruta con alto contenido de vitaminas y minerales. Ayuda a disminuir el colesterol y sus ácidos orgánicos poseen efectos desinfectantes y antiinflamatorios. En México, es el décimo tercer producto de exportación y ocupa el tercer lugar en el valor de las exportaciones de México (*Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]*, 2016).

El principal productor de fresa es China Continental con 2,997,504 t, seguido de Estados Unidos de América (E.U.A.) con 1,360,869 t, México con 489,198 t, Turquía con 372,498 t, España con 312,500 t, Egipto 254,921 t y República de Corea con 216,803 t (*Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]*, 2013).

E.U.A. es el principal consumidor de fresa a nivel mundial. Sus importaciones en 2013 fueron de 1,499,414 t en fresco, seguido de Canadá con 123,384 t, Alemania con 112,105 t, Francia con 929,67 t y Rusia con 571,75 t (FAO, 2013).

Los principales estados productores de fresa en México, en orden de importancia, son: Michoacán, Baja California, Jalisco, Baja California Sur y Estado de México. Michoacán produce más de 60 % del total de la producción nacional, y de 2005 a 2014 presentó un incremento de 27 % (SIAP, 2014).

En 2014, Michoacán tuvo una producción de 259,190 t en 5,896 ha, lo que equivale a un rendimiento de 43.96 t·ha<sup>-1</sup>. El estado se divide en tres regiones productoras: Valle de Zamora, Valle de Panindícuaro y Valle de Maravatío (SIAP, 2014). La producción nacional para 2014 fue de 430,403.43 t; de esto, únicamente se exportaron 158,242.23 t, lo que representa 37 % de la producción (SIAP, 2014).

El objetivo de esta investigación fue analizar el potencial de exportación de fresa de Michoacán a Estados Unidos de América (E.U.A.), asumiendo la posibilidad de incrementar las exportaciones del estado. Para ello, se realizó un estudio tanto de la tasa de crecimiento de la producción (superficie y rendimiento), como de la proyección de las exportaciones de fresa de México a E.U.A. Se calculó las elasticidad precio de la oferta y demanda usando modelos logarítmicos; bajo el supuesto de que la producción de fresa en Michoacán crece más por el incremento en el rendimiento que por el aumento en la superficie sembrada.

## Materiales y métodos

Para identificar las características del proceso productivo, se utilizó información documental y de campo; así como entrevistas a productores, autoridades

In order to identify the share of the production increase due to changes in the planted area and those resulting from increases in yield, it was used an exponential function of the type  $Y = AX_1^\alpha X_2^\beta$ , where:  $Y$  is production in t fresh weight,  $X_1$  is planted area,  $X_2$  is yield per ha,  $\alpha$  is the relative growth rate of the planted area and  $\beta$  is the relative growth rate of yield, from 2005 to 2014. The planted area was considered because in the evaluated period there was very little or no change in the harvested area (the difference between the two measures was 1.37 %).

The strawberry export forecast was made up to 2020 to determine changes in the growing trend towards the U.S., with data validated from 1990 to 2013. The data showed an upward slope. A cubic function of the form  $Exp = a_0 + a_1T + a_2T^2 + a_3T^3$  was proposed, where:  $Exp$  = exports,  $T$  = year, in order to observe if exports will continue with the same trend or if there will be any change or stagnation in the near future.

For Mexico, field and database information was obtained from: *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)*, *Banco de México*, *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)*, *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2012, 2010 and 2005)*, *Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAMI, 2016)*, among others. Monthly information for the period from 2000 to 2014 was used, while for the U.S., annual data from 1980 to 2014 were used. The study periods correspond to the information validated during the research.

For the partial equilibrium analysis, several logarithmic models were performed until obtaining the one that best explains supply and demand.

For the U.S. strawberry supply, the variables tested were: production, producer price and cost of production (Equation 1). For demand they were: retail strawberry, milk and apple prices (Equation 2). The prices used were those published by the United States Department of Agriculture (USDA, 2014), as well as income based on Gross Domestic Product (GDP) and population.

$$(SQNL) = f(USSPNL, COSTNL) \quad (1)$$

Where:

$SQNL$  = U.S. supply (production) quantity natural logarithm.

$USSPNL$  = U.S. strawberry price natural logarithm.

$COSTNL$  = U.S. cost of production natural logarithm.

$$(DQNL) = f(USSPNL, USMPNL, USGAPNL, INCOMENL) \quad (2)$$

y representantes de asociaciones, utilizando un método completamente al azar.

Para identificar la participación del aumento en la producción por cambios en la superficie sembrada y los debidos a incrementos en rendimiento, se elaboró una función exponencial del tipo  $Y = AX_1^\alpha X_2^\beta$ , donde:  $Y$  es producción en t de fresa,  $X_1$  es superficie sembrada,  $X_2$  es rendimiento por ha,  $\alpha$  es la tasa de crecimiento relativa de la superficie sembrada y  $\beta$  es la tasa de crecimiento relativa del rendimiento, de 2005 a 2014. Se consideró la superficie sembrada debido a que en el periodo evaluado hubo muy poco o nulo cambio con la superficie cosechada (la diferencia entre las dos medidas fue de 1.37 %).

Se realizó el pronóstico de exportaciones de fresa hasta 2020 para determinar cambios en la tendencia creciente hacia E.U.A., con datos validados de 1990 a 2013. Los datos presentaron una inclinación ascendente. Se planteó una función cúbica de la forma  $Exp = a_0 + a_1T + a_2T^2 + a_3T^3$ ; donde,  $Exp$  = exportaciones,  $T$  = año, con el objeto de observar si las exportaciones continuarán con la misma tendencia o si existe algún cambio o estancamiento en el futuro próximo.

Para México, se obtuvo información de campo y de bases de datos: *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)*, *Banco de México*, *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)*, *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2012, 2010 y 2005)*, *Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAMI, 2016)*, entre otras. Se utilizó información mensual de 2000 a 2014; mientras que para E.U.A., los datos que se utilizaron fueron anuales de 1980 a 2014. Los periodos de estudio corresponden a la información validada durante la investigación.

Para el análisis del equilibrio parcial, se realizaron varios modelos logarítmicos hasta obtener el que mejor explicara la oferta y la demanda.

En oferta de fresa en E.U.A, las variables ensayadas fueron: producción, precio al productor y costo de producción (Ecuación 1). Para la demanda fueron: precios al menudeo (retail) de fresa, leche y manzana (Ecuación 2). Los precios usados fueron los publicados por el *United States Department of Agriculture (USDA, 2014)*; así como, el ingreso en función del *Gross Domestic Product (GDP)* y la población.

$$(LNQO) = f(LNPFEE, LNCOSTO) \quad (1)$$

Donde:

$LNQO$  = Logaritmo natural de cantidad ofrecida (producción) en E.U.A.

Where:

DQNL = U.S. demand quantity natural logarithm.  
 USSPNL = U.S. retail strawberry price natural logarithm.  
 USMPNL = U.S. retail milk price natural logarithm.  
 USGAPNL = U.S. Golden apple price natural logarithm.  
 INCOMENL = U.S. income natural logarithm.

In the case of the Mexican strawberry supply, the variables analyzed were: strawberry production, frequent strawberry, Golden apple, saladette tomato and banana prices, and cost of production and labor (Equation 3). For demand they were: average *Central de Abastos* (market) price for strawberry, Golden apple, saladette tomato and banana, and income based on population and total GDP (Equation 4). Both data series were deflated, those of supply with the producer price index and those of demand with the consumer price index, published by (INEGI, 2016).

$$(SQNL) = f(FSPRICENL, FGAPRICENL, FSTPRICENL, FVBPNL, COSTNL, COSTLNL) \quad (3)$$

Where:

SQNL = Mexico supply (production) quantity natural logarithm.  
 FSPRICENL = Mexico frequent strawberry price natural logarithm.  
 FGAPRICENL = Mexico frequent Golden apple price natural logarithm.  
 FSTPRICENL = Mexico frequent saladette tomato price natural logarithm.  
 FVBPNL = Mexico frequent Veracruz banana price natural logarithm.  
 COSTNL = Mexico cost of production natural logarithm.  
 COSTLNL = Mexico cost of labor natural logarithm.

$$(DQNL) = f(CDASPNL, CDAGAPNL, CDA STPNL, CDAVBPNL, INCOMENL) \quad (4)$$

Where:

DQNL = Mexico demand quantity natural logarithm.  
 CDASPNL = Mexico *Central de Abastos* strawberry price natural logarithm.  
 CDAGAPNL = Mexico *Central de Abastos* Golden apple price natural logarithm.  
 CDASTPNL = Mexico *Central de Abastos* saladette tomato price natural logarithm.  
 CDAVBPNL = Mexico *Central de Abastos* Veracruz banana price natural logarithm.  
 INCOMENL = Mexico income natural logarithm.

#### Procedure to identify potentialities

With the support of data from official sources on planted areas and yields obtained in the last ten years,

LNPFEU = Logaritmo natural del precio de fresa en E.U.A.  
 LNCOSTO = Logaritmo natural del costo de producción en E.U.A.

$$(LNQD) = f(LNPFEU, LNPLEU, LNPMGEU, LNINGRESO) \quad (2)$$

Donde:

LNQD = Logaritmo natural de cantidad demandada en E.U.A.  
 LNPFEU = Logaritmo natural del precio de fresa al menudeo en E.U.A.  
 LNPLEU = Logaritmo natural del precio de leche al menudeo en E.U.A.  
 LNPMGEU = Logaritmo natural del precio de la manzana Golden en E.U.A.  
 LNINGRESO = Logaritmo natural del ingreso en E.U.A.

En el caso de la oferta de fresa en México, las variables analizadas fueron: producción de fresa, precio frecuente de fresa, manzana 'Golden', tomate saladet y del plátano, costo de producción y de mano de obra (Ecuación 3). Para la demanda se consideraron: precio promedio en central de abastos de fresa, manzana 'Golden', tomate saladet y plátano, e ingreso en función de población y PIB total (Ecuación 4). Ambas series de datos fueron deflactadas; las de oferta con el índice de precios al productor y las de demanda con el índice de precios al consumidor, publicados por (INEGI, 2016).

$$(LNQO) = f(LNPFFREC, LNPMGFREC, LNPTSFREC, LNPPV, LNCOSTO, LNCOSTOMO) \quad (3)$$

Donde:

LNQO = Logaritmo natural de la cantidad ofrecida (producción) en México.  
 LNPFFREC = Logaritmo natural del precio frecuente de fresa en México.  
 LNPMGFREC = Logaritmo natural del precio frecuente de la manzana Golden en México.  
 LNPTSFREC = Logaritmo natural del precio frecuente de tomate saladet en México.  
 LNPPV = Logaritmo natural del precio frecuente de plátano Veracruz en México.  
 LNCOSTO = Logaritmo natural del costo de producción en México.  
 LNCOSTOMO = Logaritmo natural del costo de mano de obra en México.

$$(LNQD) = f(LNPFCD, LNPMGCDA, LNPTSCDA, LNPPVCDA, LNINGRESO) \quad (4)$$

Donde:

LNQD = Logaritmo natural de la cantidad demandada en México.



potential production volumes were determined by multiplying the maximum planted area in the analyzed period by the highest yield obtained in this same time series (Table 1).

## Results and discussion

### Characteristics of production processes

As a result of surveys applied at random, it was found that in Zamora, Michoacán, Mexico, producers have from 1 to 5 hectares devoted exclusively to strawberry cultivation, while intermediate-level producers have up to 30 ha, and large producers have an average of 100 ha. Regarding the technology used, the semi-technified, technified and to a lesser extent traditional farming operations predominate. The first two have irrigation drip tape systems. An estimated 70 % of the property is private and 30 % is ejidal.

Among the problems identified in the production processes are: low water quality, high well drilling costs, lack of technical advice during the production process, and the high cost of obtaining the strawberry plant, which is due to high royalty payments and labor costs.

Yield ranges between 30 and 70 t·ha<sup>-1</sup>, of which only 40 % meets export quality and sells at \$10.00 MXN per kg in the domestic market and from \$10.00 to \$40.00 MXN per kg in the international market.

The potential of Michoacán, Mexico, as a strawberry producer, in relation to the harvested area, is 5,896 ha, which is the maximum that has been planted in this state during the validated period (2005 to 2014). On the other hand, the yield potential, taking its maximum in the same period, corresponds to 45.72 t·ha<sup>-1</sup>. Thus, considering both factors, maximum harvested area and maximum yield, a production capacity of 269,565.12 t was estimated for this state.

*LNPFCD*A = Logaritmo natural del precio de fresa en central de abastos en México.

*LNPMGCDA* = Logaritmo natural del precio de manzana 'Golden' en central de abastos en México.

*LNPTSCDA* = Logaritmo natural del precio de tomate saladet en central de abastos en México.

*LNPPVCDA* = Logaritmo natural del precio de plátano Veracruz en central de abastos en México.

*LNINGRESO* = Logaritmo natural del ingreso en México.

### Procedimiento para identificar potencialidades

Con el apoyo de datos de fuentes oficiales sobre superficies sembradas y rendimientos obtenidos en los últimos diez años, se determinaron los volúmenes potenciales de producción, multiplicando la superficie máxima sembrada en el periodo analizado por el rendimiento más alto obtenido en esa misma serie de tiempo (Cuadro 1).

## Resultados y discusión

### Características de los procesos productivos

Resultado de encuestas aplicadas al azar, se obtuvo que en Zamora, Michoacán, México, los productores tienen de 1 a 5 ha dedicadas exclusivamente al cultivo de fresa; mientras que los productores de niveles intermedios tienen hasta 30 ha, a diferencia de los grandes productores que cuentan con un promedio de 100 ha. Respecto de la tecnología utilizada predomina la semi-tecnificada, tecnificada y en una escala más baja la tradicional. Las dos primeras cuentan con cintilla de riego. El 70 % de la propiedad es privada y 30 % es ejidal.

Dentro de los problemas identificados en los procesos productivos se encuentran: la calidad baja del agua, los costos altos de perforación de pozos, la falta de asesoría técnica durante el proceso de producción, el costo

**Table 1. Harvested strawberry area, yield and production in the period 2005 to 2014.**

**Cuadro 1. Superficie cosechada, rendimiento y producción de fresa en el periodo 2005 a 2014.**

Year / Año	Harvested area (ha) / Superficie cosechada (ha)	Yield (t·ha <sup>-1</sup> ) / Rendimiento (t·ha <sup>-1</sup> )	Production (t) / Producción (t)
2005	2,664.13	26.16	69,698.97
2006	3,108.65	25.99	80,791.53
2007	3,139.75	28.38	89,095.30
2008	3,215.00	33.25	106,905.85
2009	3,561.00	32.23	114,784.00
2010	3,252.50	34.80	113,193.37
2011	3,351.00	34.07	114,170.72
2012	4,716.00	43.11	203,313.90
2013	4,482.50	45.72	204,937.15
2014	5,780.50	43.86	253,536.55

Source: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2014).

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2014).

### Production growth rate

Strawberry production during the validated period (2005 to 2014) had a growth rate of 7.1 %, distributed between its two components: area and yield (Table 2). An estimated 2.8 % was due to the increase in planted area and 4.3 % to yield increases. Based on the above, it can be inferred that the growth in strawberry production during the analyzed period is due, to a greater extent, to the technological change that has occurred in the study area, than to the increases in the planted area, thereby confirming the hypothesis stated earlier.

### Forecasts

Forecasted quantities of strawberry exports from Mexico to the U.S. will retain their upward trend. Once the forecasts and the graph of the found and projected data are made, an ascending behavior is presented (Table 3). On the contrary, there is no indication that Mexico's strawberry exports will decline in the short or medium term.

The statistical variables, object of analysis in the model developed in the Statistical Analysis System software (SAS, 2002), indicate that exports are 85 % explained by the model (Equation 5).

$$EXP = -0.4692 + 11.40T + 0.0T^2 + 0.0T^3 \quad (5)$$

elevado de la mano de obra y de la obtención de la planta de fresa, este último encarecido por el pago de regalías (denominados *royalties* o derechos de patente).

El rendimiento de producción oscila entre 30 y 70 t·ha<sup>-1</sup>; del cual, solamente 40 % pasa la calidad de exportación y se vende a \$10.00 MXN por kg en el mercado nacional de \$10.00 a \$40.00 MXN por kg en el mercado internacional.

El potencial de Michoacán, México, como productor de fresa, en relación con la superficie cosechada, es de 5,896 ha; que es lo máximo que se ha sembrado en esta entidad durante el periodo validado (2005 a 2014). Por su parte, la potencialidad de rendimiento, tomando su máximo en el mismo periodo, corresponde a 45.72 t·ha<sup>-1</sup>. Así, considerando ambos factores: máxima superficie cosechada y máximo rendimiento, se estimó una capacidad de producción de 269,565.12 t para este estado.

### Tasa de crecimiento de la producción

La producción de fresa durante el periodo validado (2005 a 2014) presentó una tasa de crecimiento de 7.1 %, distribuida entre sus dos componentes: superficie y rendimiento (Cuadro 2). El 2.8 % fue debido al incremento en la superficie sembrada y 4.3 % por incrementos en el rendimiento. Por lo anterior, se

**Table 2. Growth rate of strawberry cultivation during the period 2005 to 2014.**

**Cuadro 2. Tasa de crecimiento del cultivo de fresa durante el periodo 2005 a 2014.**

Factor	Growth rate (%) / Tasa de crecimiento (%)	R <sup>2</sup>	Standard error / Error estándar	t value Valor t	Pr >  t
Production / Producción	7.1	0.8396	0.0086	8.25	< 0.0001
Area / Superficie	2.8	0.5414	0.0071	3.92	0.0018
Yield / Rendimiento	4.3	0.9177	0.0036	12.05	< 0.0001

Source: Author-made with data from the *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera* (SIAP, 2014).

Fuente: Elaboración propia con datos del *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera* (SIAP, 2014).

**Table 3. Mexican strawberry export forecasts for the period 2014 to 2020.**

**Cuadro 3. Proyecciones de exportación de fresa de México para el periodo 2014 a 2020.**

Year / Año	Forecasted strawberry exports (t) / Exportación de fresa proyectada (t)	R <sup>2</sup>	Standard error / Error estándar	t value / Valor t	Pr >  t
2014	92,801	0.8552	333.45	11.40	< 0.0001
2015	96,602				
2016	100,404				
2017	104,205				
2018	108,007				
2019	111,808				
2020	115,610				

Source: Author-made with data from the model developed.

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo realizado.

The zero that precedes the variables  $T^2$  and  $T^3$  shows that there is no change in the growth trend of Mexico's strawberry exports.

### Analysis of supply-demand in the United States

Economic theory establishes that the coefficient of a product's price variable, when performing a supply equation, must be positive and in a demand equation it must be negative (Cramer, Jensen, & Douglas, 1988). For the other variables, such as the cost of production and labor, their supply coefficients must have a negative sign. In demand, the price of substitute products, as well as income, behave with a positive sign and complementary products with a negative sign. In this research there was correspondence with the signs according to economic theory (Table 4).

Regarding the statistical values, the quantity supplied is explained by the independent variables chosen in the supply model with 93 %  $R^2$  and an  $F$ -test value of 234.28, indicating that the U.S. strawberry price significantly affects the quantity supplied in that country. With 5 % of significance, all coefficients are statistically significant (Table 4).

### Elasticities for the U.S. according to economic theory

The price elasticity of supply is inelastic, since in the case of a 1 % increase in the strawberry price, keeping everything else constant, the quantity supplied increases by 0.76 % (Table 4). This differs with the figure estimated by Carpio, Wohlgenant, and Safley (2008), who obtained a pre-harvest strawberry price elasticity of -1.30. The quantity supplied decreases by 0.62 % against the 1 % increase in the cost of production.

infiere que el crecimiento en la producción de fresa durante el periodo analizado se debe, en mayor medida, al cambio tecnológico que se ha dado en la zona de estudio, que a los incrementos en la superficie sembrada. Aceptándose la hipótesis planteada.

### Proyecciones

Las cantidades proyectadas de exportación de fresa de México a E.U.A. seguirán conservando la tendencia ascendente. Una vez hechas las proyecciones y la gráfica de los datos encontrados y los proyectados, se presenta un comportamiento ascendente (Cuadro 3). Por el contrario, no hay indicios de que las exportaciones de fresa de México vayan a disminuir a corto o mediano plazo.

Las variables estadísticas, objeto de análisis en el modelo realizado en el paquete *Statistical Analysis System* (SAS, 2002), indican que las exportaciones se explican por el modelo en un 85 % (Ecuación 5).

$$EXP = -0.4692 + 11.40T + 0.0T^2 + 0.0T^3 \quad (5)$$

El cero que antecede a las variables  $T^2$  y  $T^3$  muestra que no hay cambio en la tendencia de crecimiento de las exportaciones de fresa de México.

### Análisis de la oferta-demanda en Estados Unidos de América

La teoría económica establece que el coeficiente de la variable precio de un producto, al realizar una ecuación de oferta, debe ser positivo y en una ecuación de demanda debe ser negativo (Cramer, Jensen, & Douglas, 1988). Para las demás variables,

**Table 4. Simple linear regression of strawberry supply and demand functions for the United States using logarithms. Cuadro 4. Regresión lineal simple de funciones de oferta y demanda de fresa para Estados Unidos de América utilizando logaritmos.**

Equation with standard deviation / Ecuación con desviación estándar	$R^2$	$F_0$
$SQNL^1 = 13.04 + 0.76 USSPNL - 0.62 COSTNL$ (0.42) (1.94) (1.75)	0.93	234.28
$LNQO^1 = 13.04 + 0.76 LNPFEU - 0.62 LNCOSTO$ (0.42) (1.94) (1.75)		
$DQNL = 1.73 - 0.19 USSPNL - 0.15 USMPNL + 0.30 USGAPNL + 0.07 INCOMENL$ (0.43) (2.62) (1.81) (2.15) (1.43)	0.98	445.41
$LNQD = 1.73 - 0.19 LNPFEU - 0.15 LNPLEU + 0.30 LNPMGEU + 0.07 LNINGRESO$ (0.43) (2.62) (1.81) (2.15) (1.43)		

Source: Author-made based on the regression model.

<sup>1</sup>SQNL: U.S. supply (production) quantity natural logarithm; USSPNL: U.S. strawberry price natural logarithm; COSTNL: U.S. cost of production natural logarithm; DQNL: U.S. demand quantity natural logarithm; USSPNL: U.S. strawberry price natural logarithm; USMPNL: U.S. retail milk price natural logarithm; USGAPNL: U.S. Golden apple price natural logarithm; INCOMENL: U.S. income natural logarithm.

Note: The quantity supplied and demanded was in t and the prices in pesos per kilo. The income was in pesos *per capita*.

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo de regresión.

<sup>1</sup>LNQO: logaritmo natural de cantidad ofrecida (producción) en E.U.A.; LNPFEU: logaritmo natural del precio de fresa en E.U.A.; LNCOSTO: logaritmo natural del costo de producción en E.U.A.; LNQD: logaritmo natural de cantidad demandada en E.U.A.; LNPLEU: logaritmo natural del precio de leche al menudeo en E.U.A.; LNPMGEU: logaritmo natural del precio de la manzana Golden en E.U.A.; LNINGRESO: logaritmo natural del ingreso en E.U.A.

Nota: La cantidad ofrecida y demandada fue en toneladas y los precios en pesos por kilo. El ingreso en pesos *per cápita*.

The statistical significance of the model was obtained by means of the coefficient of determination ( $R^2$ ), which indicates the goodness of fit of the estimated equations. The overall significance of the coefficients of each equation was observed with the  $F$ -test and the Student  $t$  distribution. The economic model was validated with the expected signs in the coefficients of each equation according to economic theory and the elasticities obtained in each equation (García-Mata, García-Salazar, & García-Sánchez, 2003).

The quantity demanded is explained by the independent variables chosen in the model, with  $R^2$  of 98 % and  $F$  of 445.41 in the regression performed, so the strawberry price in the U.S. significantly affects the quantity demanded. With 5 % significance, all coefficients are statistically significant.

The price elasticity of strawberry demand in the U.S. is -0.19, which indicates that in the case of 1 % increases in the strawberry price, keeping everything else constant, the quantity demanded decreases by 0.19 %. Therefore, strawberry is an inelastic product. Richards and Patterson (1999) and Carter-Colin, Chalfant, Goodhue, and McKee (2005) estimated strawberry elasticity and found that it is very sensitive to price changes (-2.8 and from -1.2 to -2.7, respectively). These authors argue that these values varied over the course of the production season, being more elastic in May and June.

According to Cramer et al. (1988), the cross elasticity of strawberry demand with respect to the price of milk is -0.15 %, indicating that it is a complementary good. With a 1 % increase in the milk price, keeping everything else constant, the strawberry quantity demanded decreases by 0.15 %. On the other hand, this same parameter in strawberry with respect to the price of apple is 0.30, which shows that against 1 % increases in the price of 'Golden' apple the strawberry quantity demanded increases by 0.30 %. Therefore, apple is considered as a substitute good of strawberry.

The income elasticity of demand is 1.38 and, as in the previous case, suggests that strawberry demand increases by 1.38 % against a 1 % increase in income.

In this research, the price of strawberry to the US consumer has no effect on demand, unlike the shelf life of the strawberry, time spent obtaining the product and consumer preference, a fact that was also confirmed by Carpio et al. (2008).

#### Analysis of supply-demand in Mexico

The statistical parameters in the case of Mexico are: the quantity supplied is explained by the independent variables chosen in the supply model, with  $R^2$  of 64 % and  $F$  of 30.21 (obtained in the

como el costo de producción y de mano de obra, sus coeficientes en oferta deben tener signo negativo. En demanda, el precio de productos sustitutos, así como el ingreso, se comportan con signo positivo y los productos complementarios con signo negativo. En esta investigación hubo correspondencia con los signos según la teoría económica (Cuadro 4).

Con respecto a los valores estadísticos, la cantidad ofrecida se explica por las variables independientes escogidas en el modelo de oferta con  $R^2$  de 93 % y valor de la prueba de  $F$  de 234.28, indicando que el precio de la fresa en E.U.A. afecta significativamente a la cantidad ofrecida en ese país. Con 5 % de significancia, todos los coeficientes son estadísticamente significativos (Cuadro 4).

#### Elasticidades para E.U.A. según la teoría económica

La elasticidad precio de la oferta es inelástica; ya que ante un aumento de 1 % en el precio de fresa, manteniendo todo lo demás constante, la cantidad ofrecida incrementa 0.76 % (Cuadro 4). Diferenciando con la estimada por Carpio, Wohlgenant, y Safley (2008), quienes obtuvieron una elasticidad precio de fresa antes de la cosecha de -1.30. La cantidad ofrecida disminuye 0.62 % ante el aumento de 1 % en el costo de producción.

La significancia estadística del modelo se obtuvo por medio del coeficiente de determinación ( $R^2$ ), que indica la bondad de ajuste de las ecuaciones estimadas. La significancia global de los coeficientes de cada ecuación se observó con la prueba  $F$  y la distribución  $t$  de Student. El modelo económico se validó con los signos esperados en los coeficientes de cada ecuación según la teoría económica y las elasticidades obtenidas en cada relación (García-Mata, García-Salazar, & García-Sánchez, 2003).

La cantidad demandada se explica con las variables independientes escogidas en el modelo, con  $R^2$  de 98 % y  $F$  de 445.41 en la regresión realizada; por lo que el precio de fresa en E.U.A. afecta significativamente a la cantidad demandada. Con 5 % de significancia, todos los coeficientes son estadísticamente significativos.

La elasticidad precio de la demanda de fresa en E.U.A. es de -0.19; lo que indica que ante aumentos de 1 % en el precio de la fresa, manteniendo todo lo demás constante, la cantidad demandada disminuye 0.19 %. Por lo que la fresa es un producto inelástico. Richards y Patterson (1999) y Carter-Colin, Chalfant, Goodhue, y McKee (2005) estimaron la elasticidad para fresa y encontraron que es muy sensible a los cambios en el precio (-2.8 y de -1.2 a -2.7, respectivamente). Dichos autores argumentan que estos valores variaron en el transcurso de la temporada de producción, siendo más elástica en mayo y junio.



regression performed). It can be concluded that the strawberry price is not significant in the quantity supplied in Mexico, since it is governed by the price of the previous year (Table 5).

#### Elasticities for Mexico

The price elasticity of the strawberry supply in Mexico is 0.39, which suggests that in the face of 1 % price changes, the quantity supplied changes by 0.39 % (Table 5). This coincides with the findings reported by Vázquez-Alvarado and Martínez-Damián (2011), since they mention that the supply and demand elasticity for Mexico's main fruits is < 1.

The cross elasticity of the strawberry supply with respect to the price of apple is 0.08, banana 0.35 and saladette tomato -0.01, indicating that in the case of 1 % price changes, the supplied strawberry quantity increases by 0.08, 0.35 % and decreases by 0.01 %, respectively.

On the other hand, the elasticity of the cost of production and labor is -0.06 and 0.02, which shows

De acuerdo con Cramer et al. (1988), la elasticidad cruzada de la demanda de fresa con respecto al precio de la leche es de -0.15 %; lo que indica que es un bien complementario. Ante un aumento de 1 % en el precio de la leche, manteniendo todo lo demás constante, la cantidad demandada de fresa disminuye 0.15 %. Por otra parte, este mismo parámetro en fresa con respecto al precio de la manzana es de 0.30; lo que muestra que ante aumentos de 1 % en el precio de la manzana 'Golden' la cantidad demandada de fresa se incrementa 0.30 %. Por lo que se considera que la manzana es un bien sustituto de la fresa.

La elasticidad ingreso de la demanda es de 1.38 y, al igual que en lo anterior, nos sugiere que la demandada de fresa incrementa 1.38 % ante 1 % de aumento en los ingresos.

En esta investigación, el precio de la fresa al consumidor estadounidense no tiene efecto en la demanda, como lo es su disponibilidad durante todo el año y la preferencia del consumidor; hecho que también fue constatado por Carpio et al. (2008).

**Table 5. Simple linear regression of strawberry supply and demand functions for Mexico using logarithms.**

**Cuadro 5. Regresión lineal simple de funciones de oferta y demanda de fresa para México utilizando logaritmos.**

Equation with standard deviation / Ecuación con desviación estándar	R <sup>2</sup>	F <sub>0</sub>
$SQNL^1 = 7.04 + 0.39 \text{ FREQSPNL} + 0.08 \text{ FREQGAPNL} - 0.1 \text{ FREQSTPNL} + 0.35 \text{ VBPNL}$ <p>(0.90) (0.23) (0.14) (0.32) (0.24)</p> $- 0.06 \text{ COSTNL} - 0.02 \text{ COSTLNL}$ <p>(0.29) (1.67)</p>	0.64	30.21
$LNQO^1 = 7.04 + 0.39 \text{ LNPFREC} + 0.08 \text{ LNPMGFREC} - 0.1 \text{ LNPTSFREC} + 0.35 \text{ LNPPV}$ <p>(0.90) (0.23) (0.14) (0.32) (0.24)</p> $- 0.06 \text{ LNCOSTO} - 0.02 \text{ LNCOSTOMO}$ <p>(0.29) (1.67)</p>		
$DQNL = - 8.6 - 1.03 \text{ CDASPNL} + 0.90 \text{ CDAGAPNL} - 0.03 \text{ CDASTPNL} + 0.24 \text{ CDAVBPNL}$ <p>(0.97) (0.18) (0.10) (0.25) (0.24)</p> $+ 3.60 \text{ INCOMENL}$ <p>(0.06)</p>	0.56	27.63
$LNQD = - 8.6 - 1.03 \text{ LNPFCD} + 0.90 \text{ LNPMGCDA} - 0.03 \text{ LNPTSCDA} + 0.24 \text{ LNPPVCDA}$ <p>(0.97) (0.18) (0.10) (0.25) (0.24)</p> $+ 3.60 \text{ LNINGRESO}$ <p>(0.06)</p>		

Source: Author-made based on the logarithmic regression model.

<sup>1</sup>SQNL: U.S. supply (production) quantity natural logarithm; FREQSPNL: Mexico frequent strawberry price natural logarithm; FREQGAPNL: Mexico frequent Golden apple price natural logarithm; FREQSTPNL: Mexico frequent saladette tomato price natural logarithm; VBPNL: Mexico frequent Veracruz banana price natural logarithm; COSTNL: Mexico cost of production natural logarithm; COSTLNL: Mexico cost of labor natural logarithm; DQNL: Mexico demand quantity natural logarithm; CDASPNL: Mexico *Central de Abastos* strawberry price natural logarithm; CDAGAPNL: Mexico *Central de Abastos* Golden apple price natural logarithm; CDASTPNL: Mexico *Central de Abastos* saladette tomato price natural logarithm; CDAVBPNL: Mexico *Central de Abastos* Veracruz banana price natural logarithm; INCOMENL: Mexico income natural logarithm.

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo de regresión logarítmico.

<sup>1</sup>LNQO: logaritmo natural de cantidad ofrecida (producción) en E.U.A.; LNPFREC: logaritmo natural del precio frecuente de fresa en México; LNPMGFREC: logaritmo natural del precio frecuente de la manzana Golden en México; LNPTSFREC: logaritmo natural del precio frecuente de tomate saladet en México; LNPPV: logaritmo natural del precio frecuente de plátano Veracruz en México; LNCOSTO: logaritmo natural del costo de producción en México; LNCOSTOMO: logaritmo natural del costo de mano de obra en México; LNQD: logaritmo natural de cantidad demandada en México; LNPFCD: logaritmo natural del precio de fresa en central de abastos en México; LNPMGCDA: logaritmo natural del precio de manzana 'Golden' en central de abastos en México; LNPTSCDA: logaritmo natural del precio de tomate saladet en central de abastos en México; LNPPVCDA: logaritmo natural del precio de plátano Veracruz en central de abastos en México; LNINGRESO: logaritmo natural del ingreso en México.

that in the case of 1 % cost increases, the quantity supplied decreases by 0.06 and 0.02 %, respectively.

The variables selected for the Mexican demand model account for 56 % of the variation in quantity demanded. Both models, of supply and demand, in Mexico have a small  $R^2$ , because of the low inclusion of complementary and substitute products.

The price elasticity of strawberry demand is -1.03, which makes it elastic; that is, in the case of 1 % price increases, the quantity demanded decreases by 1.03 %. This is in line with what has been established by Vázquez-Alvarado and Martínez-Damián (2011), who point out that the supply and demand elasticity of Mexico's main agricultural products is  $< 1$ .

The cross elasticity with respect to the price of apple is 0.90, banana 0.24 and saladette tomato -0.03, meaning that in the case of a 1 % price change, the quantity of strawberry demanded increases by 0.90, 0.24 % and decreases 0.03 %, respectively. These values place the apple and the banana as substitute goods and the tomato as a complementary product of the strawberry.

The income elasticity of strawberry demand was 3.6, which indicates that in the case of a 1 % change in income, the quantity demanded increases by 3.6 %.

In Mexican strawberry production, labor is of great importance, since the product requires many day laborers, which has led to an improvement in the income level of working families and a greater rooting to their places of origin (Arana-Coronado & Trejo-Pech, 2014).

To determine whether the markets are in equilibrium, the supply and demand functions are equalized, taking into account the last price of the period studied (2014, Table 6).

Production has two components: planted area and yield, both equal to 100 %. According to Zarazúa-Escobar, Almaguer-Vargas, and Márquez-Berber (2011), it is possible to separate them, obtain the proportion of each one and decide if the total growth in production is intensive, due to increases in area, or extensive, due to technological changes. In this work, it was observed that the increased production was because of yield, which leads to technological changes.

For Mexico, the outlook for strawberry exports is very encouraging, especially for those bound for the United States.

The equilibrium price between the two markets is \$9.40 MXN per kg of strawberry, with excess supply and demand of 28.59 t. This validates the theory of Reed (2001), which mentions the existence of excess supply and demand, even

## Análisis de la oferta-demanda en México

Los parámetros estadísticos en el caso de México son: la cantidad ofrecida se explica por las variables independientes escogidas en el modelo de oferta, con  $R^2$  de 64 % y F de 30.21 (obtenida en la regresión realizada). Se puede concluir que el precio de fresa no es significativo en la cantidad ofrecida en México, ya que se rige por el precio del año anterior (Cuadro 5).

### Elasticidades para México

La elasticidad precio de la oferta de fresa en México es de 0.39; lo que sugiere que ante cambios de 1 % en el precio, la cantidad ofrecida cambia 0.39 % (Cuadro 5). Esto coincide con lo reportado por Vázquez-Alvarado y Martínez-Damián (2011), ya que mencionan que la elasticidad de oferta y demanda es  $< 1$  en los principales frutos de México.

La elasticidad cruzada de la oferta de fresa con respecto al precio de la manzana es de 0.08, en el plátano de 0.35 y en tomate saladet de -0.01; esto indica que ante cambios de 1 % en el precio, la cantidad ofrecida de fresa aumenta 0.08, 0.35 % y disminuye 0.01 %, respectivamente.

Por otro lado, la elasticidad del costo de producción y de mano de obra es de -0.06 y 0.02; lo que muestra que ante incrementos en los costos de 1 %, la cantidad ofrecida disminuye 0.06 y 0.02 %, respectivamente.

Las variables seleccionadas para el modelo de demanda de México explican en 56 % la variación en la cantidad demanda. Ambos modelos, de oferta y demanda, en México tienen  $R^2$  pequeña, debido a la poca inclusión de productos complementarios y sustitutos.

La elasticidad precio de la demanda de fresa es de -1.03, lo que la hace elástica; es decir, ante aumentos de 1 % en el precio, la cantidad demandada se reduce 1.03 %. Lo anterior, se encuentra en el límite de correspondencia con lo establecido por Vázquez-Alvarado y Martínez-Damián (2011), quienes señalan que la elasticidad de oferta y demanda de los principales productos agropecuarios de México es  $< 1$ .

La elasticidad cruzada con respecto al precio de la manzana es de 0.90, en plátano de 0.24 y en tomate saladet de -0.03; lo que representa que ante un cambio de 1 % en el precio, la cantidad demandada de fresa se incrementa 0.90, 0.24 % y disminuye 0.03 %, respectivamente. Estos valores colocan a la manzana y al plátano como bienes sustitutos y al tomate como un producto complementario de la fresa.

La elasticidad ingreso de la demanda de fresa fue de 3.6; lo que indica que ante cambios de 1 % en el ingreso, la cantidad demandada se incrementa 3.6 %.

**Table 6. Equilibrium elements in the markets of the United States and Mexico.****Cuadro 6. Elementos de equilibrio en los mercados de Estados Unidos de América y México.**

Element/Concepto	U.S./E.U.A.	Mexico
Equilibrium price/Precio de equilibrio	\$44.46 MXN per kg	\$11.81 MXN per kg
Quantity supplied/Cantidad ofrecida	<sup>1</sup> QS/ <sup>1</sup> QO = 1587.63 t	QS/QO = 4105.16 t
Quantity demanded/Cantidad demandada	QD = 1587.63 t	QD = 4105.16 t
Excess supply/Exceso de oferta		28.59 t
Excess demand/Exceso de demanda	28.59 t	

Source: Author-made with data from models developed. <sup>1</sup>QS: quantity supplied; QD: quantity demanded.

Fuente: Elaboración propia con datos de modelos realizados. <sup>1</sup>QO: cantidad ofrecida; QD: cantidad demandada.

though in this case it is a small quantity; in addition, it is interpreted as an existing potentiality. The above agrees with the views expressed by Hernández-Soto, Garza-Carranza, and Guzmán-Soria (2011), who specified that Mexico can still increase its export level, but not by 30 %, as found in this study, but 10 %.

### Conclusions

Strawberry production during the validated period had a 7.1 % growth rate. Changes in planted area contributed 2.8 % and those of yield 4.3 %. With this, it can be deduced that the increase in production was due more to technological change than to the increase in planted area.

According to the results of the cubic function, where the coefficients  $T^2$  and  $T^3$  are zero, it is concluded that the trend for Mexican strawberry exports, through the exponential model, is upward, both in the reported and projected data periods. There is no statistical evidence of a decrease or change in the short or medium term.

The price elasticity of the strawberry supply is inelastic in Mexico and the U.S. However, the price elasticity of demand is inelastic for the U.S. and elastic for Mexico. Therefore, it is concluded that there is still potential for increasing strawberry exports, strengthening the hypothesis that placing larger product quantities in the U.S. would have a favorable market outcome.

*End of English version*

### References / Referencias

- Arana-Coronado, J. J., & Trejo-Pech, C. O. (2014). El sector de la fresa en México, costos de transacción económicos y gestión de cadenas de abastecimiento. *Custos e Agronegocio*, 10(2), 125-155. Retrieved from <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero2v10/Artigo%207%20morango%20mexico.pdf>
- Carpio, C. E., Wohlgenant, M. K., & Safley, C. D. (2008). A structural Econometric Model of Joint Consumption of Goods and Recreational Time: an application to

En la producción de fresa en México, la mano de obra toma gran importancia; ya que el producto requiere de muchos jornales, lo que ha propiciado mejoría en el nivel de ingreso de las familias trabajadoras y un arraigamiento mayor a sus lugares de origen (Arana-Coronado & Trejo-Pech, 2014).

Para determinar si los mercados están en equilibrio, se igualan las funciones de oferta y demanda, tomando en cuenta el último precio del periodo estudiado (2014, Cuadro 6).

La producción tiene dos componentes: superficie sembrada y rendimiento, ambos equivalen al 100 %. De acuerdo con Zarazúa-Escobar, Almaguer-Vargas, y Márquez-Berber (2011), es posible separarlos, obtener la proporción de cada uno y decidir si el crecimiento productivo total es intensivo, debido a incrementos en superficie, o extensivo, debido a cambios tecnológicos. En este trabajo, se observó que el aumento de la producción fue por rendimiento; lo que conlleva a cambios tecnológicos.

Para México, el panorama de exportación de fresa es muy alentador, sobre todo para las que van dirigidas a Estados Unidos.

El precio de equilibrio entre los dos mercados es de \$9.40 MXN por kg de fresa, con un exceso de oferta y demanda de 28.59 t. Con ello se comprueba la teoría de Reed (2001), la cual menciona la existencia de un exceso de oferta y demanda, aun cuando en este caso es una cantidad pequeña; además, se interpreta como una potencialidad existente. Lo anterior coincide con lo expresado por Hernández-Soto, de la Garza-Carranza, y Guzmán-Soria (2011), quienes especificaron que México todavía puede aumentar su nivel de exportación, pero ya no 30 %, como lo encontrado en este estudio, sino 10 %.

### Conclusiones

La producción de fresa durante el periodo validado tuvo una tasa de crecimiento de 7.1 %. Los cambios en superficie sembrada contribuyeron 2.8 % y los de rendimiento 4.3 %. Con ello, se deduce que el

- pick-your-own fruit. *American Journal of Agricultural Economics*, 90(3), 644-657. doi: 10.1111/j.1467-8276.2007.01132.x
- Carter-Colin, A., Chalfant, J. A., Goodhue, R. E., & McKee, G. J. (2005). Costs of 2001 methyl bromide rules estimated for California strawberry industry. *California Agriculture*, 59(1), 41-46. Retrieved from <http://escholarship.org/uc/item/7fv951tc#page-1>
- Cramer, L., Jensen, C., & Douglas, D. (1988). *Agricultural Economics and Agribusiness*. New York, USA: John Wiley & Sons Inc.
- García-Mata, R., García-Salazar, A. J., & García-Sánchez, R. C. (2003). *Teoría del mercado de productos agrícolas*. Estado de México: Colegio de Postgraduados, Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática y programa de posgrado de Economía.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). *Base de datos estadísticos (1990-2014)*. Retrieved from <http://www.fao.org/statistics/es/>
- Hernández-Soto, D., de la Garza-Carranza, M. T., & Guzmán-Soria, E. (2011). Competitividad de la fresa mexicana de exportación a Estados Unidos. Un modelo de equilibrio parcial. *Revista Globalización, Competitividad y Gobernabilidad*, 5(3), 102-114, doi: 10.3232/GCG.2011.V5.N3.06.
- Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI). (2016). Índice nacional de precios al productor, índice nacional de precios al consumidor. Retrieved from <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- Reed, R. M. (2001). *International Trade in Agricultural Products*. New Jersey: Prentice Hall.
- Richards, T. J., & Patterson, P. M. (1999). The economic value of public relations expenditures. Food safety and strawberry case. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 24(2), 440-462.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2012). *Plan rector del sistema producto – fresa en Michoacán*. México: Author. Retrieved from [http://dev.pue.itesm.mx/sagarpa/nacionales/EXP\\_CNPS\\_FRESA/PLAN%20RECTOR%20QUE%20CONTIENE%20PROGRAMA%20DE%20TRABAJO%202012/PR\\_CNPS\\_FRESA\\_2012.pdf](http://dev.pue.itesm.mx/sagarpa/nacionales/EXP_CNPS_FRESA/PLAN%20RECTOR%20QUE%20CONTIENE%20PROGRAMA%20DE%20TRABAJO%202012/PR_CNPS_FRESA_2012.pdf)
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2010). *Retos y oportunidades del sistema agroalimentario de México en los próximos 20 años*. México: Author. Retrieved from <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/documents/pablo/retosyopportunidades.pdf>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2005). *Plan rector sistema nacional fresa*. México: Author. Retrieved from <http://www.amsda.com.mx/prnacionales/nacionales/prnfresa22.pdf>
- incremento en producción se debió más al cambio tecnológico que al aumento de superficie sembrada.
- De acuerdo con los resultados de la función cúbica, donde los coeficientes  $T^2$  y  $T^3$  son cero, se concluye que la tendencia de las exportaciones de fresa en México, mediante el modelo exponencial, es ascendente, tanto en el periodo de datos reportado como en el proyectado. No existe evidencia estadística de que disminuyan o haya un cambio en el corto o mediano plazo.
- La elasticidad precio de la oferta de fresa es inelástica en México y E.U.A. Sin embargo, la elasticidad precio de la demanda para E.U.A. es inelástica y para México elástica. Por lo que se concluye que aún existe potencial de exportación de fresa en mayores cantidades; fortaleciendo la hipótesis de que al colocar mayores cantidades de producto en E.U.A., el pronóstico de mercado sería favorable.

*Fin de la versión en español*

- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2016). *Estadísticas del sector agropecuario, 1990-2016*. México: Author. Retrieved from [http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola\\_siap\\_gb/icultivo/index.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp)
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2014). *Estadísticas del sector agropecuario, 1990-2016*. México: Author. Retrieved from [http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola\\_siap\\_gb/icultivo/index.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp)
- Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI). (2016). Secretaría de Economía. México. Retrieved from <http://www.economia-snci.gob.mx/siavi4/fraccion.php>
- Statistical Analysis System (SAS). (2002). *The SAS system for windows 9.0*. USA: Author.
- United States Department of Agriculture (USDA). (2014). *Strawberry Industry*. United States of America: Economic Research Service. Retrieved from <http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1381>
- Vázquez-Alvarado, J. M. P., & Martínez-Damián, M. A. (2011). *Elasticidades de oferta y demanda de los principales productos agropecuarios de México*. Morelos, México: Gobierno Federal, SAGARPA, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias y Centro de Investigación Regional Pacífico Sur.
- Zarazúa-Escobar, J. A., Almaguer-Vargas, G., & Márquez-Berber, S. R. (2011). Redes de innovación en el sistema productivo fresa en Zamora, Michoacán. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 17(1), 51-60. doi: dx.doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.17.008