

CRECIMIENTO POTENCIAL DE LAS EXPORTACIONES DE FRESA (*Fragaria*) MEXICANA

POTENTIAL GROWTH OF MEXICAN STRAWBERRY (*Fragaria*) EXPORTS

José J. Arana-Coronado^{1*}, Carlos O. Trejo-Pech², Oscar J. Aguilar-Candelas¹, Miguel Á. Martínez-Damián¹, Roxana Mondragón-Hernández¹

¹Economía. Campus Montecillo. Colegio de Posgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México. (jarana@colpos.mx), (angel01@colpos.mx), (mroxana@colpos.mx). ²The University of Tennessee at Knoxville, Department of Agricultural & Resource Economics. Knoxville, TN 37996, Tennessee, USA. (ctrejope@utk.edu).

RESUMEN

México es uno de los principales productores y exportadores de fresa (*Fragaria*). A partir de la implementación del tratado de libre comercio con EE.UU. y Canadá, el volumen de exportación de México ha crecido y enfrenta presiones competitivas que podrían restringir su comercialización. El objetivo de este estudio fue modelar el sector mexicano de producción de fresa y analizar el comportamiento de las exportaciones del producto. Un modelo de siete ecuaciones simultáneas se estimó, para el periodo de 1980 a 2014, mediante regresiones aparentemente no relacionadas (SUR). En el modelo, el volumen de exportaciones se estimó directamente mediante una ecuación de oferta de dicho volumen o indirectamente mediante la diferencia que resulta de la oferta disponible (ecuación de producción más importaciones) y la demanda de fresa en México. El volumen de exportaciones lo explica directa y significativamente el precio de exportación y las expectativas a partir de la cantidad exportada el año previo. La producción la explica directa y significativamente el precio pagado al productor y la superficie cosechada. La demanda la explica, en forma inversa, el precio al consumidor y el del bien complementario. Las proyecciones indicaron que el volumen de exportaciones continuará creciendo, pero en forma decreciente; por lo tanto, el sector exportador seguirá enfrentando presiones competitivas en la comercialización de fresa en los mercados de EE.UU.

Palabras clave: ecuaciones simultáneas, fresa (*Fragaria*) de México, modelo oferta-demanda, exportación de fresa mexicana.

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: julio, 2018. Aprobado: noviembre, 2018.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 53: 417-431. 2019.

ABSTRACT

Mexico is one of the main strawberry (*Fragaria*) producers and exporters. After the implementation of the free trade agreement with the United States and Canada, Mexico's export volume has grown and faces competitive pressures that could restrict its commercialization. The objective of this study was to model the Mexican strawberry-production sector and analyze the product's exports behavior. We analyze a seven-simultaneous- equations model estimated for the 1980 to 2014 period *via* seemingly unrelated regressions (SUR). In this model, the exports volume was directly estimated by means of a supply equation for that volume or indirectly by the difference from the available supply (production equation plus imports) and the Mexican demand for strawberries. The export price and expectations from the exported amount the previous year directly and significantly explain the exports volume. The harvested area and price paid to the producers directly and significantly explain the production. The consumer's price and the complementary good inversely explain the demand. The projections indicate that the exports volume will continue to grow, but in a decreasing manner; therefore, the export sector will continue to face competitive pressures in marketing Mexican strawberries within the US markets.

Key words: Simultaneous equations, strawberry (*Fragaria*) from Mexico, supply-demand model, export of Mexican strawberry.

INTRODUCTION

Mexico is one of the main strawberry (*Fragaria*) producers and exporters. The value of its production sector in Mexico

INTRODUCCIÓN

México es uno de los principales productores y exportadores de fresa (*Fragaria*). El valor de la producción de fresa en México fue de 369 millones de dólares en 2014 (SIAP, 2017)³, similar al valor de la producción de Florida, EE.UU. (333 millones de dólares), después de California (Guan *et al.*, 2015). México es el exportador principal de fresa a EE.UU. con cerca de 95 % del volumen total de las importaciones del producto (Hee *et al.*, 2017). Las exportaciones ocurren principalmente de noviembre a abril, que es la temporada de oferta insuficiente en Florida y California, por lo cual a finales de 2014 la expectativa era un incremento del volumen de exportación de fresa de México a EE.UU. (Arnade y Kuchler, 2015)⁴.

Las exportaciones han crecido en décadas recientes, en términos absolutos y respecto a la producción nacional (SIAP, 2017) (Figura 1), y en 2014 las exportaciones representaron 59 % de la producción total nacional. Los precios han sido un factor de crecimiento de las exportaciones; desde mediados de

was of 369 million dollars in 2014 (SIAP, 2017)³, similar to that of Florida's production in the US (333 million dollars), after California (Guan *et al.*, 2015). Mexico is the main strawberry exporter to the US, supplying about 95 % of the total volume of this product's imports (Hee *et al.*, 2017). Exports mainly occur from November to April, which is the part of the season when the supply from Florida and California is insufficient. Therefore, at the end of 2014, an increase was expected in the strawberries export volume from Mexico to the US. (Arnade and Kuchler, 2015)⁴.

Exports have grown in recent decades, respect to the Mexican national production and in absolute terms (SIAP, 2017) (Figure 1). In 2014, exports accounted for 59 % of total national production. Prices are a factor in the exports growth and, since mid-1980, the export price is higher than that of the domestic market (SIAP, 2017; SNIIM, 2017) (Figure 2).

Hernández-Soto *et al.* (2011) report that a 30 % increase in the exported volume to the US decreases the export price about 2.5 %. An optimal performance function that maximizes Florida

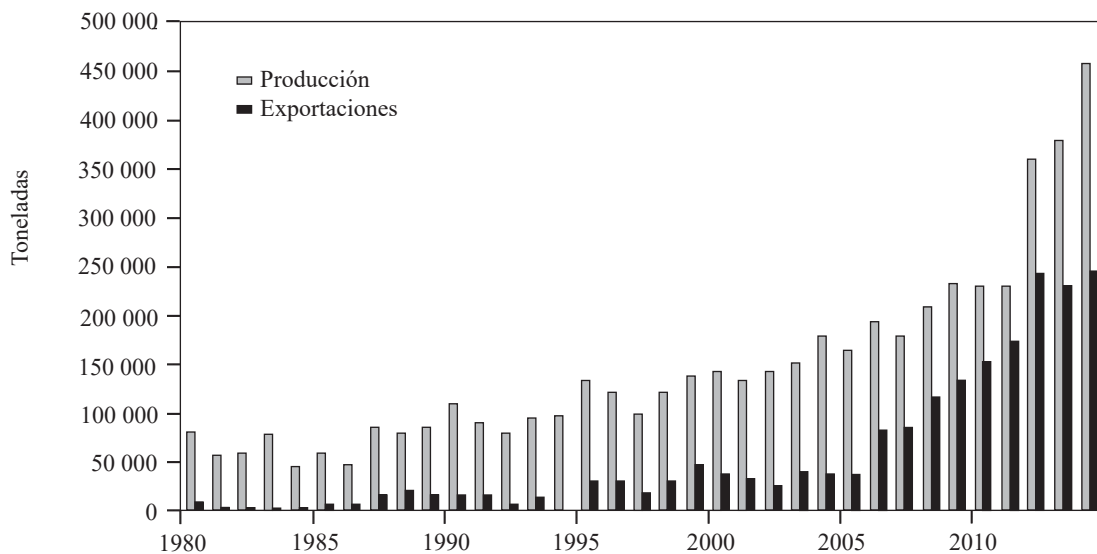


Figura 1. Volumen de producción de fresa en México y exportaciones.
Figure 1. Strawberry production volume in Mexico and exports.

³Valor correspondiente a una producción de 420 396 t en 9967 ha (SIAP, 2017).

⁴Las importaciones de fresa hacia México, entre julio y octubre (Sánchez, 2008), representaron sólo el 10 % del consumo nacional aparente en 2014 (SIAP, 2017); por lo cual la competencia de las importaciones con el producto nacional no es relevante para efectos de este estudio.

1980 el precio de exportación ha sido superior al del mercado doméstico (SIAP, 2017; SNIIM, 2017) (Figura 2).

Hernández-Soto *et al.* (2011) documentaron que 30 % de incremento en el volumen exportado a EE.UU. disminuye cerca de 2.5 % el precio de exportación. Una función óptima de rendimiento que maximiza los beneficios de los productores de fresa de Florida, mostró que la producción de California y México, en competencia en el ciclo de invierno, al aumentar en 1000 t disminuye 3.5 % el precio en Florida (Wu *et al.*, 2015). Hee *et al.* (2017) documentaron, mediante un modelo de simulación, que las exportaciones crecientes de fresa mexicana a EE.UU., durante la temporada de invierno causaron una reducción en el precio recibido por los productores de California y Florida. El valor de la fresa producida en Florida disminuyó de 370 a 201 millones de dólares de 2010 a 2012. La proximidad geográfica entre ambos países, la producción limitada en EE.UU. durante el invierno (Arnade y Kuchler, 2015), la calidad de la fresa mexicana⁵ (Estrada-Chavira *et al.*, 2017) y los costos de producción menores en México (Wu *et al.*, 2015) contribuyen al aumento de las exportaciones de fresa mexicana a EE.UU.

strawberry producers' benefits showed that the production of California and Mexico, competing in the winter cycle, when increased in 1000 t decreased the Florida price by 3.5 % (Wu *et al.*, 2015). Hee *et al.* (2017) documented, through a simulation model, that increasing Mexican strawberries exports to the US during the winter season caused a reduction in the price received by California and Florida producers. The value of the strawberries produced in Florida decreased from 370 to 201 million dollars between 2010 and 2012. The geographic proximity between both countries, the limited US production during the winter (Arnade and Kuchler, 2015), the quality of the Mexican strawberries⁵ (Estrada-Chavira *et al.*, 2017) and the lower Mexican production costs (Wu *et al.*, 2015) contribute to the increase in exports of Mexican strawberries to the US (Guan *et al.*, 2015; Hee *et al.*, 2017). Therefore, although exports have grown since the implementation of the free trade agreement between Mexico, US and Canada (Huang and Huang, 2007; Wu *et al.*, 2015), now faces competitive pressures that could change the landscape.

In this study, a simultaneous equations econometric model was used to assess the relations

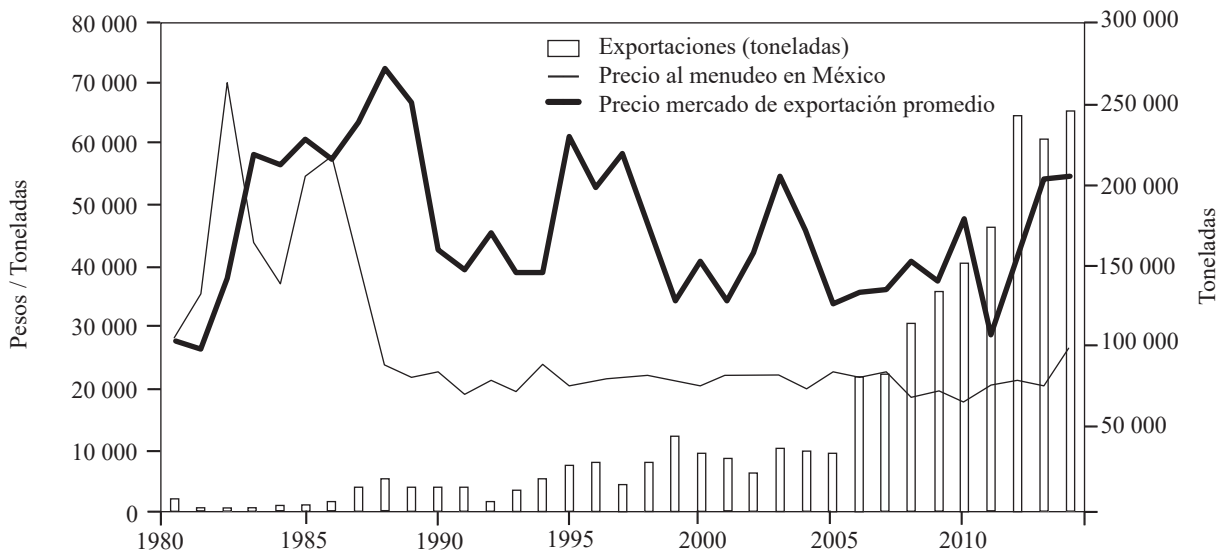


Figura 2. Precios y exportaciones de fresa.
Figure 2. Strawberries prices and exports.

⁵A finales de 2013 se estimó que el 40% de la producción en México cumplía los criterios de calidad de exportación y sólo el 28 % se exportaba.

(Guan *et al.*, 2015; Hee *et al.*, 2017). Por lo tanto, aunque las exportaciones han crecido desde la implementación del tratado de libre comercio México, EE.UU. y Canadá (Huang y Huang, 2007; Wu *et al.*, 2015), ahora enfrenta presiones competitivas que podrían cambiar el panorama.

En este estudio se usó un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas para conocer las relaciones entre las variables que afectan las exportaciones de fresa mexicana a los EE.UU. y estimar las magnitudes de sus elasticidades. El modelo permitió proyectar el volumen de exportaciones y proponer implicaciones económicas para el sector fresero de México. Modelar económicamente el sector de fresa mexicano es importante porque México es uno de los principales productores mundiales (Wu *et al.*, 2012) y el cultivo tiene relevancia económica (Wu *et al.*, 2015) por los empleos que genera. Las exportaciones de fresa amenazan la producción en Florida (Guan *et al.*, 2015; Wu *et al.*, 2015), en particular por diferencia del costo de mano de obra, por lo cual las autoridades de EE.UU. podrían implementar políticas proteccionistas para el sector. El riesgo político y económico próximo es inminente, por las renegociaciones de los tratados comerciales. Las exportaciones de fresa mexicana cubren la demanda durante la temporada con producción baja en EE.UU. Arnade y Kuchler (2015) modelaron los precios probables de fresa asumiendo ausencia de exportaciones mexicanas durante invierno y concluyeron que los consumidores estadounidenses se han beneficiado por la disponibilidad y precio de las exportaciones mexicanas. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue modelar el sector mexicano de producción de fresa y analizar el comportamiento de las exportaciones del producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Datos

La estimación del modelo se hizo con datos estadísticos anuales del sector de la fresa en México y de otros sectores económicos de 1980 a 2014, con 35 observaciones de cada variable. Las variables monetarias relacionadas a precios, salarios e ingreso (Cuadro 1) se deflactaron, las de oferta con el índice de precios al productor y las de demanda con el índice de precios al consumidor de INEGI (2017).

De SIAP (2017) se obtuvo volumen de producción de fresa (QPF), precio de fresa al productor (PPP), superficie cosechada

entre las variables que afectan las exportaciones de fresa mexicana a los EE.UU. y estimar las magnitudes de sus elasticidades. El modelo permitió proyectar el volumen de exportaciones y proponer implicaciones económicas para el sector fresero de México. Modelar la economía del sector de fresa mexicano es importante porque el país es uno de los principales productores mundiales (Wu *et al.*, 2012) y el cultivo tiene relevancia económica (Wu *et al.*, 2015) por los empleos que genera. Las exportaciones de fresa amenazan la producción en Florida (Guan *et al.*, 2015; Wu *et al.*, 2015), en particular, porque de la diferencia de costos de mano de obra, lo cual es la razón por la que las autoridades de EE.UU. podrían implementar políticas proteccionistas para el sector. El riesgo político y económico es inminente, debido a las renegociaciones de los acuerdos comerciales. Las exportaciones de fresa cubren la demanda durante el periodo de baja producción en EE.UU. Arnade y Kuchler (2015) modelaron los precios probables de fresa asumiendo la ausencia de exportaciones mexicanas durante el invierno y concluyeron que los consumidores estadounidenses se han beneficiado por la disponibilidad y precio de las exportaciones mexicanas. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue modelar el sector de producción de fresa en México y analizar el comportamiento de las exportaciones del producto.

MATERIALS AND METHODS

Data

The model was estimated from the annual statistical data from the strawberry sector in Mexico and other economic sectors between 1980 to 2014, with 35 observations of each variable. The monetary variables related to prices, wages and income (Table 1) were deflated, the supply variables with the producer price index and the demand variables with consumer price index from INEGI (2017).

The exports volume to the USA (EXP) and the imports volume (IMP) were obtained from the SIAP (2017) strawberry production volume (QPF), strawberry producer price (PPP), harvested area (SCF), strawberry seedling price (PPLA). Data about the consumer price of strawberries (PCONS), domestic wholesale price (PMAY), price of cream (complementary good) to the consumer (PCOM_C) and price of grapes (substitution good) to the consumer (PSUB_U), were obtained from the SNIIM (2017). The general minimum wage in the country (SMG) and gasoline price (PGAS) were obtained from INEGI (2017). Information about the average temperature in Zamora, Michoacán, from August to October, autumn-winter

Cuadro 1. Variables relacionadas al sector de la fresa en México usadas en el modelo.
Table 1. Variables related to the strawberry production sector in Mexico used in the model.

Variable	Unidad	Fuente	Variable	Unidad	Fuente
QPF: Producción fresa	t	SIAP (2017)	PCOM_C: Precio consumidor crema	(\$ t ⁻¹)	SNIIM (2017)
PPP: Precio fresa productor	\$ t ⁻¹	SIAP (2017)	PSUB_U: Precio consumidor uva	\$ t ⁻¹	SNIIM (2017)
SCF: Superficie cosechada fresa	ha	SIAP (2017)	PMAY: Precio fresa mayoreo	\$ t ⁻¹	SNIIM (2017)
QDF: Cantidad demandada fresa [†]	t	Calculado con datos de SIAP (2017)	PGAS: Precio gasolina	\$ lt ⁻¹	INEGI (2017)
PFER: Precio fertilizante	\$ t ⁻¹	FAOSTAT (2017)	PEXP: Precio exportación fresa [§]	\$ t ⁻¹	Calculado con datos de SIAP (2017)
SMG: Salario mínimo general diario	\$	INEGI (2017)	IMP: Importaciones fresa	t	SIAP (2017)
PCONS: Precio fresa consumidor	\$ t ⁻¹	SNIIM (2017)	TC: Tipo de cambio	\$ US\$ ⁻¹	BANXICO (2017)
ING: Ingreso nacional disponible per cápita anual	\$	BANXICO (2017)	TPMICH_OI: Temp. prom. región Zamora, Mich. meses ago, sep y oct	°C	SMN (2017)
PPLA: Precio planta fresa	\$ ha ⁻¹	SIAP (2017)	TPBC_PV: Temp. prom. región Ensenada, B.C. meses ene, feb y mar	°C	SMN (2017)
PSUB_I: Precio fresa importada [*]	\$ t ⁻¹	Calculado con datos de SIAP (2017)	TPBC_OI: Temp. prom. región Ensenada, B.C. meses ago, sep y oct	°C	SMN (2017)
EXP: Exportaciones fresa	t	SIAP (2017)			

[†]QDF: producción + importación – exportación, ^{*}PSUB_I: valor de fresa importada / cantidad de fresa importada y [§] PEXP: valor de fresa exportada / cantidad de fresa exportada ♦ [†]QDF: production + import-export, ^{*}PSUB_I: value of imported strawberries/quantity of imported strawberries and [§]PEXP: value of exported strawberries / quantity of exported strawberries.

(SCF), precio de la plántula de fresa (PPLA), volumen de las exportaciones a EE. UU. (EXP) y volumen de las importaciones (IMP). De SNIIM (2017) se obtuvo precio de fresa al consumidor (PCONS), precio doméstico al mayoreo (PMAY), precio de la crema (bien complementario) al consumidor (PCOM_C) y precio de la uva (bien sustituto) al consumidor (PSUB_U). De INEGI (2017) se obtuvo salario mínimo general en el país (SMG) y precio de la gasolina (PGAS). De SMN (2017) se obtuvo información de la temperatura promedio en Zamora, Michoacán, de agosto a octubre, otoño-invierno (TPMICH_OI), temperatura promedio en Ensenada, BC de enero a marzo, primavera-verano (TPBC_PV) y temperatura promedio de Ensenada, BC de agosto a octubre, otoño-invierno (TPBC_OI). De BANXICO (2017) se obtuvo ingreso nacional per cápita (ING) y tipo de cambio pesos/dólar (TC). De FAOSTAT (2017) se obtuvo precio de fertilizante (PFER).

(TPMICH_OI), the average temperature in Ensenada, BC from January to March, spring-summer (TPBC_PV) and the average temperature in Ensenada, BC from August to October, autumn-winter (TPBC_OI) were obtained from SMN (2017). The national *per capita* income (ING) and the peso/dollar exchange rate (TC) and from FAOSTAT (2017) the fertilizer price (PFER) were obtained from BANXICO (2017).

Model

The seven simultaneous equations of the model were one for supply, other for demand, one more for export and four for prices (producer, domestic wholesale, domestic retail and export price to the US). The econometric model with variables expressed in ln reduces the heteroscedasticity (Greene, 2012) and allows interpreting the estimators in terms of elasticities.

Modelo

El modelo con siete ecuaciones simultáneas incluyó una de oferta, de demanda, de exportación y cuatro de precios (precio al productor, precio doméstico al mayoreo, precio doméstico al menudeo y precio de exportación a EE. UU.). El modelo económico con las variables expresadas en ln reduce la posibilidad de heteroscedasticidad (Greene, 2012) y permite interpretar los estimadores en términos de elasticidades.

$$\ln(QPF_t) = \beta_{11} + \beta_{12} \ln(PPP_t) + \beta_{13} \ln(SCF_t) + \beta_{14} \ln(QPF_{t-1}) + \beta_{15} \ln(TEND_t) + \varepsilon_{1t} \quad (1)$$

$$\ln(QDF_t) = \beta_{21} + \beta_{22} \ln(PCONS_t) + \beta_{23} \ln(ING_t) + \beta_{24} \ln(PSUB_I_t) + \beta_{25} \ln(PSUB_U_t) + \beta_{26} \ln(PCOM_C_t) + \beta_{27} \ln(QDF_{t-1}) + \varepsilon_{2t} \quad (2)$$

$$\ln(EXP_t) = \beta_{31} + \beta_{32} \ln(PEXP_t) + \beta_{33} \ln(TPMICH_OI_t) + \beta_{34} \ln(TPBC_PV_t) + \beta_{35} \ln(TPBC_OI_t) + \beta_{36} \ln(EXP_{t-1}) + \beta_{37} \ln(TEND_t) + \varepsilon_{3t} \quad (3)$$

$$\ln(PPP_t) = \beta_{41} + \beta_{42} \ln(PFER_t) + \beta_{43} \ln(SMG_t) + \beta_{44} \ln(PGAS_t) + \beta_{45} \ln(PPLA_t) + \beta_{46} \ln(QPF_{t-1}) + \beta_{4t} \quad (4)$$

$$\ln(PMAY_t) = \beta_{51} + \beta_{52} \ln(PPP_t) + \beta_{53} \ln(PSUB_I_t) + \beta_{54} \ln(PGAS_t) + \beta_{55} \ln(PMAY_{t-1}) + \varepsilon_{5t} \quad (5)$$

$$\ln(PEXP_t) = \beta_{61} + \beta_{62} \ln(PPP_t) + \beta_{63} \ln(PGAS_t) + \beta_{64} \ln(TC_t) + \beta_{65} \ln(EXP_{t-1}) + \varepsilon_{6t} \quad (6)$$

$$\ln(PCONS_t) = \beta_{71} + \beta_{72} \ln(PMAY_t) + \beta_{73} \ln(PGAS_t) + \varepsilon_{7t} \quad (7)$$

La función de oferta de fresa en México (Ecuación 1) en el periodo t (QPF_t) depende de PPP_t . Por la ley de la oferta se espera que el estimador del precio sea positivo, $\beta_{12} > 0$. La Ecuación 1 indica que la oferta también depende de la superficie cosechada (SCF_t), con estimador positivo, $\beta_{13} > 0$, asumiendo que los rendimientos no disminuyen a través del tiempo. La producción rezagada un período (QPF_{t-1}) (Tomek y Robinson, 1991, García-Mata *et al.*, 2013) también afectará positivamente la oferta; se espera $\beta_{14} > 0$ debido a que el productor no cambiará de inmediato su nivel de producción ante el cambio de demanda. La tendencia en el tiempo ($TEND_t$) también afectará positivamente a la oferta al aumentarse en el tiempo (Wu *et al.*, 2015).

La demanda de fresa (QDF_t ; Ecuación 2) depende inversamente del precio al consumidor ($PCONS_t$) y del precio de un bien complementario (crema en el presente modelo) ($PCOM_C_t$). Por la ley de la demanda se espera que $\beta_{22} < 0$ y $\beta_{26} < 0$. La demanda, además, depende de manera directa del precio de

$$\ln(QPF_t) = \beta_{11} + \beta_{12} \ln(PPP_t) + \beta_{13} \ln(SCF_t) + \beta_{14} \ln(QPF_{t-1}) + \beta_{15} \ln(TEND_t) + \varepsilon_{1t} \quad (1)$$

$$\ln(QDF_t) = \beta_{21} + \beta_{22} \ln(PCONS_t) + \beta_{23} \ln(ING_t) + \beta_{24} \ln(PSUB_I_t) + \beta_{25} \ln(PSUB_U_t) + \beta_{26} \ln(PCOM_C_t) + \beta_{27} \ln(QDF_{t-1}) + \varepsilon_{2t} \quad (2)$$

$$\ln(EXP_t) = \beta_{31} + \beta_{32} \ln(PEXP_t) + \beta_{33} \ln(TPMICH_OI_t) + \beta_{34} \ln(TPBC_PV_t) + \beta_{35} \ln(TPBC_OI_t) + \beta_{36} \ln(EXP_{t-1}) + \beta_{37} \ln(TEND_t) + \varepsilon_{3t} \quad (3)$$

$$\ln(PPP_t) = \beta_{41} + \beta_{42} \ln(PFER_t) + \beta_{43} \ln(SMG_t) + \beta_{44} \ln(PGAS_t) + \beta_{45} \ln(PPLA_t) + \beta_{46} \ln(QPF_{t-1}) + \beta_{4t} \quad (4)$$

$$\ln(PMAY_t) = \beta_{51} + \beta_{52} \ln(PPP_t) + \beta_{53} \ln(PSUB_I_t) + \beta_{54} \ln(PGAS_t) + \beta_{55} \ln(PMAY_{t-1}) + \varepsilon_{5t} \quad (5)$$

$$\ln(PEXP_t) = \beta_{61} + \beta_{62} \ln(PPP_t) + \beta_{63} \ln(PGAS_t) + \beta_{64} \ln(TC_t) + \beta_{65} \ln(EXP_{t-1}) + \varepsilon_{6t} \quad (6)$$

$$\ln(PCONS_t) = \beta_{71} + \beta_{72} \ln(PMAY_t) + \beta_{73} \ln(PGAS_t) + \varepsilon_{7t} \quad (7)$$

The strawberry supply function in Mexico (Equation 1) for period t (QPF_t) depends on PPP_t . Following the law of supply, the price estimator is to be positive, $\beta_{12} > 0$. Equation 1 indicates that the supply also depends from the harvested area (SCF_t), with a positive estimator, $\beta_{13} > 0$, assuming that yields do not diminish over time. The lagging production from one period (QPF_{t-1}) (Tomek and Robinson, 1991, García-Mata *et al.*, 2013) will also positively affect the supply; $\beta_{14} > 0$ given that producers will not immediately change its production level due to the changes in the demand. The trend over time ($TEND_t$) will also positively affect supply as it increases over time (Wu *et al.*, 2015).

The demand for strawberries (QDF_t ; Equation 2) inversely depends on the consumers price ($PCONS_t$) and on the complementary good price (cream in the present model) ($PCOM_C_t$). By the law of demand, it is expected that $\beta_{22} < 0$ and $\beta_{26} < 0$. The demand, moreover, directly depends on the price of the substitute goods (imported strawberries ($PSUB_I_t$) and grapes ($PSUB_U_t$)), the national per capita income (ING_t), and the amount of strawberries consumed the previous year (QDF_{t-1}). That is, the parameter for the per capita income is expected to comply with $0 < \beta_{23} < 1$ because the strawberries are considered a normal good in terms of its demand. It is to be expected that the price estimators of substitute goods are positive because increasing them also increases the opportunity cost of not consuming strawberries, therefore, $\beta_{24} > 0$ and $\beta_{25} > 0$. With Equation 2 is expected positive lag effect of consumer preference, $\beta_{27} > 0$ (Krugman *et al.*, 2015).

los bienes sustitutos (se usa fresa importada (PSUB_I) y uva (PSUB_U)), del ingreso nacional per cápita (ING_t), y de la cantidad consumida de fresa el año previo (QDF_{t-1}). Es decir, se espera que el parámetro para el ingreso per cápita cumpla con $0 < \beta_{23} < 1$ porque la fresa se considera un bien normal en términos de demanda; los estimadores de precios de bienes sustitutos se esperan positivos porque al aumentar estos también aumenta el costo de oportunidad de no consumir fresa, por tanto, $\beta_{24} > 0$ y $\beta_{25} > 0$. Con la Ecuación 2 se espera efecto rezagado positivo de preferencia del consumidor, $\beta_{27} > 0$ (Krugman *et al.*, 2015).

Las exportaciones (EXP_t) se modelan mediante una función de oferta del volumen exportado que depende de: precio de exportación (PEXP_t), cantidad exportada de fresa el año previo (EXP_{t-1}), tendencia del tiempo (TEND_t) y temperatura promedio de los meses previos a la cosecha de invierno para las dos regiones más importantes en la producción de fresa (Ecuación 3), Michoacán (TPMICH_OI_t) y Baja California (TPBC_OI_t), y de la temperatura promedio de los meses previos a la cosecha, de verano en Baja California (TPBC_PV_t). La ley de oferta indica que el estimador del precio de exportación será positivo, $\beta_{32} > 0$. Wu *et al.* (2015) indicaron que con el aumento en la temperatura los rendimientos mejoran en la etapa temprana del periodo de cosecha, por lo cual repercutirá en disponibilidad mayor de producto exportable en el periodo de cosecha respectivo. Así, $\beta_{33} > 0$, $\beta_{34} > 0$ y $\beta_{35} > 0$. Además, el volumen rezagado de exportación estaría asociado positivamente al volumen actual de exportación, porque el sector de fresa ha crecido desde que se implementó el tratado de libre comercio con EE.UU. y Canadá. Por tanto, $\beta_{36} > 0$ (Huang y Huang, 2007). También, la variable tendencia del tiempo afectará positivamente el volumen de exportaciones. La inclusión de esta variable en el modelo permite capturar la tendencia creciente del volumen de las exportaciones explicadas por mayor rendimiento en la producción y aumento en el nivel de riqueza (Lin, 1977).

Las cuatro funciones de precios se derivan de la función inversa de oferta en sus respectivos mercados, por lo cual se explican directamente por la oferta y el precio de los factores de producción o insumos (Bettendorf y Verboven, 2000).

PPP_t está en función del volumen producido el año previo (QPF_{t-1}), según la Ecuación 4. El signo esperado para el estimador β_{46} es ambiguo y podría ser positivo o negativo; positivo si la demanda creciera más rápido que la cantidad producida en un ciclo agrícola, y negativo por sobre reacción de los productores si sembraran superficies mayores cuando los precios aumenten, en espera de que los precios sigan aumentando. La saturación del mercado, sin embargo, podría ocasionar caída de los precios en el periodo siguiente (Eckstein, 1984), causando $\beta_{46} < 0$. En la Ecuación 4 el precio al productor también depende del precio de los insumos: fertilizante (PFER_t), mano de obra - salario mínimo

Exports (EXP_t) are modeled by a supply function of the exported volume which depends on: export price (PEXP_t), the previous year exported amount of strawberries (EXP_{t-1}), time trend (TEND_t) and mean temperature of the months before winter harvest of the two most important strawberry production regions (Equation 3), Michoacán (TPMICH_OI_t) and Baja California (TPBC_PV_t), and the mean temperature of the months before harvest, summer in Baja California (TPBC_PV_t). The law of supply indicates that the estimator of the export price will be positive, $\beta_{32} > 0$. Wu *et al.* (2015) indicated that with temperature increase, yields improve in the early stage of the harvest period, which results in greater availability of the exportable product in the respective harvest period. Thus, $\beta_{33} > 0$, $\beta_{34} > 0$ and $\beta_{35} > 0$. In addition, lagged export volume would be positively associated with the current volume of exports, because since the implementation of the free trade agreement with the US and Canada the strawberry sector has grown. Therefore, $\beta_{36} > 0$ (Huang and Huang, 2007). In addition, the trend variable of time will positively affect the volume of exports. The inclusion of this variable in the model allows us to capture the growing trend in the exports volume explained by higher production yield and increase in the wealth level (Lin, 1977).

The four price functions derive from the inverse function of supply in their respective markets, which is why they are directly explained by the supply and the price of the factors of production or inputs (Bettendorf and Verboven, 2000).

PPP_t is a function of the volume produced the previous year (QPF_{t-1}), according to Equation 4. The expected sign for the estimator β_{46} is ambiguous and could be positive or negative; positive if the demand grew faster than the amount produced in an agricultural cycle, and negative by producers overreaction if they sow larger areas when prices increase, waiting for prices to keep rising. Market saturation, however, could cause prices to fall in the following period (Eckstein, 1984), causing $\beta_{46} < 0$. In Equation 4, producer price also depends on price inputs: fertilizer (PFER_t), labor - general minimum wage (SMG_t), gasoline (PGAS_t) and plants for winter season production (PPLA_t) (García *et al.*, 2003, SIAP, 2017). With the increase in the price of inputs the production cost also increases and the effect will increase producer prices; so, $\beta_{42} > 0$, $\beta_{43} > 0$, $\beta_{44} > 0$ and $\beta_{45} > 0$.

Equation 5 indicates the strawberries wholesale price (PMAY_t). It is expected that PMAY_t will positively be explained by PPP_t, due to the prices transmission effects in the chain. The imported price parameter (PSUB_I) β_{53} is also expected to be negative because it substitutes strawberries in the domestic market. The gasoline price (PGAS_t) is expected to have a positive parameter ($\beta_{54} > 0$) due to increases in transport costs from production centers to wholesale centers. The wholesaler's price is

general (SMG), gasolina (PGAS) y planta para la producción en la temporada de invierno (PPLA) (García *et al.*, 2003; SIAP, 2017). Con el aumento del precio de los insumos el costo de producción también aumenta y el efecto incrementará los precios al productor; por lo que, $\beta_{42} > 0$, $\beta_{43} > 0$, $\beta_{44} > 0$ y $\beta_{45} > 0$.

La Ecuación 5 indica el precio de fresa al mayoreo (PMAY). Se espera que PMAY_t sea explicado positivamente por PPP_t, por los efectos de transmisión de precios en la cadena. También se espera que el parámetro del precio de fresa importada (PSUB_I) β_{53} sea negativo, porque es un bien sustituto de la fresa en el mercado doméstico. El precio de la gasolina (PGAS) se espera que tenga un parámetro positivo ($\beta_{54} > 0$) por los aumentos en los costos de transporte de los centros de producción a los centros mayoristas. El precio para los mayoristas también se encuentra en función del precio de la fresa al mayoreo del año previo (PMAY_{t-1}), en el cual el signo del estimador β_{55} es ambiguo. El exceso de oferta (demanda) mostrará signo negativo (positivo) (Eckstein, 1984).

La Ecuación 6 modela el precio de exportación (PEXP), que depende de las exportaciones de fresa de México del año previo (EXP_{t-1}). Similar al estimador rezagado, el signo del estimador β_{65} en la Ecuación 4 es ambiguo. Los volúmenes anteriores de exportación podrían resultar de la demanda no satisfecha, que incrementaría los precios. Volúmenes grandes en el periodo anterior podrían saturar el mercado y causar caída en los precios (Eckstein, 1984)⁶. PEXP_t también depende de PPP_t, precio de la gasolina (PGAS) y del tipo de cambio (TC) que representa una medición indirecta de los costos de aquellos insumos y servicios que se cotizan en dólares (como embalaje del producto, trámites de exportación, seguro de transporte, honorarios, entre otros). PEXP_t puede explicarse positivamente por PPP_t, por los efectos de transmisión de precios en la cadena. Incrementos en el precio de la gasolina se esperan que aumenten los precios de exportación por efecto de transmisión de costos de producción en precios, $\beta_{63} > 0$. Con respecto del tipo de cambio, la depreciación del peso frente al dólar crearía un incentivo para los exportadores, por lo que se espera que $\beta_{64} > 0$.

La Ecuación 7 modeló el precio de fresa al consumidor (PCONS), que depende directamente del precio al mayoreo (PMAY) y de la gasolina (PGAS). El incremento de ambos precios ocasiona aumento del precio al consumidor final ($\beta_{72} > 0$ y $\beta_{73} > 0$; García *et al.*, 2003). Los signos de los estimadores de las siete ecuaciones simultáneas se presentan de manera conjunta con los resultados de las regresiones.

Para conocer la posibilidad de correlación serial o autocorrelación y correlación contemporánea, en el modelo se desarrollaron pruebas de correlación serial de los errores estimados en cada

also based on the strawberry wholesale price of the previous year (PMAY_{t-1}), in which the estimator sign β_{55} is ambiguous. Excess supply (demand) will show a negative (positive) sign (Eckstein, 1984).

Equation 6 models the export price (PEXP), which depends on the Mexican strawberry exports from the previous year (EXP_{t-1}). Similar to the lagged estimator, the β_{65} estimator sign in Equation 4 is ambiguous. Previous export volumes could result from unmet demand, which would increase prices. Large volumes in the previous period could also saturate the market and causes prices fall (Eckstein, 1984)⁶. PEXP_t also depends on PPP_t, gasoline price (PGAS) and the exchange rate (TC) which represents an indirect measure of the costs of inputs and services quoted in dollars (such as product packaging, export procedures, transport insurance, fees, among others). PEXP_t can be positively explained by PPP_t due to the effects of prices transmission in the chain. Increases in gasoline price are expected to increase export prices due to the production costs transmission in the prices, $\beta_{63} > 0$. Regarding the exchange rate, the depreciation of the Mexican peso respect US dollar would create an incentive for exporters, so $\beta_{64} > 0$ is expected.

Equation 7 modeled the strawberry price for the consumer (PCONS), which directly depends on the wholesale price (PMAY) and gasoline price (PGAS). The increase in both prices causes an increase in the final consumer price ($\beta_{72} > 0$ and $\beta_{73} > 0$; García *et al.*, 2003). The signs of the estimators of the seven simultaneous equations are presented along with the results of the regressions.

In order to assess the possibility of serial correlation or autocorrelation and contemporaneous correlation, serial correlation tests of the estimated errors in each model equation were developed for the model and implemented using statistics: Augmented Dickey-Fuller (ADF) and Ljung-Box. The contemporary correlation test was implemented using the Lagrange multiplier statistical test developed by Breusch-Pagan (Greene, 2012). Zellner and Theil (1962) showed that the contemporary correlation could be caused by the inclusion of endogenous variables in the model, and that the correlation would justify the use of the SUR procedure instead of ordinary least squares.

RESULTS AND DISCUSSION

The ADF test rejected the null hypothesis of unit root existence for each model equation. The Ljung-Box test (Q) also rejected the null hypothesis related to the existence of autocorrelation in the

⁶Los resultados del modelo, discutidos en la siguiente sección, apuntan hacia esa segunda posibilidad.

ecuación del modelo y se implementaron mediante las estadísticas: Dickey-Fuller Aumentada (ADF) y Ljung-Box. La prueba de correlación contemporánea se implementó mediante la prueba estadística multiplicador de Lagrange desarrollada por Breusch-Pagan (Greene, 2012). Zellner y Theil (1962) mostraron que la correlación contemporánea podría ser causada por la inclusión de variables endógenas en el modelo, y que la correlación justificaría el uso del procedimiento SUR en vez de mínimos cuadrados ordinarios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prueba ADF rechazó la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria para cada ecuación del modelo. También la prueba Ljung-Box (Q) rechazó la hipótesis nula relacionada con la existencia de autocorrelación en las ecuaciones del modelo (Cuadro 2). Los errores estimados para cada ecuación del modelo econométrico se consideran estacionarios. Con el multiplicador de Lagrange ($\beta^2 (21) = 34.131$) se rechazó la hipótesis nula de no existencia de correlación contemporánea ($p > 0.05$). La implementación de SUR proporciona estimaciones estadísticamente eficientes (Greene, 2012).

Discusión de los principales resultados del modelo

El volumen de las exportaciones de fresa (EXP_t), Ecuación 3, fue significativo y con signo acorde a la hipótesis (positivo) por el precio de exportación

model's equations (Table 2). The estimated errors for each equation of the econometric model are stationary. With the Lagrange multiplier ($\beta^2 (21) = 34.131$) the non-existence of contemporary correlation null hypothesis was rejected ($p > 0.05$). The implementation of SUR provides statistically efficient estimates (Greene, 2012).

Discussion of the main results of the model

The volume of strawberry exports (EXP_t), Equation 3, was significant and its sign followed the hypothesis (positive) due the export price ($PEXP_t$), the previous year exports volume (EXP_{t-1}) and the trend of time ($TEND_t$). A 10 % increase in the price paid for exports increases the strawberries export volume by 5.6 %. Similarly, a 10 % increase in the previous year exports volume increases current or contemporary exports by 4.5 %. The economic impact of the time trend was less relevant, given that a 10 % change in that variable impacts exports less than 1.0 %. The temperature parameters, although they tend to be positive in two of the used variables, are not statistically significant ($p > 0.10$). It is possible that although the increase in temperatures of specific months, the production destined to the US market increase (Wu *et al.*, 2015), this increase may not reach the export market⁷. Estrada-Chavira *et al.* (2017) also proposed an equation to estimate the supply of the strawberries exported volume, explained by high time trend variables to the first, second and third

Cuadro 2. Pruebas estadísticas de estacionariedad para los errores estimados en cada ecuación.
Table 2. Statistical tests of stationarity for the errors estimated in each equation.

Ecuación	Prueba ADF		Prueba Ljung-Box (Q)	
	Estadístico ADF [†]	Orden de integración	Estadístico Q	Probabilidad $Q > \chi^2_{(15)}$ [‡]
Oferta (QPF)	-5.278	I(0)	10.67	0.77
Demanda (QDF)	-5.588	I(0)	4.72	0.99
Exportaciones (EXP_t)	-5.081	I(0)	7.39	0.94
Precio productor (PPP)	-4.893	I(0)	22.85	0.08
Precio mayoreo (PMAY)	-4.745	I(0)	8.04	0.92
Precio exportador (PEXP)	-3.757	I(0)	10.12	0.81
Precio al consumidor (PCONS)	-5.142	I(0)	15.98	0.38

[†] H_0 : existencia de raíz unitaria. No rechazo de la hipótesis nula indica que la serie en cuestión es no estacionaria (Greene, 2012). [‡] H_0 : La probabilidad de que la suma de hasta "n" coeficientes de autocorrelación sea cero es cero. No rechazo de la hipótesis nula indica la existencia de autocorrelación (Greene, 2012) [‡] H_0 : existence of unit root. Non-rejection of the null hypothesis indicates that the series in question is non-stationary (Greene, 2012). [‡] H_0 : The probability that the sum of up to "n" autocorrelation coefficients could be zero is zero. Non-rejection of the null hypothesis indicates the existence of autocorrelation (Greene, 2012).

Cuadro 3. Resultado del modelo de ecuaciones simultáneas.
Table 3. Results of the simultaneous equations model.

Variables explicativas	Estimador	Error Estándar	Signo esperado	Variables explicativas	Estimador	Error Estándar	Signo esperado
Ecuación 1 (QPF) R ² =0.94				Ecuación 4 (PPP) R ² =0.87			
PPP _t [†]	0.25	0.09	+	PFER _t	-0.01	0.12	+
SCF _t [†]	0.44	0.11	+	SMG _t [†]	0.42	0.11	+
QPF _{t-1} [‡]	0.23	0.11	+	PGAS _t	0.07	0.11	+
TEND _t [†]	0.04	0.01	+	PPLA _t [†]	0.58	0.12	+
Constante	2.04	1.71		QPF _{t-1}	0	0.06	+, -
Ecuación 2 (QDF) R ² =0.73				Ecuación 5 (PMAY _t) R ² =0.93			
PCONS _t [§]	-0.32	0.19	-	PPP _t [†]	0.57	0.08	+
ING _t	0.07	0.28	+	PSUB_I _t [†]	0.04	0.01	+
PSUB_I _t	0	0.01	+	PGAS _t [†]	0.77	0.11	+
PSUB_U _t	-0.09	0.16	+	PMAY _{t-1} [†]	0.29	0.06	+, -
PCOMP_C _t [‡]	-0.77	0.31	-	Constante	-0.55	0.65	
QDF _{t-1}	0.22	0.15	+	Ecuación 6 (PEXP _t) R ² =0.16			
Constante [†]	18.92	5.83		PPP _t [§]	0.41	0.22	+
Ecuación 3 (EXP) R ² =0.94				Ecuación 7 (PCONS _t) R ² =0.63			
PEXP _t [‡]	0.56	0.23	+	PMAY _t [†]	0.73	0.11	+
TPMICH_OI _t	-1.87	2.15	+	PGAS _t [†]	-0.67	0.19	+
TPBC_OI _t	0.52	1.96	+	Constante [†]	4.41	0.71	
TPBC_PV _t	0.12	1.43	+				
EXP _{t-1} [†]	0.45	0.13	+				
TEND _t [†]	0.09	0.02	+				
Constante	1.91	12.34					

[†]Nivel de significancia al 1 %. [‡]Nivel de significancia al 5 %. [§]Nivel de significancia al 10 % ♦ [†]Significance level at 1 %. [‡]Significance Level at 5 %. [§] Significance Level at 10 %.

(PEXP_t), el volumen de exportaciones del año previo (EXP_{t-1}) y la tendencia del tiempo (TEND_t). Un aumento de 10 % en el precio pagado a las exportaciones incrementa 5.6 % el volumen exportado de fresa. De manera similar, un aumento de 10% en el volumen de exportaciones del año anterior incrementa en 4.5 % las exportaciones corrientes o contemporáneas. El impacto económico de la tendencia del tiempo fue menos relevante, ya que un 10 % de cambio en esa variable impacta en menos de 1.0 % las exportaciones. Los parámetros de temperatura, aunque tienden a ser positivos en dos de las variables usadas, no son estadísticamente significativos (p>0.10). Es posible que aunque el incremento en las temperaturas de meses específicos, la producción destinada

power. The result showed that only the parameter of the variable raised to the first power was positively significant to explain the exported volume.

The price that the exporter receives (PEXP_t) is explained with Equation 6. According to the prices transmission, the 10 % increase in the price paid to the producer is related to an increase of 4.1 % in the export price; that is, the consumer market incompletely transfers the increase in the paid price to the producers in this part of the chain. Thus, exporters probably obtain less profit per unit (Bettendorf and Verboven, 2000) due to increases in production prices. One reason for incomplete transmission may be the aggressive competition in this market among strawberry suppliers from

al mercado de EE. UU. aumente (Wu *et al.*, 2015), ese incremento puede no llegar al mercado de exportación⁷. Estrada-Chavira *et al.* (2017) también plantearon una ecuación para estimar la oferta del volumen exportado de fresa, explicado por variables de tendencia del tiempo elevadas a la primera, segunda y tercera potencia. El resultado mostró que sólo el parámetro de la variable elevada a la primera potencia fue positivamente significativo para explicar el volumen exportado.

El precio que el exportador recibe (PEXP_{*t*}) se explica con Ecuación 6. De acuerdo con la transmisión de precios, el incremento de 10 % en el precio pagado al productor se relaciona con aumento de 4.1 % en el precio de exportación; es decir, el mercado de consumo traspasa de manera incompleta en esta parte de la cadena el incremento del precio pagado al productor. Así, el exportador probablemente obtiene menos ganancias por unidad (Bettendorf y Verboven, 2000) por aumentos de precios al productor. Una razón de la transmisión incompleta puede ser la competencia agresiva de este mercado, entre proveedores de fresa de California, Florida y México (Wu *et al.*, 2015; Hee *et al.*, 2017). El tipo de cambio, en Ecuación 6, es también estadísticamente significativo, con una elasticidad positiva de 0.13, lo que confirma el incentivo que tienen las regiones exportadoras cuando la moneda local se deprecia frente a la moneda del mercado de exportación. También parece existir un efecto negativo de rezago del volumen exportado el periodo anterior en el precio de exportación; EXP_{*t-1*} en Ecuación 6. es estadísticamente significativo al 10 %, aunque la magnitud del estimador no es económicamente importante (-0.09).

Los resultados de Ecuación 4 muestran que PPP_{*t*} lo explica el salario (SMG_{*t*}) y precio (de importación) de la planta madre de fresa (PPLA_{*t*}); con estimadores positivos de acuerdo con nuestras expectativas. Taylor *et al.* (2012) indicaron que la demanda por mano de obra en el sector agrícola en México es mayor que su oferta, aún ante el regreso potencial de mexicanos migrantes de EE.UU. (Guan *et al.*, 2015).

California, Florida and Mexico (Wu *et al.*, 2015, Hee *et al.*, 2017). The exchange rate, in Equation 6, is also statistically significant with a 0.13 positive elasticity, which confirms the incentive that the exporting regions have when the local currency depreciates against the currency of the export market. There also seems to be a negative effect of the lagged exported volume from the previous period in the export price; EXP_{*t-1*} in Equation 6 is statistically significant at 10 %, although the magnitude of the estimator is not economically important (-0.09).

The results of Equation 4 show that the salary (SMG_{*t*}) and price (import) of the strawberry mother plants (PPLA_{*t*}) explain PPP; with positive estimators according to our expectations. Taylor *et al.* (2012) indicated that the labor demand in the Mexican agricultural sector is greater than its supply, even in the face of the potential return of Mexican migrants from the US (Guan *et al.*, 2015). Estrada-Chavira *et al.* (2017) cite that the agricultural labor salary will hardly decrease in coming years. According to our model, a 10 % increase in the minimum wage is associated with a 4.2 % increase in the producer price (due to that increase in the production costs). The producer price is more sensitive to the price of the strawberry mother plants, because a 10 % increase in this input is associated with a 5.8 % increase on the price. This result will help explain the competitiveness of the export market in the coming years if the current trend continues. The price of the strawberry import mother plant has had an average annual growth rate of 5 % from 2010 to 2014 (SIAP, 2017). To date, the substitution of this imported input for national mother plants has not been possible. National varieties developed by research institutions in Mexico are not available on a commercial scale (CONACYT, 2012), so the demand for imported mother plant will probably continue, reducing the exports competitiveness.

The present study has focused its discussion of the results in equations 3, 4 and 6, which are more related to exports, the main subject of the study. For the

⁷La Ecuación 3 es importante porque sus estimadores se usan para proyectar las exportaciones mexicanas de fresa a EE.UU. El modelo de ecuaciones simultáneas es robusto a la exclusión de las variables no significativas de Ecuación 3 (las variables de temperatura); por lo que el sistema de ecuaciones simultáneas se recalculó sin esas tres variables, sin repercusión en el sistema. Las magnitudes, de los estimadores significativos de Ecuación 3 y los parámetros incluidos en las otras ecuaciones del sistema, no variaron respecto a los resultados del Cuadro 3. En particular, al excluir las variables no significativas en Ecuación 3, β_{32} cambió de 0.566 a 0.620, β_{36} de 0.450 a 0.441 y β_{37} de 0.089 a 0.087 (todos mantuvieron el nivel de significancia estadística). Además, ningún signo de los parámetros en el sistema cambia. Estos cambios menores en la magnitud de los estimadores no afectan de manera cualitativa las implicaciones que discutimos en la siguiente sección, ni las conclusiones de este estudio.

Estrada-Chavira *et al.* (2017) citaron que el salario de la mano de obra agrícola difícilmente disminuirá en los próximos años. De acuerdo con nuestro modelo, un incremento de 10 % en el salario mínimo está asociado con un incremento de 4.2 % en el precio al productor (por aumento de costos de producción). El precio al productor es más sensible al precio de la planta madre de fresa, porque un 10 % de aumento de este insumo se asocia con un 5.8 % de incremento en el precio. Este resultado ayudará a explicar la competitividad del mercado de exportación en los próximos años si la tendencia actual continúa. El precio de la planta madre de fresa de importación ha tenido una tasa de crecimiento promedio anual de 5 % de 2010 a 2014 (SIAP, 2017). A la fecha, la sustitución de este insumo importado por planta madre nacional no ha sido posible. Variedades nacionales desarrolladas por instituciones de investigación en México no se han producido a escala comercial (CONACYT, 2012), por lo que la demanda por importaciones de planta madre posiblemente continuará, restándole nivel de competitividad a las exportaciones.

El presente estudio ha centrado la discusión de los resultados en las ecuaciones 3, 4 y 6, que están más relacionadas con las exportaciones, tema principal del estudio. Para las demás ecuaciones del sistema, los parámetros tienen el signo esperado de acuerdo con las hipótesis planteadas en la sección anterior y con los valores correspondientes a la medida de bondad de ajuste calculada en cada una de las ecuaciones siendo mayor al 60 %. Los parámetros de algunas de las ecuaciones se usan en la siguiente sección para proyectar el volumen de exportaciones de fresa en México.

Implicaciones de los resultados en las exportaciones de fresa

El incremento potencial de las exportaciones (EXP) para 2015 (el año siguiente después de que termina la serie histórica de datos usados en el modelo) se estimó mediante la multiplicación de las elasticidades de las variables significativas de la ecuación de oferta del volumen de las exportaciones de fresa (Ecuación 3) por sus respectivas tasas de crecimiento promedio anual del periodo 2010-2014. El aumento proyectado en el volumen de exportaciones es 17 628 t, equivalente al 7.2 % de crecimiento, respecto a las exportaciones de 2014 (Cuadro 4), tasa proyectada

other equations of the system, the parameters have the expected sign following the stated hypotheses, with their values corresponding to the measure of goodness of fit calculated in each of the equations being greater than 60 %. The parameters of some of the equations are used in the following section to project the Mexican strawberry exports volume.

Implications of the results on strawberry exports

The potential increase in exports (EXP) for 2015 (the following year after the end of the historical series of data used in the model) was estimated by multiplying the elasticities of the significant variables of the supply equation of the strawberry exports volume (Equation 3) for their respective annual mean growth rates for the 2010-2014 period. The projected export volume increase is of 17 628 t, equivalent to a 7.2 % growth, respect to the 2014 exports (Table 4) and a projected rate lower than the real annual growth of 14 % from 2010 to 2014. This implies that, according to the model estimated here, a decreasing trend in the exports volume is expected in the coming years.

Alternatively, the increase in the exported strawberry volume, given the difference in strawberry availability (production estimated with Equation 1, plus real imports) and the national demand (estimated according to the results of Equation 2) were estimated. The increase in the projected volume for 2015 was 29 778 t, a 12.1 % growth respect to the 2014 exports (Table 5). This growth was greater than that of the variables that directly explain the supply equation for the strawberry exports volume (Equation 3), but lower than the annual 14 % growth observed during the 2010-2014 period.

The strawberry exports projection is the result of the production and imports projection and of national demand (decrease). Production (QPF) was projected given the production volume of the previous year ($QPF_{r,t}$) and PPP_r . The production volume projected for 2015 (26,966 t) represents 5.9 % increase compared to 2014, a lower rate than the mean annual growth of 16 % registered between 2010 and 2014 (SIAP, 2017). Therefore, the growth rate of production will tend to decrease in the coming years. The national strawberry demand will decrease due to the increase by the elasticity in its own price (PCONS).

Cuadro 4. Proyección del volumen de las exportaciones de fresa para 2015.
Table 4. Projection of the strawberry exports volume for 2015.

Estimador	Crecimiento porcentual anual promedio (g) [†]	Elasticidad (ϵ)	$g \times \epsilon$	Efecto marginal (miles t)
PEXP _t	1.0 [‡]	0.56	0.56	1270
EXP _{t-1}	15.4	0.45	6.93	15 726
TEND _t	3.1	0.09	0.28	632
Incremento exportaciones proyectadas				17 628

[†]Periodo 2010 - 2014. [‡]La estimación asume un incremento anual promedio de 1 % para el precio de exportación de fresa (PEXP_t), de acuerdo con Hernández-Soto *et al.* (2011) y Wu *et al.* (2015) ♦

[‡]2010-2014 Period. [‡]The estimate assumes a mean annual increase of 1 % for the strawberries export price (PEXP_t), according to Hernández-Soto *et al.* (2011) and Wu *et al.* (2015).

menor al crecimiento anual real de 14 % de 2010 a 2014. Esto implica que de acuerdo con el modelo estimado en el presente estudio se podría esperar una tendencia decreciente del volumen de las exportaciones en los próximos años.

Alternativamente, el aumento en el volumen de fresa exportada se estimó, por diferencia de la disponibilidad de fresa (producción estimada con Ecuación 1, más las importaciones reales) y la demanda nacional (estimada de acuerdo a los resultados de la Ecuación 2). El incremento en el volumen proyectado para 2015 fue 29 778 t, un crecimiento de 12.1% con respecto a las exportaciones de 2014 (Cuadro 5). Ese crecimiento fue mayor al de las variables que explican directamente la ecuación de oferta del volumen de las exportaciones de fresa (Ecuación 3), pero menor al crecimiento anual de 14 % observado en el periodo 2010 - 2014.

La proyección de las exportaciones de fresa es el resultado de la proyección producción e importaciones y de la demanda nacional (disminución). La producción (QPF_t) fue proyectada por el volumen de producción del año previo (QPF_{t-1}) y PPP_t. El volumen de producción proyectado para 2015 (26,966 t) representa 5.9 % de aumento respecto a 2014, tasa menor al crecimiento promedio anual de 16 % registrado entre 2010 y 2014 (SIAP, 2017). Por lo tanto, la tasa de crecimiento de la producción tenderá a disminuir en los próximos años. La demanda nacional de fresa disminuirá debido al incremento por la elasticidad en su propio precio (PCONS_t).

Los datos de exportación de fresa de 2015 y 2016, de 242,802 y 253,660 t (SIAP, 2017) confirmaron el descenso en las tasas de crecimiento anual de las

The export data of strawberries of 2015 and 2016, of 242,802 and 253,660 t (SIAP, 2017) confirmed a decrease in the annual growth rates of exports (-1.0 and 4.5 %, respectively). The model of the present study showed this behavior. The model in this study predicted that strawberries exports would tend to increase in a decreasing manner, such as the 2015 and 2016 trend. Estrada-Chavira *et al.* (2017) concluded that strawberry exports will continue to grow in the coming years, but with the restriction that production, which will boost these exports, will face restrictions in terms of labor costs, imported plants and well drilling.

CONCLUSIONS

This study proposed an economic model for the Mexican strawberry sector using historical series from 1980 to 2014. By means of simultaneous equations and the econometric procedure of seemingly unrelated regressions, national supply, national demand, export volume and prices were modeled in different parts of the value chain. The parameters estimated were statistically efficient. The variables with the greatest impact of the model showed that the exports volume is significantly and directly explained by the export price and the expectations formed from the previous year strawberries exported amount; production (as part of the national supply) explained in a significant and direct manner by the price paid to producers and the harvested area; the national demand explained inversely by the consumer price and the complementary good price. According to the projections of the estimated

Cuadro 5. Proyección de exportaciones de fresa para 2015 mediante la disponibilidad de oferta de fresa y demanda nacional.**Table 5. Projection of strawberry exports for 2015 through the availability of strawberries supply and national demand.**

Concepto	Variables explicativas	Crecimiento porcentual anual promedio (g) †	Elasticidad (e)	g x e	Efecto marginal (miles t)
	PPP _t	4.00	0.25	1.00	4117
	SCF _t	4.45	0.44	2.00	8231
	QPF _{t-1}	14.50	0.23	3.30	14 031
	TEND _t	3.10	0.04	0.10	527
	Proyección de la producción (a)	5.90			26 966
	Proyección de importaciones (b)	6.00			1220
	Proyección de oferta disponible = (a) + (b)				28 186
	PCONS _t	7.00	-0.32	-2.40	-4607
	PCOMP _t C _t	-2.00	-0.77	1.60	3015
	Incremento (disminución) de la demanda nacional				-1592
	Exportaciones proyectadas				29 778

†Periodo 2010-2014 ♦ †2010-2014 period.

exportaciones (-1.0 y 4.5 %, respectivamente). Este comportamiento lo mostró el modelo del presente estudio. El modelo en este estudio predijo que las exportaciones de fresa tenderán a aumentar de manera decreciente, como la tendencia de 2015 y 2016. Estrada-Chavira *et al.* (2017) concluyeron que las exportaciones de fresa continuarán creciendo en los próximos años, pero con la restricción de que la producción, que impulsará esas exportaciones, enfrentará restricciones en términos de costos incurridos en mano de obra, planta importada y perforación de pozos.

CONCLUSIONES

En este estudio se propuso un modelo económico para el sector de la fresa en México usando series históricas de 1980 a 2014. Mediante ecuaciones simultáneas y el procedimiento econométrico de regresiones aparentemente no relacionadas, se modeló oferta nacional, demanda nacional, volumen de exportaciones y precios en diferentes partes de la cadena de valor. Los parámetros estimados fueron estadísticamente eficientes. Las variables de mayor impacto del modelo mostraron que el volumen de exportaciones es explicado significativa y directamente por el precio de exportación y las expectativas formadas a partir de la cantidad exportada

model, the strawberries export volume will continue to grow, but in a decreasing manner. According to our projections, the export price will grow at a lower rate than in the past. In addition, strawberries supply in Mexico will continue to increase, but with a domestic production with lower growth rates than those registered before 2010 and a national demand that would slightly decrease. Due to the growth in the volume of strawberries exports, it is possible that the export sector faces more aggressive competition in the US markets.

—End of the English version—

-----*

de fresa el año previo; la producción (como parte de la oferta nacional) explicada de forma significativa y directa por el precio pagado al productor y la superficie cosechada; y la demanda nacional explicada de manera inversa por el precio al consumidor y el precio del bien complementario. De acuerdo con las proyecciones del modelo estimado, el volumen de las exportaciones de fresa continuará creciendo, pero de

forma decreciente. Según nuestras proyecciones, el precio de exportación crecerá a una tasa menor que en el pasado. Además, la oferta de fresa en México continuará aumentando, pero con una producción nacional con tasas de crecimiento menores a las registradas antes de 2010 y una demanda nacional que disminuiría ligeramente. Debido al crecimiento en el volumen de las exportaciones de fresa es factible que el sector exportador enfrente una competencia más agresiva en los mercados de EE.UU.

LITERATURA CITADA

- Arnade, C., and F. Kuchler. 2015. Measuring the impacts of off-season berry imports. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, ERR-197. 29 p. https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/45445/54290_err197.pdf?v=42306 (Consulta: julio, 2017).
- BANXICO (Banco de México). 2017. <http://banxico.org.mx> (Consulta: julio a diciembre, 2017).
- Bettendorf, L., and F. Verboven. 2000. Incomplete transmission of coffee bean prices: evidence from The Netherlands. *Eur. Rev. Agric. Econ.* 27: 1-16.
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). 2012. ANEXO B. Demandas del sector 2012-3. Generación y validación de variedades mexicanas de fresa. 11 p. http://2006-2012.conacyt.gob.mx/fondos/FondosSectoriales/SAGAR-PA/201206/Bases_Convocatoria.pdf (Consulta: septiembre, 2017).
- Eckstein, Z. 1984. A rational expectations model of agriculture supply. *J. Polit. Econ.* 92: 1-19.
- Estrada-Chavira, M., M. Portillo-Vázquez, G. Calderón-Zavala, E. Segarra, M. Martínez-Damián, y S. Medina-Cuellar. 2017. Potencialidades para el fortalecimiento de exportación de fresa de Michoacán a los Estados Unidos. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 23: 135-146.
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2017. <http://faostat.fao.org> (Consulta: septiembre 2017).
- García M., R., J. A. García S., y R. C. García S. 2003. Teoría del Mercado de Productos Agrícolas. Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática Programa de Postgrado en Economía. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 382 p.
- García-Mata, R., M. F. González-Machorro, R. C. García-Sánchez, J. S. Mora-Flores, A. González-Estrada, y A. Martínez-Damián. 2013. El mercado del plátano (*Musa paradisiaca*) en México, 1971-2017. *Agrociencia* 47: 399-410.
- Greene, William H. 2012. *Econometric Analysis*. International Edition. 7th ed. Pearson Education Limited. Edinburgh, England. 1240 p.
- Guan, Z., F. Wu, F. Roka, and A. Whidden. 2015. Agricultural labor and immigration reform. *Choices. J. Food, Farm Res.* 30: 1-9.
- Hee, S., Z. Guan, and H. Khachatryan. 2017. The impact of Mexican competition on the U.S. strawberry industry. *Int. Food Agribus. Man. Rev.* 20: 591-604.
- Hernández-Soto, D., M. T. Garza-Carranza, y E. Guzman Soria. 2011. Competitividad de la fresa mexicana de exportación a EE. UU: Un modelo de equilibrio parcial. *Rev. Glob. Compet. Gob.* 5: 102-114.
- Huang, S., and K. Huang. 2007. Increased U.S. imports of fresh fruit and vegetables. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, FTS-328-01. 20 p. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.621.7731&rep=rep1&type=pdf> (Consulta: agosto, 2018).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2017. <http://www.inegi.org.mx/> (Consulta: julio a diciembre, 2017).
- Krugman, P., R. Wells, y K. Graddy. 2015. *Fundamentos de Economía*. 3ra Ed. Editorial Reverté, S. A. Barcelona, España. 537 p.
- Lin, W. 1977. Measuring aggregate supply response under instability. *Am. J. Agric. Econ.* 59: 903-907.
- Sánchez, G. 2008. El Cluster Agroindustrial de Zamora. La Red de Valor de la Fresa. Fundación Produce Michoacán, 152 p. SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017. <http://www.siap.gob.mx/> (Consulta: julio a diciembre, 2017).
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional). 2017. Base de datos climática. <http://smn.conagua.gob.mx/es/8-smn-general/20-base-de-datos-climatologica> (Consulta: julio a diciembre, 2017).
- SNIIM (Sistema Nacional de Información de Mercados). 2017. Secretaría de Economía. <http://www.economia-sniim.gob.mx/2010prueba/PreciosHoy.asp?prodC=9032> (Consulta: mayo, 2017).
- Taylor, J. E., D. Charlton, and A. Yúnez-Naude. 2012. The end of farm labor abundance. *Appl. Econ. Perspect. Policy* 34: 587-598.
- Tomek, W., G., and K. L. Robinson. 1991. *Agricultural Product Prices*. Cornell University Press. Ithaca and London. 360 p.
- Wu, F., Z. Guan, and A. Whidden. 2012. Strawberry industry overview and outlook. University of Florida. 12 p. <https://fred.ifas.ufl.edu/pdf/webinar/Strawberry.pdf>. (Consulta: mayo, 2017).
- Wu, F., Z. Guan, and V. Whitaker. 2015. Optimizing yield distribution under biological and economic constraints: Florida strawberries as a model for perishable commodities. *Agric. Syst.* 141: 113-120.
- Zellner, A., and H. Theil. 1962. Three-Stage least squares: Simultaneous estimation of simultaneous equations. *Econometrica* 30: 54-78.

