

IMPACTO ECONÓMICO DE LA LEY FEDERAL DE SANIDAD VEGETAL EN EL MERCADO MEXICANO DE LIMÓN PERSA *

ECONOMIC IMPACT OF THE FEDERAL PLANT HEALTH LAW ON THE MEXICAN MARKET FOR PERSIAN LEMON

Marlene Herbert Ruíz¹, José Saturnino Mora Flores^{2§}, Miguel Ángel Martínez Damián³ y Roberto García Mata⁴

¹Posgrado en Economía. Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco, km 36.5. Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. (marlenehr@colpos.mx). ²Posgrado en Economía. Colegio de Postgraduados. Tel. 01 595 9520200. Ext. 1802. ³Posgrado en Economía. Colegio de Postgraduados. Tel. 01 595 9520200. Ext. 1841. (angel01@colpos.mx). ⁴Posgrado en Economía. Colegio de Postgraduados. Tel. 01 595 9520200. Ext. 1831. (rory@colpos.mx). [§]Autor para correspondencia: (saturmf@colpos.mx).

RESUMEN

La globalización comercial exige que los mercados mundiales de productos agroalimentarios, realicen prácticas de inocuidad en sus productos libres de contaminantes químicos, biológicos y físicos. En este contexto, México modificó el 26 de julio de 2007 la Ley Federal de Sanidad Vegetal, la cual ahora tiene como objetivo la aplicación, verificación y certificación de los sistemas de reducción de riesgos de contaminación en la producción y empaque de vegetales. El objetivo de este trabajo fue analizar el impacto económico, que tiene la aplicación inmediata de esta ley en la oferta de limón persa mexicano y en consecuencia, el ingreso de los productores de este cítrico en 2007. Para ello se realizó un estudio de campo (encuestas) en el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz; principal zona productora de limón persa a nivel nacional. Además, se construyó un modelo probit que estableció los principales factores determinantes en la adopción de buenas prácticas agrícolas; siendo el rendimiento que presentó mayor efecto marginal (2.08%). Se planteó un escenario donde ante un incremento del rendimiento promedio 10% (*ceteris paribus*), se obtuvo un cambio de 342 personas en la población dispuestas a adoptar las buenas prácticas agrícolas; y en consecuencia, la oferta de limón persa se incrementaría 3.98%. Lo anterior manifiesta que si se acompaña la producción de limón persa

ABSTRACT

Commercial globalization demands that the world markets of food and agriculture products carry out innocuity practices in their products free of chemical, biological and physical pollutants. In this context, on July 26th, 2007, Mexico modified its Federal Plant Health Law, which now aims the application, verification and certification of the pollution risk reduction systems in the production and packaging of vegetables. The aim of this investigation was to analyze the economic impact that the immediate application of this law has on the supply of Mexican Persian lemons, and consequently, on the income of the farmers of the fruit in 2007. For this purpose, a field study (surveys) was carried out in the municipality of Martínez de la Torre, Veracruz, the most important nationwide area nationwide in terms of lemon production. Likewise, a probit model was created to establish the main factors that determine the adoption of good agricultural practices, with yield as the one with the greatest side effect (2.08%). A scenario was set up in which, faced with a 10% average yield increase (*ceteris paribus*), a change was obtained of 342 people willing to adopt the good agricultural practices; consequently, the supply of Persian lemon would increase by 3.98%. This shows that if the production of Persian lemon comes with policies that increase the productivity, good agricultural practices, and hence the export of the product will increase.

* Recibido: octubre de 2009
Aceptado: agosto de 2010

con políticas que eleven el rendimiento, las buenas prácticas agrícolas aumentarán y por ende, la exportación de dicho producto.

Palabras clave: *Citrus latifolia*, buenas prácticas agrícolas, inocuidad alimentaria, mercado.

INTRODUCCIÓN

La globalización comercial ha originado tendencias positivas en el consumo mundial de alimentos; ahora el consumidor demanda productos que cumplan con normas de sanidad, inocuidad y calidad, ofreciendo así una garantía en bienestar. Dichas tendencias se originan por un entorno comercial cada vez más exigente y competitivo, derivado de la interdependencia internacional de los mercados (Vásquez y Cabral, 2001).

Actualmente, la mayoría de los países que realizan actividades de exportación de productos agropecuarios para consumo humano, requieren de una certificación sanitaria para mantener la competitividad de sus productos, asegurando su participación y permanencia en el mercado; por tanto, se requiere que cada eslabón de la cadena agroalimentaria, establezca controles y actividades que permitan evitar los riesgos de contaminación; lo cual se logrará a través de la aplicación de sistemas de reducción de riesgos, como son las buenas prácticas agrícolas (BPA), buenas prácticas de manejo o manufactura (BPM), análisis de riesgo y procedimientos operacionales de sanitización estándar (POES), y análisis de riesgo y puntos críticos de control (HACCP, por sus siglas en inglés) (SENASICA, 2007a).

Las buenas prácticas agrícolas (BPA) son un conjunto de medidas higiénico-sanitarias mínimas que se realizan en el sitio de producción primaria de vegetales, para asegurar que se minimiza la posibilidad de contaminación física, química y microbiológica de un vegetal o producto fresco (LFSV, 2007).

En 2005, el gobierno mexicano reconoció 109 unidades de producción o empaque en la aplicación de buenas prácticas de producción y manufactura en los productos de cebollín verde (*Allium cepa*), frutas y hortalizas, uva de mesa (*Vitis vinifera*), aguacate (*Persea americana*), pepino (*Cucumis sativus*), tomate (*Lycopersicum esculentum*), chile jalapeño (*Capsicum annuum*), melón (*Cucumis melo*), limón persa (*Citrus latifolia*), durazno (*Prunus persica*), mango (*Mangifera indica*), berenjena (*Solanum melongena*),

Key words: *Citrus latifolia*, food innocuity, good agricultural practices, market.

INTRODUCTION

Commercial globalization has brought about positive tendencies in world food consumption; nowadays, the consumer demands products that comply with health, innocuity and quality regulations, offering a guarantee of well-being. These tendencies originate in a commercial environment, more and more demanding and competitive, produced by the international market interdependence (Vásquez and Cabral, 2001).

Nowadays, most countries that export agricultural and cattle products for human consumption require a health certification, to maintain the competitiveness of their products, ensuring their participation and permanence in the markets. Therefore, each link in the agricultural food chain is required to establish controls and activities that help avoid pollution risks. This will be obtained by applying systems of risk reduction, such as Good Agricultural Practices (GAP), Good Manufacturing Practice (GMP), risk analysis and Sanitization Standard Operating Procedures (SSOP), and Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) (SENASICA, 2007a).

GAPs are a set of minimum hygienic-sanitary measures that are carried out in the primary plant production site to assure that the possibility of physical, chemical and microbiological contamination of a fresh product is minimized (LFSV, 2007).

In 2005, the Mexican Government found 109 production or packaging units in the application of GMPs in green chives (*Allium cepa*), fruits and vegetables, table grapes (*Vitis vinifera*), avocados (*Persea americana*), cucumbers (*Cucumis sativus*), tomatoes (*Lycopersicum esculentum*), jalapeño chilies (*Capsicum annuum*), cantaloupes (*Cucumis melo*), Persian lemons (*Citrus latifolia*), peaches (*Prunus persica*), mangoes (*Mangifera indica*), eggplants (*Solanum melongena*), squash (*Cucurbita pepo*), green beans (*Phaseolus vulgaris*) asparagus (*Asparagus officinalis*) and spices in the states of Baja California, Sonora, Sinaloa, Puebla, Michoacán, Hidalgo, Guanajuato and Veracruz (SENASICA, 2007b).

calabacita (*Cucurbita pepo*), ejote (*Phaseolus vulgaris*), espárrago (*Asparagus officinalis*) y especias; en los estados de Baja California, Sonora, Sinaloa, Puebla, Michoacán, Hidalgo, Guanajuato y Veracruz (SENASICA, 2007b).

El decreto de reforma a la Ley Federal de Sanidad Vegetal (LFSV) en materia de inocuidad alimentaria, contempla la modificación de una serie de artículos modificados: 1, 2, 3, 5, 8, 13, 14, 20, 21, 27, 29, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 57, 63, 64, 66, 67 y 68, y de manera particular la adición del artículo 7-A, los dos últimos párrafos del 19, y el Título Segundo Bis, el cual a la letra dice: "de los sistemas de reducción de riesgos y de contaminación en la producción primaria de vegetales" (LFSV, 2007). Muchas son las unidades de producción que a corto plazo se verán afectadas por la modificación de ésta en materia de inocuidad.

El cultivo de limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en México, se inició en la década de los setentas; sin embargo, su importancia económica se remonta a los años ochentas, cuando su producción empezó a incursionar en forma relevante en el mercado estadounidense. Este hecho se originó debido que Estados Unidos de América cerró la frontera a las importaciones de limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Christ Swingle) procedentes de Colima y Michoacán, debido a la "bacteriosis de los cítricos", enfermedad que afectó a los cultivos mexicanos; años más tarde el ingreso del limón persa mexicano al mercado estadounidense, se consolidó cuando la producción de ese país ubicada casi exclusivamente en Florida, fue afectada y casi destruida por la helada de finales de 1989 y por el huracán Andrew en agosto de 1992 (Schwentenius y Gómez, 2005).

La superficie cultivada de limón persa en México en 2006 fue de casi 48 000 ha, con una producción de 524 000 t aproximadamente y un valor de producción de 1 043 millones de pesos (SIACON, 2006). El cultivo se desarrolla principalmente en la costa del Golfo de México, que comprende los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán; región que contribuyó con 74% del total nacional en ese año. Tanto el volumen como el valor de producción han crecido significativamente desde 1996 hasta 2006, registrándose tasas de crecimiento para esos años de 11.76% y 12.61%, respectivamente.

Existen diversas razones por las cuales el limón persa resulta ser una alternativa real para productores y comerciantes, tales como el crecimiento que presentan los mercados externo y doméstico; el desplazamiento en el consumo del limón

The Plant Health Federal Law (LFSV) reform decree for food inocuity considers the modification of a series of modified articles: 1, 2, 3, 5, 8, 13, 14, 20, 21, 27, 29, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 57, 63, 64, 66, 67 and 68, and particularly, the addition of article 7-A, the two last paragraphs of article 19, and the Title Second Bis, which states: "out of the pollution risk reduction systems in the primary production of vegetables" (LFSV, 2007). There are many production units that will be affected in the short term by this modification.

The cultivation of Persian lemons (*Citrus latifolia* Tanaka) in Mexico began in the 1970s; however, its economic importance began in the 1980s, when its production started to become relevant in the American market. This was due to the US closing the border to Mexican lemon imports (*Citrus aurantifolia* Christ Swingle) from Colima and Michoacán, due to the "citrus bacteriosis", a disease that affected Mexican crops. Years later, the entry of the Persian lemon from Mexico into the US was consolidated when the US's production, located almost exclusively in Florida, was practically destroyed by frost in late 1989 and by hurricane Andrew in August of 1992 (Schwentenius and Gómez, 2005).

The planted surface of Persian lemon in Mexico in 2006 was almost 48 000 ha, and estimated production was 524 000 t, worth 1 043 million pesos (SIACON, 2006). The crop is grown mostly in the coast of the Gulf of Mexico, in the states of Veracruz, Tabasco, Campeche and Yucatán. This area contributed 74% of the national total in that year. Both the volume and the cost of the production have grown significantly between 1996 and 2006, with growth rates for those years of 11.76% and 12.61%, respectively.

There are several reasons for Persian lemon to be considered a true alternative for farmers and salespeople, such as the growth that the internal and external markets represent, as well as the displacement in the consumption of yellow lemons in the US, and the proximity with this country, which helps reduce transportation costs. Likewise, the agricultural and weather conditions of the Persian lemon-producing areas and the permanent income for the farmers (Gómez *et al.*, 1994). Another important aspect in the cultivation of Persian lemons is the creation of jobs and income. In 2007, over 32 000 direct jobs were created along with 92 000 indirect jobs, and the value of the exports was 172.9 million dollars (INEGI, 2008).

amarillo en Estados Unidos de América y la cercanía a este país, situación que permite reducir costos de transporte; las condiciones agroclimáticas de la zona productora de limón persa, y el ingreso permanente para el productor (Gómez *et al.*, 1994). Otro aspecto importante del cultivo del limón persa es la generación de empleos y de divisas. Así en 2007 se derivaron más de 32 000 empleos directos y 92 000 indirectos, y el valor de las exportaciones fue de 172.9 millones de dólares (INEGI, 2008).

En este trabajo no se encontraron estudios relacionados con el impacto económico de las medidas de inocuidad y de las BPA, en la producción de limón persa; sin embargo, un estudio relacionado con el tema es el de Guajardo y Villezca (2004), quienes construyeron un modelo espacial para estudiar la apertura del mercado del limón. Los autores encontraron que con la eliminación de barreras al comercio del limón habrá un impacto positivo en los flujos comerciales, los precios y un mayor bienestar para los productores.

Ramírez y González (2008), realizaron una investigación de la rentabilidad del limón mexicano (*Citrus aurantifolia* S.) en los estados de Oaxaca y Guerrero, en el cual calcularon los niveles de rentabilidad privado de los sistemas de producción e identificaron cuatro niveles tecnológicos de producción (micro aspersión, riego por bombeo, riego por gravedad y temporal); los autores encontraron efectos importantes en el ingreso de los productores de estas regiones.

El objetivo de esta investigación fue cuantificar el impacto económico que tendrá la aplicación de la nueva LFSV, en materia de inocuidad alimentaria en el mercado mexicano de limón persa; además de la identificación de factores que permitan incrementar la cantidad ofertada del producto, cumpliendo a la vez con la ley mencionada.

Como hipótesis se plantea que la reforma de la LFSV, en materia de inocuidad afectará en el corto plazo de manera negativa la oferta de limón persa; sin embargo, los BPA en el largo plazo moverán variables tecnológicas que incrementaran la producción de mejor calidad, que redundará en un mayor ingreso de los productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con los objetivos de la investigación, se generó un modelo probit, el cual permite modelar la probabilidad

In this investigation, no studies were found related to the economic impact of the inocuity measures and GAPs on Persian lemon production; however, there is a study related to this topic by Guajardo and Villezca (2004), who built a special model to study the opening of the lemon market. The authors found that eliminating the barriers to the trade of lemon, would have a positive impact on trade streams, as well as on prices, and a greater well-being for farmers.

Ramírez and González (2008), carried out an investigation on the profitability of Mexican lemon (*Citrus aurantifolia* S.) in the states of Oaxaca and Guerrero, in which they calculated the levels of private profitability of the production systems, and they identified four technological levels of production (micro-sprinkling, irrigation by pumps, irrigation by gravity and seasonal). The authors found important effects on the incomes of the farmers of these regions.

The aim of this investigation was to quantify the economic impact that the new LFSV will have, in terms of food inocuity, on the Mexican Persian lemon market, as well as to identify factors that help increase the supply of the product, while complying with the stated law.

Our hypothesis is that the reform of the LFSV, in terms of inocuity, will affect the supply of Persian lemons in a negative way, in the short term. However, the GAPs will, in the longer term, handle technological variables that will increase the quality of the production, which will benefit the farmers' incomes.

MATERIALS AND METHODS

In order to achieve the goals of this research, a probit model was created to help model the probability of an event occurring. These models are generally displayed in the following way: probability of event occurring $j = \text{prob}(Y = j) = F(\text{relevant effects: parameters})$; $j = 0, 1$; $0 = \text{event } j \text{ did not occur}$; $1 = \text{event } j \text{ did occur}$.

There is a particular regression model with a binary variable; $Y = F(X, \beta) + u$; where, $Y = \text{binary dependant variable}$; $F(X, \beta) = \text{expected probability, measured under a distribution supposal}$. If it is normal, it brings about the probit model, if it is logistical, it brings about the logit model; $X = \text{a matrix } n \times k$; $n = \text{number of observations}$; $k = \text{number of explanatory variables}$; $u = \text{is a random error}$.

que un acontecimiento suceda, estos modelos generalmente se representan de la siguiente forma: probabilidad que ocurra el suceso $j = \text{prob}(Y=j) = F(\text{efectos relevantes; parámetros})$; $j=0, 1$; 0 = no ocurrió el suceso j ; 1 = si ocurrió el suceso j .

En forma particular se tiene un modelo de regresión con variable binaria; $Y = F(X, \beta) + u$; donde, Y = variable dependiente binaria; $F(X, \beta)$ =probabilidad esperada medida bajo un supuesto de distribución, si es normal da origen al modelo probit, si es logística da origen al modelo logit; X = una matriz $n \times k$; n = número de observaciones; k = número de variables explicativas; u = es un error aleatorio.

Es importante señalar que existe una diferencia fundamental entre un modelo de regresión, donde la variable regresada “ y ” es cuantitativa (continua), y un modelo en que ésta es cualitativa (discreta). Ahora bien, en un modelo en la cual “ y ” es cuantitativa; el objetivo consiste en estimar su valor esperado o media esperada, dados los valores de las variables regresoras. Mientras que los modelos en donde “ y ” es cualitativa; el objetivo es encontrar la probabilidad que un acontecimiento suceda; por lo tanto, este tipo de modelos a menudo se conocen como modelos probabilísticos (Gujarati, 2003).

El modelo generado en esta investigación, establece una relación probabilística para que el productor siga los procedimientos establecidos en la LFSV, para producir y vender sus productos; también incluye las diferentes variables que intervienen en la decisión de cumplir o no dicha ley. El modelo utilizado es:

$$\text{Prob}(y=1) = \int_{-\infty}^{\beta'x} \phi(t) dt = \Phi(\beta'x) \quad 1)$$

Donde; $y=1$, si el productor sigue los procedimientos establecidos en la LFSV; $y=0$, si no sigue dichos procedimientos; β = vector de parámetros; x = vector de factores que explican la probabilidad de y ; $(\beta'x)$ = distribución normal estándar, por tanto se tiene un modelo probit.

Es importante destacar que los parámetros del modelo, como los de cualquier modelo de regresión no lineal, no son necesariamente los efectos marginales que se obtienen en un modelo de regresión lineal, en este caso el efecto marginal es:

$$\frac{\partial E\left(\frac{y}{x}\right)}{\partial x} = \left[\frac{dF(\beta'x)}{d(\beta'x)} \right] \beta = f(\beta'x)\beta \quad 2)$$

It is worth pointing out that there is a crucial difference between a regression model in which the regressed variable “ y ” is quantitative (continuous), and a model in which it is qualitative (discrete). In a model in which “ y ” is quantitative, the aim is to estimate its expected value or average, given the values of the regression values. In the models in which “ y ” is qualitative, the aim is to find the probability of an event occurring. Therefore, this type of models is commonly known as probabilistic models (Gujarati, 2003).

The model generated in this investigation establishes a probabilistic relationship so the farmer follows the procedures established in the LFSV, to produce and sell his/her products. It also includes the different variables that intervene in the decision of complying or not with this law. The model used is:

$$\text{Prob}(y=1) = \int_{-\infty}^{\beta'x} \phi(t) dt = \Phi(\beta'x) \quad 1)$$

Where $y=1$, if the farmer follows the procedures established in the LFSV; $y=0$, if the procedures are not followed; β = vector of parameters; x = vector of factors that explain the probability of y ; $(\beta'x)$ = standard normal distribution. We therefore have a probit model.

It is important to point out that the parameters of the model, as with any non-linear regression model, are not necessarily the marginal effects obtained in a linear regression model. In this case, the marginal effect is:

$$\frac{\partial E\left(\frac{y}{x}\right)}{\partial x} = \left[\frac{dF(\beta'x)}{d(\beta'x)} \right] \beta = f(\beta'x)\beta \quad 2)$$

Where $F(\cdot)$ = distribution function; $f(\cdot)$ = function of density according to the distribution function $F(\cdot)$.

When using the standard normal distribution, the previous equation becomes:

$$\frac{\partial E\left(\frac{y}{x}\right)}{\partial x} = \phi(\beta'x)\beta \quad 3)$$

Where: $\phi(\cdot)$ = function of standard normal density.

The sample size was calculated as follows:

Donde; $F(\cdot)$ = función de distribución; $f(\cdot)$ = función de densidad asociada a la función de distribución $F(\cdot)$.

Al utilizar la distribución normal estándar la ecuación anterior se transforma en:

$$\frac{\partial E\left(\frac{y}{x}\right)}{\partial x} = \phi(\beta'x)\beta \quad 3)$$

Donde: $\phi(\cdot)$ = función de densidad normal estándar.

El tamaño de muestra se calculó de la forma siguiente:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{(n_0 + 1)}{N}}$$

Donde; n = tamaño de muestra; n_0 = aproximación al tamaño de muestra; N = población.

El cálculo de n_0 :

$$n_0 = \frac{Z^2 pq}{d^2}$$

Donde; Z^2 = valor de la normal estándar; p = probabilidad de éxito; q = probabilidad de fracaso ($1-p$); d^2 = error estándar.

Para obtener las variables del modelo planteado, se aplicaron encuestas a productores de limón persa en el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz. Los productores a encuestar se obtuvo mediante el método de muestreo aleatorio simple; el cual permite la selección de “ n ” unidades en un conjunto “ N ” de tal modo que cada una de las “ ${}_N C_n$ ” muestras distintas, tengan la misma oportunidad de ser elegidas (Cochran, 1980).

La población total de productores de limón persa, se tomó del Consejo Estatal Citrícola A. C. en septiembre de 2007, la cual constó de 2 072 productores, distribuidos en 75 localidades del municipio (CONCITVER, 2007). Con una confiabilidad de 90%, y un margen de error de 10%; se consideró estos niveles de confiabilidad porque la información se recopiló a través de entrevistas directas con productores.

El tamaño de muestra calculado fue de 95 productores a entrevistar; sin embargo, debido a problemas con la localización de entrevistados y pérdida de información por respuestas no acordes al cuestionario, sólo se tuvieron 80 entrevistas, que representan 3.86% del total.

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{(n_0 + 1)}{N}}$$

Where n = sample size; n_0 = approximation to the sample size; N = population.

Calculation of n_0 :

$$n_0 = \frac{Z^2 pq}{d^2}$$

Where Z^2 = values of the normal standard; p = probability of success; q = probability of failure ($1-p$); d^2 = standard error.

To obtain the variables of the presented model, farmers of Persian lemon were surveyed in the municipality of Martínez de la Torre, Veracruz. The farmers to be surveyed were chosen using a simple random sampling method, which helps select the “ n ” units in a set “ N ” in such a way that each different “ ${}_N C_n$ ” samples have the same opportunity of being selected (Cochran, 1980).

The total population of Persian lemon farmers was taken from the State Citrus Council in September of 2007, which was composed of 2 072 farmers, distributed in 75 locations of the municipality (CONCITVER, 2007). With a reliability of 90% and a margin of error of 10%, these levels of reliability were considered because the information was compiled using interviews to farmers.

The sample size calculated was 95 farmers to interview, although due to problems with the location of the interviewees and information loss due to answers not in accordance with the questionnaire, we only obtained 80 interviews, which account for 3.86% of the total.

The questionnaire was made up of 3 sections: production, food innocuity and commercialization. The innocuity section in general was composed of binary questions, with yes (1) or no (0) answers.

To interpret the estimated model, the marginal effects on the averages of the regression models were calculated. Marginal effects are understood as the contribution of the j -the explanatory variable in the probability of obtaining a success. It is necessary to point out that once “ x ” is established, the scale factor that relates the coefficient of the model with the slope is equal for all the components of vector β , of equation 2.

El cuestionario aplicado estuvo formado por tres secciones: producción, inocuidad alimentaria y comercialización. La sección de inocuidad en general, estuvo compuesta de preguntas binarias, cuyas respuestas eran si (1) y no (0).

Para interpretar el modelo estimado se calcularon los efectos marginales en las medias de las variables regresoras; se entiende un efecto marginal como la contribución de la j -ésima variable explicativa en la probabilidad de observar un éxito. Es necesario señalar que una vez fijado “ x ”, el factor de escala que relaciona al coeficiente del modelo con la pendiente es el mismo para todas las componentes del vector β , de la ecuación 2.

La bondad de ajuste del modelo se midió con el índice del cociente de verosimilitud (ICV), cuyo valor se encuentra entre 0 y 1 (Greene, 2001); este se estima mediante la siguiente ecuación.

$$ICV = 1 - \frac{\ln L}{\ln L_0} \quad 4)$$

Donde: L = verosimilitud de la muestra cuando en $\beta'x$ de la ecuación 1, β' es diferente de cero ($\beta_i \neq 0$) con $i = 0, 1 \dots k+1$; L_0 es la verosimilitud restringida de la muestra cuando en $\beta'x$ de la ecuación 1, β' es igual a cero ($\beta_i = 0$) con $i = 0, 1 \dots k+1$; es decir, sólo considera la ordenada al origen.

El ICV es un valor análogo al coeficiente de determinación R^2 de un modelo de regresión lineal. Lo anterior se debe al tipo de datos que se utilizan en la estimación, debido que al utilizar series de tiempo el ajuste del modelo será mayor que utilizar datos de corte transversal (Veall y Zimmermann, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la muestra indican que la mayoría de los productores de limón persa (82%), no hacen uso de las buenas prácticas agrícolas (BPA) y de la superficie sembrada de limón, únicamente 30.83% cumple con las características de inocuidad. El volumen de la producción en la muestra fue de 712 000 t, de las cuales sólo 35% es considerado un producto inocuo, por tanto el resto del producto representa una disminución en la cantidad ofertada bajo el nuevo esquema de la LFSV.

Es importante mencionar que la producción de alimentos inocuos y de buena calidad, es un requisito previo para el éxito del comercio nacional e internacional de productos

The kindness of adjustment of the model was measured with the index of the verisimilitude quotient (ICV), with the value between 0 and 1 (Greene, 2001); this is calculated with the following equation.

$$ICV = 1 - \frac{\ln L}{\ln L_0} \quad 4)$$

Where: L = verisimilitude of the sample when $\beta'x$ of the equation 1, β' is different to zero ($\beta_i \neq 0$) with $i = 0, 1 \dots k+1$; L_0 is the restricted verisimilitude of the sample when in $\beta'x$ of equation 1, β' is equal to zero ($\beta_i = 0$) with $i = 0, 1 \dots k+1$. That is, it only considers the one ordered to the origin.

The ICV is an analogical value to the determination coefficient R^2 of a linear regression model. This is due to the type of data used in the estimation, due to the fact that, when using series of time, the adjustment of the model will be greater than in the use of a cross section (Veall and Zimmermann, 1996).

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the sample show that most farmers of Persian lemon (82%) do not use GAPs, and out of the surface planted with lemon, only 30.83% complies with the innocuity characteristics. Production volumes in the sample was of 712 000 t, out of which only 35% is considered innocuous product, hence their rest of the product is a drop in the amount supplied under the new LFSV scheme.

It is worth mentioning that the production of quality, innocuous food is a previous requirement for the success of the national and international trade of food products, and a basic element for the sustainable development of national agricultural resources (FAO, 2008).

The application of GAPs is reflected in the yield of 16.26 t ha⁻¹ obtained by farmers. The average rural price corresponding to innocuous production was 3 190 pesos per ton, which is lower than the price of the production of farmers that do not apply GAPs (3 310 pesos per ton). In this study, the sales point is an important factor for fixing the price. The producers that follow the GAPs reported a net income of 5 662.77 pesos ha⁻¹, which is obtained

alimenticios, y un elemento fundamental para el desarrollo sostenible de los recursos agropecuarios nacionales (FAO, 2008).

La aplicación de las BPA se ve reflejado en el rendimiento obtenido por los productores de 16.26 t ha⁻¹. El precio medio rural correspondiente a la producción inocua fue de 3.19 mil pesos por tonelada, resultando inferior al precio obtenido por los productores que no aplican las BPA (3.31 mil pesos por tonelada); en este estudio, el punto de venta es un factor importante para la formación del precio. Los productores que siguen las BPA reportaron un ingreso neto de \$ 5 662.77 ha⁻¹, la cual se obtiene de restar del valor bruto de los correspondientes costos de producción bajo esta modalidad; por otra parte, los productores que no siguen las BPA obtuvieron un ingreso neto de \$ 11 077.06 ha⁻¹ (Cuadro 1).

from subtracting the gross value from the corresponding production costs under this method. On the other hand, farmers that do not follow the GAPs had an average income of 11 077.06 pesos ha⁻¹ (Table 1).

However, it is important to point out that despite the farmers' gross incomes are lower using the innocuous production method (due to the greater costs implied in a pollution-free production), yield in this method is an important factor.

The participation of each variables in the sample (planted surface, volume and production value, yield, production costs and farmer's net income), was used to determine their behavior in the pattern, and finally, in the country (Table 1).

Cuadro 1. Determinación del ingreso neto del productor en muestra, padrón y país.

Table 1. Determining the gross income of a farmer in sample, pattern and country.

Variables	Muestra	Padrón	México
Productores	80	2 072	11 841 [†]
Con inocuidad	14	363	2 072
Sin inocuidad	66	1 709	9 769
Superficie sembrada (ha)	499.5	8 381.86	47 902.09
Con inocuidad	154	2 584.2	14 768.61
Sin inocuidad	345.5	5 797.66	33 133.48
Volumen de la producción (t)	7 125.12	119 563.04	683 299.38
Con inocuidad	2 504.7	42 030.12	240 200.93
Sin inocuidad	4 620.42	77 532.93	443 098.45
Rendimiento promedio (t ha ⁻¹)			
Con inocuidad	16.26	16.26	16.26
Sin inocuidad	13.37	13.37	13.37
Precio medio rural en miles (\$ t ⁻¹)			
Con inocuidad	3.19	3.19	3.19
Sin inocuidad	3.31	3.31	3.31
Valor de la producción (miles de pesos)	23 267.9	390 447.08	2 231 393.87
Con inocuidad	7 986.34	134 014.7	765 890.2
Sin inocuidad	15 281.57	256 432.37	1 465 503.67
Costos de producción (miles de pesos)	6 528.08	109 544.42	626 043.24
Con inocuidad	2 323.57	38 990.6	222 830.15
Sin inocuidad	4 204.51	70 553.82	403 213.09
Ingreso neto del productor (miles de pesos)	16 739.83	280 902.65	1 605 350.63
Con inocuidad	5 662.77	95 024.11	543 060.05
Sin inocuidad	11 077.06	185 878.55	1 062 290.58

[†]= cantidad extrapolada del Consejo Estatal Citrícola A. C.

Sin embargo, es importante recalcar que a pesar que el ingreso neto del productor es menor bajo la modalidad de la producción inocua (por los mayores costos que implica generar una producción libre de contaminantes), el rendimiento en esta modalidad es un factor importante.

La participación de cada una de las variables dentro de la muestra (superficie sembrada, volumen y valor de la producción, rendimiento, costos de producción y el ingreso neto del productor), se utilizó para determinar el comportamiento de las mismas en el padrón y finalmente en el país (Cuadro 1).

En el Cuadro 2 se determinó la ganancia del productor, la cual se obtuvo de restar al ingreso marginal el costo marginal, esta ganancia tuvo un monto de 1.79 mil pesos ha⁻¹; que significa una ganancia no maximizada y el nivel de producción puede incrementarse en beneficio al productor. La teoría económica establece que en competencia perfecta la maximización de la ganancia, se encuentra cuando el ingreso marginal es igual al costo marginal, alcanzando el nivel óptimo de producción (Mansfield, 1999).

La estimación del modelo probit se hizo bajo la sintaxis PROCPROBIT, del paquete estadístico SAS (SAS, 1999); y la selección de las variables explicativas se hizo a partir de la prueba Ji-cuadrada. De las 15 variables analizadas: edad del productor, años de escolaridad, hectáreas cultivadas, hectáreas en producción, rendimiento, cantidad total producida, precio medio rural, costo de mano de obra, costos de fertilizantes, costos de agroquímicos, costos de asesoría técnica, cantidad producida para mercado nacional, cantidad producida para exportación, precio medio nacional, precio medio de exportación; sólo cinco (x_1 = edad del productor, x_2 = hectáreas cultivadas, x_3 = rendimiento, x_4 = cantidad total producida y x_5 = cantidad producida para exportación), resultaron estadísticamente significativas al 17% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Parámetros del modelo.
Table 3. Parameters of the model.

Variables	Coficiente estimado	Error estándar	Valor de probabilidad
Ordenada	4.20625	1.27207	0.0009
Edad del productor	0.02334	0.01687	0.1669
Hectáreas cultivadas	0.06405	0.03625	0.0772
Rendimiento	0.11088	0.04363	0.0111
Cantidad total producida	0.01994	0.00952	0.0364
Cantidad producida para exportación	-0.03682	0.0138	0.0076

Table 2 determines the profits of the farmers, which was calculated by subtracting the marginal income to the marginal cost. This profit was of 1 790.00 pesos ha⁻¹, which means a non-maximized profit, and the production level can increase in the benefit of the farmer. The economic theory states that in a perfect competition, the maximization of profit is reached when the marginal income is equal to the marginal cost, reaching the optimum production level (Mansfield, 1999).

Cuadro 2. Determinación de la ganancia máxima por hectárea del productor de limón persa.
Table 2. Determination of the farmer's maximum profit per hectare of Persian lemon.

Tipo de productor	Miles de pesos
Ingreso neto del productor	
Con inocuidad	36.77
Sin inocuidad	32.06
Ingreso marginal del productor	4.71
Costo total de producción	
Con inocuidad	15.09
Sin inocuidad	12.17
Costo marginal del productor	2.92
Ganancia del productor	1.79

The probit model was estimated under the syntax PROCPROBIT, of the statistical package SAS (SAS, 1999). The selection of the explanatory variables was carried out using the chi squared test. Out of the 15 variables analyzed (farmer's age, years of schooling, hectares planted, hectares in production, yield, total amount produced, average rural price, cost of workforce, cost of fertilizers, costs of agrochemicals, cost of technical advice, amount

Los parámetros estimados del modelo para cada una de las variables se presentan en el Cuadro 3. El valor obtenido para el índice de cociente de verosimilitudes (ICV) fue de 0.26386; simulaciones hechas por Domencich y Mc Fadden (1975), demuestran que valores del ICV en el intervalo 0.2-0.4 equivale a una R^2 entre 0.7-0.9 de un modelo lineal. Lo que ratifica el ajuste de la modelación con las variables utilizadas.

Los efectos marginales que se obtuvieron para cada una de las variables se presentan en el Cuadro 4. Como se observa, el mayor efecto marginal corresponde a la variable rendimiento (x_3), con un valor de 2.08%; esto significa que con incremento del rendimiento de la producción ($t\ ha^{-1}$), la probabilidad de utilizar los procedimientos establecidos en la LFSV, en materia de inocuidad aumenta 2.08%.

Cuadro 4. Efecto marginal para cada variable explicativa.

Table 4. Marginal effect for each explanatory variable.

Variables	Efecto marginal (%)
Edad del productor	0.43849
Hectáreas cultivadas	1.2033
Rendimiento	2.08309
Cantidad total producida	0.37461
Cantidad producida para exportación	-0.69173

El efecto marginal estimado para la edad del productor (x_1), el número de hectáreas cultivadas (x_2), y para la cantidad total producida (x_4), se interpreta en el mismo sentido de rendimiento x_3 , pero con una probabilidad que se cumplan los procedimientos señalados en la LFSV de 0.43%, 1.2% y 0.37%, respectivamente.

La cantidad producida para exportación (x_5), presenta un efecto marginal de -0.69, y se lee de la siguiente forma: ante un cambio en dicha variable, la probabilidad que se sigan los procedimientos establecidos disminuye 0.69%, que implica una menor observación de inocuidad en el producto.

Una vez conocido el efecto marginal de cada una de las variables, se simuló el impacto económico que tendría un apoyo otorgado por la SAGARPA, en el mercado de limón persa, bajo el escenario de un incremento de 10% en el rendimiento de la producción ($13.88\ t\ ha^{-1}$), permaneciendo el resto constantes, el cambio en la variable dependiente

produced for national market, amount produced for export, average national price, average export price) only five (x_1 = farmer’s age, x_2 = hectares planted, x_3 = yield, x_4 = total amount produced and x_5 = amount produced for export) were statistically different at 17% (Table 3).

The parameters of the model calculated for each of the variables are shown in Table 3. The value obtained for the index of the verisimilitude quotient (ICV) was 0.26386; simulations by Domencich and Mc Fadden (1975), show that the values of ICV in the 0.2-0.4 interval is equal to an R^2 between 0.7-0.9 of a linear model. This ratifies the adjustment of the model with the variables used.

The marginal effects obtained for each of the variables are shown in Table 4. As we can see, the greatest marginal effect belongs to the variable of yield (x_3), with a value of 2.08%. This means that with an increase in the production yield ($t\ ha^{-1}$), the probability of using the procedures established in the LFSV in terms of innocuity, increases 2.08%.

The estimated marginal effect for the farmer’s age (x_1), the number of hectares planted (x_2) and for the total amount produced (x_4) is interpreted in the same way as yield x_3 , with a probability of compliance with the procedures mentioned in the LFSV of 0.43%, 1.2% and 0.37%, respectively.

The amount produced for export (x_5) shows a marginal effect of -0.69, and is read as follows: in the face of a change in this variable, the probability of compliance with the procedures mentioned falls 0.69%, implying less innocuity in the product.

Once the marginal effect of each of the variables was known, the economic impact a support program by SAGARPA would have on the Persian lemon market was simulated, in the scenario of an increase of 10% in the yield ($13.88\ t\ ha^{-1}$), the rest of which remains constant. The change in the dependant variable “Y” was 2.89% (Table 5), which equals a total increase of 342 farmers that comply with the GAPs. That is, with the support program, the number of farmers that apply GAPs would rise from 2 072 to 2 414 nationwide (Table 6).

The values for Mexico in Table 6 were extrapolated using data from the survey; the expansion factors took into consideration each of the totals considered (farmers,

‘Y’ fue 2.89% (Cuadro 5), que equivale a un incremento total en los productores que cumplen con las BPA de 342 personas; es decir, con el programa de apoyo el número de productores que aplican BPA pasaría de 2 072 a 2 414 personas a nivel nacional, (Cuadro 6).

surface planted and production volume). In this way, we determined the volume and makeup of the Persian lemon production, corresponding to the sample, pattern and country, applying the 2.89% change factor to both groups of farmers.

Cuadro 5. Cambio en la variable dependiente ‘Y’, ante un incremento de 10% en ‘x’.
Table 5. Change in the dependant variable ‘Y’, with an increase of 10% in ‘x’.

Variables	Efecto marginal	$\bar{X}$	$\Delta^\#$ en %	$\Delta^\#$ en Y	$\Delta^\#$ en la muestra	Nuevo valor de ‘Y’
Edad del productor	0.0044	51	10	0.022	1.789	15.789
Hectáreas cultivadas	0.012	6.24	10	0.007	0.601	14.601
Rendimiento	0.0208	13.88	10	0.028	2.313	16.313
Cantidad total producida	0.0037	73.67	10	0.027	2.207	16.207
Cantidad producida para exportación	-0.0069	45.02	10	-0.031	-2.491	11.508

$\Delta^\#$ = significa cambio.

Cuadro 6. Comparativo del volumen de la producción de limón persa con y sin apoyo.
Table 6. Comparison in production volume of Persian lemon, with and without support.

Variables	Muestra	Padrón	México
Productores	80	2 072	11 841
Con inocuidad	14	363	2 072
Sin inocuidad	66	1 709	9 769
Superficie cosechada (ha)	385.5	7 237.74	45 760.47
Con inocuidad	84.5	1 586.48	10 030.51
Sin inocuidad	301	5 651.25	35 729.96
Volumen de la producción sin apoyo (t)	5 399.65	101 377.98	640 960.62
Con inocuidad	1 374.33	25 802.99	163 139
Sin inocuidad	4 025.31	75 574.98	477 821.62
Rendimiento promedio (t ha ⁻¹)			
Con inocuidad	16.26	16.26	16.26
Sin inocuidad	13.37	13.37	13.37
Productores	80	2 072	11 841
Con inocuidad	16	422	2 414
Sin inocuidad	64	1 650	9 427
Superficie cosechada (ha)	385.5	7 237.74	45 760.47
Con inocuidad	98.45	1 848.48	11 686.97
Sin inocuidad	287.05	5 389.26	34 073.5
Volumen de la producción con apoyo (t)	5 439.99	102 135.45	645 749.72
Con inocuidad	1 601.29	30 064.17	190 080.24
Sin inocuidad	3 838.7	72 071.27	455 669.47

Los valores para México del Cuadro 6, fueron extrapolados a partir de datos de la encuesta, los factores de expansión tomaron en cuenta cada uno de los totales considerados superficie cosechada y volumen de producción). Así, se determinó el volumen y composición de la producción de

As we can see in Table 6, the volume of national production increased by only 4 780 tons, or 0.74%. However, it is important to point out that the amount of Persian lemon produced with GAPs would improve by 16.51%; in other words, national production would increase by 269 000 tons.

limón persa, correspondiente a la muestra, al padrón y al país, aplicando el factor de cambio 2.89%, a los dos grupos de productores.

Como se observa en el Cuadro 6, el volumen de la producción nacional se incrementó, únicamente en 4.78 mil toneladas, dicho aumento representa 0.74%. Sin embargo, es importante señalar que la cantidad producida de limón persa bajo la aplicación de buenas prácticas agrícolas mejoraría en 16.51%; es decir, se incrementaría en 269 000 toneladas la producción nacional del cítrico.

Teóricamente el impacto de la LFSV en la oferta de limón persa, se observaría como un incremento de la función de oferta por un desplazamiento de esta misma función. Tomek y Robinson (1991), mencionan que los desplazamientos estructurales de la oferta pueden ser ocasionados (permaneciendo el resto constante), por la variación de alguno de los factores de cambio (tecnología, programas gubernamentales, tamaño de la empresa, etc), haciendo que cambie su pendiente con o sin la modificación de su intercepto.

CONCLUSIONES

La aplicación de la Ley Federal de Sanidad Vegetal, en materia de inocuidad, afectará de manera negativa la oferta nacional de limón persa y por tanto, el ingreso del productor, ya que sólo 17.5% de los productores encuestados dicen seguir los requisitos establecidos en dicha ley para producir y vender sus productos. Así, la cantidad nacional ofertada de limón persa sería únicamente, de 240.2 mil toneladas.

Los factores que más influencia en la decisión del productor para adoptar buenas prácticas agrícolas son el rendimiento, número de hectáreas cultivadas, edad del productor, cantidad producida para exportación y cantidad total producida; específicamente se encontró que si el productor logra incrementar su productividad, su disposición para la adopción de buenas prácticas agrícolas sería favorable; y por tanto, la Ley Federal de Sanidad Vegetal no se contrapondría con los intereses de los productores de limón persa.

Es necesario implementar programas de inocuidad agrícola dirigidos a productores, para incrementar la oferta nacional de dicho producto, con mayores características de inocuidad y por tanto, favorecer la comercialización del producto en los mercados internacionales.

In theory, the impact of the LFSV in the supply of Persian lemon can be seen as an increase in the supply due to a displacement in this function. Tomek and Robinson (1991) state that the structural displacements in the supply can be caused (should the rest remain constant) by the variation of any of the factors of change (technology, government programs, size of the company, etc), causing a change in the slope with or without the modification of its intercept.

CONCLUSIONS

The application of the Federal Plant Health Law, in terms of innocuity, will affect Mexico's Persian lemon supply in a negative way, along with the farmers' incomes, since only 17.5% of the farmers surveyed claim they comply with the requirements established in this law for the production and sale of their products. In this way, the national supply of Persian lemon would be only 240 200 tons.

The factors that influence the farmers' decisions the most in terms of adopting good agricultural practices are yield, number of hectares planted, farmer's age, amount produced for export and total amount produced. Specifically, it was found that if the farmers manage to increase their productivity, their disposition to adopt GAPs would be favorable. Therefore, the Federal Plant Health Law would not oppose the interests of the Persian lemon farmers.

It is necessary to implement agricultural programs for farmers, in order to increase the national supply of the product, with greater characteristics of innocuity, and therefore, to favor the commercialization of the product in international markets.

End of the English version



LITERATURA CITADA

- Cochran, W. G. 1980. Técnicas de muestreo. 2^{da}. Edición. CECSA. México. 513 p.
- Consejo Estatal Citrícola A. C. (CONCITVER). 2007. Desarrollo rural y organización de productores. URL: <http://www.concitver.com>.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2008. Inocuidad de los alimentos. URL: <http://www.fao.org/ag/agn/agns/indexLes.asp>.
- Domencich, T. and Mc Fadden, D. 1975. Urban travel demand: a behavioral approach. Amsterdam, North-Holland. 215 p.
- Gómez, C. M. A.; Schwentesius, R. R. y Barrera, G. 1994. El limón persa en México: una opción para el trópico. 1^{ra}. Edición. Mario García Sordo, S.A. México. 153 p.
- Gómez, C. M. A.; Schwentesius, R. R.; Barrera, G. A. y Marín, P. V. 1997. Estrategia de asesoría técnica en limón persa. SAGAR-(CIESTAAM). México. 54 p.
- Greene, W. H. 2001. Análisis econométrico. 3^{ra}. Edición. Prentice Hall. España. 938 p.
- Guajardo, Q. R. y Villezca, P. A. 2004. Impacto de la apertura comercial de México y de su integración en bloques comerciales en el mercado mundial del limón. Ciencia UANL. 4:497-507.
- Gujarati, D. N. 2003. Econometría. 4^{ta}. Edición. Mc Graw Hill. México. 1028 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2008. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. URL: <http://www.inegi.org.mx>.
- Ley Federal de Sanidad Vegetal (LFSV). 2007. Poder judicial. Suprema corte de justicia de la nación. Distrito Federal, México. URL: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfsv/LFSV_sent01_18nov08.pdf.
- Mansfield, E. 1999. Managerial economics: theory, applications, and cases. 4th. Edition. W.W. Norton & Company. United States of America. 508 p.
- Ramírez, A. O. y González, F. J. 2008. Situación económica de la producción de limón mexicano (*citrus aurantifolia* S.) en los estados de Oaxaca y Guerrero. Revista Mexicana de Agronegocios. 22: 570-580.
- Statistical Analysis Systems Institute (SAS Institute). 1999. The SAS system for window. SAS Institute Inc. Cary. NC27513. USA.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Alimentaria (SENASICA). 2007a. Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera (DGIAAP). URL: <http://www.senasica.sagarpa.gob.mx>.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Alimentaria (SENASICA). 2007b. Avances sanitarios relevantes. URL: <http://www.senasica.sagarpa.gob.mx>.
- Schwentesius, R. R. y Gómez, C. M. A. 2005. El limón persa: tendencias en el mercado mexicano. Universidad Autónoma Chapingo. PIAI-CIESTAAM. México. 150 p.
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). 2006. Información de la producción agrícola nacional por entidad federativa de los años 1980 a 2006, con las variables de superficie sembrada, cosechada, producción y valor de la producción de cultivos anuales y perennes, por ciclo y modalidad de riego y temporal. CD-ROM. México.
- Tomek, W. and Robinson, K. L. 1991. Agricultural product prices. Cornell University Press. Ithaca and London. 360 p.
- Vásquez, A. J. y Cabral, M. A. 2001. La inocuidad alimentaria, realidad y reto mundial. URL: <http://www.fao.org/docrep/003/y0600m/y0600m00.htm>.
- Veall, M. R. y Zimmermann, K. F. 1996. Pseudo-R² measures for some common limited dependent variable models. Institut for Statistik Sonderforschungsbereich 386. URL: <http://epub.ub.uni-muenchen.de/>.