

# EL MERCADO DEL PLÁTANO (*Musa paradisiaca*) EN MÉXICO, 1971-2017

## BANANA (*Musa paradisiaca*) MARKET IN MÉXICO, 1971-2017

Roberto García-Mata<sup>1</sup>\*, M. Félix González-Machorro<sup>1</sup>, R. Carlos García-Sánchez<sup>1</sup>, J. Saturnino Mora-Flores<sup>1</sup>,  
Adrián González-Estrada<sup>2</sup>, M. Ángel Martínez-Damian<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Economía. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México (rory@colpos.mx). <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 13.5 Carretera los Reyes-Texcoco. 56250. Coatlinchán, Texcoco, Estado de México.

### RESUMEN

El plátano (*Musa paradisiaca*) es una fruta de consumo generalizado en México debido a su valor nutritivo, disponibilidad todo el año y su precio relativamente bajo. La producción promedio de 2000 a 2010 fue 2 111 800 t y el consumo total y per cápita de 2 037 909 t y 19.7 kg. El objetivo de este estudio fue analizar el mercado nacional del plátano de 1971 a 2010 y efectuar proyecciones hasta el 2017 mediante un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas, el cual se estimó con mínimos cuadrados en dos etapas con el procedimiento SYSLIN de SAS. El análisis de los resultados mostró que las elasticidades de la oferta y la demanda de plátano para todos sus factores determinantes fueron muy inelásticas, con excepción de la superficie cosechada, cuyo coeficiente fue 0.96. Esta variable es la que más impulsa a la oferta de plátano en México para responder a la demanda.

**Palabras clave:** *Musa paradisiaca*, modelo econométrico, elasticidades.

### INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa paradisiaca*) es uno de los cultivos más importantes en la agricultura mexicana, ocupa el segundo lugar de la producción en frutas tropicales, porque es básico en la alimentación, su precio bajo, sabor agradable, disponibilidad todo el año, combinaciones múltiples en la preparación de alimentos, genera sensación de saciedad, su valor nutritivo es alto y aporta potasio, hierro y vitamina K (COVECA, 2010). El consumo total y per cápita promedio del 2000 al 2010 fue 2037909 t y 19.7 kg; la producción fue 2114182 t, de la cual 96.4 % fue para el mercado nacional.

\* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: julio, 2012. Aprobado: marzo, 2013.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 47: 399-410. 2013.

### ABSTRACT

Banana (*Musa paradisiaca*) is a fruit consumed throughout Mexico due to its nutritional value, availability all year round and its relatively low price. Average yearly production from 2000 to 2010 was 2 111 800 t, and total consumption was 2 137 909 t, a per capita consumption of 19.7 kg. The objective of this study was to analyze the domestic banana market from 1971 to 2010 and make projections to 2017 using an econometric simultaneous equations model, which was estimated with two-stage least squares using the SYSLIN procedure of SAS. The analysis of the results showed that banana supply and demand elasticities for all of its determining factors were very inelastic, except for harvested area, whose coefficient was 0.96. This is the variable that gives the most impulse to the banana supply in México satisfy to the demand.

**Key words:** *Musa paradisiaca*, econometric model, elasticities

### INTRODUCTION

Banana (*Musa paradisiaca*) is a major crop of Mexican agriculture, in tropical fruit production it occupies second place because is a basic food, cheap, flavorful, and available year round, forms part of multiple combinations in food preparation, leaves a sensation of satiety and its nutritive value is high, providing potassium, iron and vitamin K (COVECA, 2010). Total annual average consumption from 2000 to 2010 was 2 037 909 t, and per capita consumption was 19.7 kg. Of the production of 2 114 182 t, 96.4 % is for the Mexican market.

The main banana-producing states in México are Chiapas, Tabasco, Veracruz, Colima and Jalisco; together they contribute 84.6 % of the production

Los principales estados productores de plátano en México son Chiapas, Tabasco, Veracruz, Colima y Jalisco, y en conjunto en 2009 aportaron 84.6 % de la producción (SIACON y SIAP, 2011). Esta es una fuente importante de empleos, con aproximadamente 5000 productores en esos estados y en Michoacán, Oaxaca, Nayarit, Puebla y Guerrero. Estos estados ocupan 80 000 a 88 000 jornales en la producción y el empaque (CSPPN, 2010 a) y la generación aproximada de 100 000 empleos directos en el campo y 150 000 indirectos (SAGARPA, 2005).

Debido a la importancia económica y social de la producción de plátano en México, se requiere conocer el funcionamiento del mercado de esta fruta, identificar los factores que influyen en la oferta y la demanda y los mecanismos de transmisión de precios en los niveles distintos de mercado, incluidos los precios de exportación. La hipótesis fue que el principal factor que determina la producción es la superficie cosechada, y la demanda la define principalmente el ingreso per cápita.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El mercado de un producto agrícola está representado principalmente por la oferta y la demanda, que en conjunto determinan el precio y la cantidad de equilibrio (Ramírez *et al.*, 2003). Con esta base, para el mercado del plátano en México se propuso un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas que representa su funcionamiento. Éste involucra las principales variables que determinan la oferta y la demanda; además, considera las transmisiones del precio de exportación sobre los internos, oferta y la demanda. La estimación del modelo se realizó con el método de mínimos cuadrados en dos etapas (ME2E) de SAS (2002).

Los datos usados en el modelo fueron del periodo de 1971 a 2010 y las proyecciones del 2011 a 2017 se realizaron para algunas variables con ecuaciones de tendencia por mínimos cuadrados ordinarios. Para otras se calcularon tasas de crecimiento medias anuales que se multiplicaron por el dato del 2010. Las tasas de población se tomaron del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2013) y del Siade (2011), para el producto interno bruto (PIB) real per cápita.

Los datos para variables producción de plátano, superficie cosechada, precios al productor de plátano y café (*Coffea arabica*), precio del fertilizante, salario de los trabajadores de campo, consumo aparente de plátano, precios al consumidor de plátano, naranja y leche, precio del plátano al mayoreo, costo de transporte con datos para el periodo 1971 a 1979 fueron tomados de Cuevas *et al.* (1983). Otras fuentes para las mismas variables

(SIACON and SIAP, 2011). Banana production is an important source of employment; approximately 5000 growers are distributed in those states and in Michoacán, Oaxaca, Nayarit, Puebla and Guerrero. These states occupy between 80 000 and 88 000 days of labor in production and packaging (CSPPN, 2010 a), generating approximately 100 000 jobs directly in the field and 150 000 jobs indirectly (SAGARPA, 2005).

Because of the economic and social importance of banana production in México, it is necessary to know how the banana market functions, to identify factors that affect supply and demand, and to determine the price transmission mechanisms at different market levels, including export prices. The hypothesis was that the main factor determining production is harvested area, while demand is defined mainly by per capita income.

## MATERIALS AND METHODS

The market of a farm product is represented mainly by supply and demand, which together determine the price and equilibrium quantity (Ramírez *et al.*, 2003). Based on this premise, for the Mexican banana market, an econometric model of simultaneous equations, which represents how it functions, was proposed. This involves the main variables that determine supply and demand. It also considers the effect of export price transmissions on domestic prices, supply and demand. Estimation of the model was carried out with the two-stage least squares method (2SLS), of SAS (2002).

The data used in the model were from the period 1971 to 2010, and the 2010 to 2017 projections are those calculated, for some of the variables, with trend equations by ordinary least squares. For other variables, mean annual growth rates were calculated and multiplied by the datum of 2010. Population rates were obtained from the National Council on Population (CONAPO, 2013) and from Siade (2011), for the real per capita gross domestic product (GDP).

Data on variables banana production, harvested area, banana and coffee (*Coffea arabica*) grower prices, fertilizer prices, field worker wages, apparent banana consumption, consumer prices of banana, oranges and milk, wholesale banana price, and transport costs, for the period 1971 to 1979 were taken from Cuevas *et al.* (1983). Other sources for the same variables with data from 1980 to 2010 were obtained from the Food and Agriculture Information System for Reference (SIACON), Agriculture and Fishing Information System (SIAP) and FAO (FAOSTAT, 2011). Information on consumer and wholesale

con datos de 1980 a 2010) se obtuvieron del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON), Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP) y FAO (FAOSTAT, 2011) y la información de los precios al consumidor y al mayoreo de diversos años provino principalmente del Banco de México (2011) y del Servicio Nacional de Información e Integración de Mercados (SNICS, 2011). También se usaron índices de precios al consumidor, al mayoreo y al productor, para deflactar los valores nominales y transformarlos en valores reales, tomados del Banco de México (2011) y del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 2011). Estas fuentes tienen precios al consumidor, al mayoreo y los que paga el productor por los insumos e incluyen el costo de transporte de mercancías.

El modelo está constituido por cinco relaciones funcionales (oferta, demanda, precio al productor, al mayoreo y al consumidor de plátano) y una identidad (saldo de comercio exterior de este frutal) que representa la condición de cierre del modelo y establece el equilibrio del mercado (Pérez *et al.*, 2010). El modelo propuesto fue el siguiente:

$$\begin{aligned} QPP = & \beta_{11} + \beta_{12}PPLAR + \beta_{13}SCP - \beta_{14}PFR - \beta_{15}SMCR - \\ & \beta_{16}PMRCAR + \beta_{17}QPPL + \beta_{1t}PPLAR = \beta_{21} + \beta_{22}PMAYPR + \\ & \beta_{23}PPLARL + \beta_{2t}PMAYPR = \beta_{31} + \beta_{32}CTPROR + \beta_{33}PEPR - \\ & \beta_{34}DUM + \beta_{35}PMAYPRL + \beta_{3t}PMENPR = \beta_{41} + \beta_{42}PMAYPR \\ & + \beta_{43}PMENPRL + \beta_{4t}QCP = \beta_{51} - \beta_{52}PMEPR_t + \beta_{53}INGPR + \\ & \beta_{54}QCPL - \beta_{55}PCRER_t - \beta_{56}PLER_t \beta_{57}PPAYR_t + \beta_{58}PMER_t + \\ & \beta_{59}PMENAR_t + \beta_{5t}SCEP = QPP - QCP \end{aligned}$$

$\varepsilon_{it}$  = término de error aleatorio. El término de perturbación  $\varepsilon$  representa todos los factores que afectan a la variable endógena pero no se consideran explícitamente en el modelo (Gujarati y Porter, 2009).

La justificación de la formulación del modelo se basó en la teoría económica y en la evidencia empírica. En la teoría de la oferta Tomek y Robinson (2003) y Stamer (1969) indican que los factores determinantes de la cantidad ofrecida en el período (t) de un producto agrícola son el precio recibido por el productor, los de los factores de producción y los de los productos competitivos y asociados, el estado de la técnica (forma de la función de producción), la capacidad y características técnicas de la empresa, y las restricciones institucionales.

Para plátano, según el Comité Sistema Producto Plátano Nacional (CSPPN, 2010) y la Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable en el Estado de Tabasco (OEIDRSET, 2006), los costos principales de producción son por fertilizantes y pagos por salario. Chiapas y Veracruz destacan en producción de plátano y café por lo que éste se incluyó para identificar el tipo de relación entre estos cultivos. Al respecto, Cuevas *et al.* (1998) identifican al café en la oferta estimada,

prices in diverse years is mainly from the Bank of Mexico (2011) and the National Service of Market Information and Integration (SNICS, 2011). Also used were consumer price index, wholesale price index and grower price index to deflate nominal values and transform them into real values. These indexes were taken from the Bank of México (2011) and the National Institute of Statistics, Geography and Informatics (INEGI, 2011). These sources have consumer and wholesale prices and prices growers pay for inputs, including freight transportation costs.

The model is made up of five functional relationships (supply, demand, producer price, wholesale price, and banana consumer price) and one identity (foreign trade balance of this fruit), which represents the model's closing condition and establishes market equilibrium (Pérez *et al.*, 2010). The model proposed was the following:

$$\begin{aligned} QPP = & \beta_{11} + \beta_{12}PPLAR + \beta_{13}SCP - \beta_{14}PFR - \beta_{15}SMCR - \\ & \beta_{16}PMRCAR + \beta_{17}QPPL + \beta_{1t}PPLAR = \beta_{21} + \beta_{22}PMAYPR + \\ & \beta_{23}PPLARL + \beta_{2t}PMAYPR = \beta_{31} + \beta_{32}CTPROR + \beta_{33}PEPR - \\ & \beta_{34}DUM + \beta_{35}PMAYPRL + \beta_{3t}PMENPR = \beta_{41} + \beta_{42}PMAYPR \\ & + \beta_{43}PMENPRL + \beta_{4t}QCP = \beta_{51} - \beta_{52}PMEPR_t + \beta_{53}INGPR + \\ & \beta_{54}QCPL - \beta_{55}PCRER_t - \beta_{56}PLER_t \beta_{57}PPAYR_t + \beta_{58}PMER_t + \\ & \beta_{59}PMENAR_t + \beta_{5t}SCEP = QPP - QCP \end{aligned}$$

$\varepsilon_{it}$  = random error term. The disturbance term  $\varepsilon$  represents all the factors that affect the endogenous variable but are not considered explicitly in the model (Gujarati and Porter, 2009).

Justification of the model formulation was based on economic theory and on empirical evidence. In the theory of supply, Tomek and Robinson (2003) and Stamer (1969) state that the factors determining quantity supplied in period (t) of a farm product are the producer price, input (factor) prices, price of commodities competing for the same resources, price of joint products, technical state (production function form), capacity and technical characteristics of the enterprise, and institutional restrictions.

For banana, according to the National Committee Banana Produce System (CSPPN, 2010) and the State Office of information for Sustainable Rural Development in the state of Tabasco (OEIDRSET, 2006), the main production costs are for fertilizers and wages. Chiapas and Veracruz are outstanding banana and coffee producers; thus, coffee was included to identify the type of relationship existing between the two crops. In this respect, Cuevas *et al.* (1998) identify coffee in the estimated supply as a crop associated with banana. Because banana is a perennial crop that requires more than one year before it produces, the grower cannot change crops from one year to the next, a situation that induces inertia for the grower to continue producing banana.

como un cultivo asociado del plátano. Debido a que el plátano es un cultivo perenne que requiere más de un año para empezar a producir, el productor no podrá cambiar de cultivo de un año a otro, situación que muestra la inercia del agricultor a seguir produciendo plátano.

Por tanto, la oferta de plátano (QPP) en toneladas (t), se define como una función explicada en forma directa por el precio real al productor (\$/t) de la fruta (PPLAR), superficie cosechada en hectáreas (SCP), cantidad producida de plátano (t) rezagada un año (QPPL) y en forma inversa por el precio real (\$/t) del fertilizante (PFR), salario mínimo real (\$/jornal) de los trabajadores del campo (SMCR), precio real (PMRCAR) medio rural (\$/t) del café.

El plátano es transportado a los centros de distribución al mayoreo (Centrales de Abasto) donde el mayorista determina los precios de compra y venta al mayoreo. En estas condiciones, el precio real al productor de plátano (PPLAR) está determinado directamente por el de mayoreo (PMAYPR) que está dado en \$/t, además de una expectativa del precio (PPLARL), dado que si el año anterior el precio fue alto los productores esperan que ocurra lo mismo en el año presente.

El \$/t de las exportaciones (PEPR) se toma como referencia para determinar el \$/t PMAYPR. La política comercial usa el tipo de cambio como instrumento para promover o desalentar el intercambio de un bien con el exterior. En México, el tipo de cambio de 1971 a 1981 y de 1982 a 2010 fue fijo y flexible. Una manera de captar dicha política es introduciendo una variable de clasificación o dummy (DUM), que toma valor 0 para el período de tipo de cambio fijo y 1 para el de cambio flexible. Los costos (\$/t) de transporte (CTPROR) de los principales estados productores a las Centrales de Abasto representan una proporción del precio real al mayoreo. Los mayoristas tienen una expectativa de este precio (PMAYPRL), y si el año pasado fue alto esperan que este año también lo sea. En estas condiciones el precio al mayoreo está determinado directamente por el precio de exportación, el costo de transporte y el precio al mayoreo rezagado un año e inversamente por la variable de clasificación.

El \$/t al consumidor de plátano (PMENPR) será afectado directamente por el \$/t al mayoreo (PMAYPR), debido a que el mercado mayorista transmite sus efectos al mercado detallista y por una expectativa del precio al menudeo (PMENPRL), que refleja lo que podría pasar en el período actual, pues si fue alto el año anterior en el presente también lo será.

Los principales determinantes de la demanda de un producto agrícola ( $Q_i$ ) en el período  $t$  son precio al consumidor, número de habitantes de un país; distribución por edad y área geográfica, ingreso disponible y su distribución, precios de bienes sustitutos y complementarios, gustos del consumidor y promoción del producto (García *et al.*, 2003; Tomek y Robinson, 2003).

Therefore, the supply of bananas (QPP) in tons (t) is defined as a function that is directly explained by the real producer price (\$/t) (PPLAR), the harvested area in hectares (SCP), the quantity of banana produced (t) with a one year lag (QPPL) and inversely by the real prices (%/t) of fertilizer (PFR), real minimum wage (\$/day) of field workers (SMCR), and the real rural mean price (\$/t) of coffee (PMRCAR).

Banana is shipped to wholesale distribution centers (*Centrales de Abasto*) where the wholesaler determines the wholesale buying and selling prices. In these conditions, the real producer price (PPLAR) is determined directly by the wholesale price (PMAYPR), which is given in \$/t, and also by a price expectation (PPLARL), given the high price in the previous year, growers expect the same to occur in the current year and vice versa.

The price \$/t of exports (PEPR) is used as a reference to determine the wholesale price of banana \$/t (PMAYPR). Trade policy uses the exchange rate as an instrument to promote or discourage foreign trade of a good. In Mexico, the exchange rate from 1971 to 1981 was fixed, and from 1982 to 2010 it was flexible. One way to understand this policy is introducing classification, or dummy (DUM), variable that takes a value 0 for the period in which the exchange rate was fixed and 1 for the period of flexible exchange rate. The costs (\$/t) of shipping (CTPROR) from the main producer states to the wholesale markets represents a proportion of the real wholesale price. Wholesalers have expectations over this price (PMAYPRL); if the price was high the previous year, they expect it to be high the current year. In these conditions, the wholesale price is directly determined by the export price, cost of shipping and wholesale price with a one year lag, and inversely by the classification variable.

The consumer price of banana \$/t (PMENPR) will be directly affected by the real wholesale price \$/t (PMAYPR), since the market wholesaler transmits his effects to the retail market, and by the retail price expectation (PMENPRL), which reflects what could happen in the current period since, if it was high the previous year, it will be high in the current year and vice versa.

The main determiners of demand of a farm product ( $Q_i$ ) in period  $t$  are consumer price, country's population and its distribution by age and geographic area, available income and its distribution, prices of substitute and complementary goods, consumer tastes and publicity (García *et al.*, 2003; Tomek and Robinson, 2003).

The National Mexican Council of Banana Growers (CNMPP, 2005) suggests that bananas are associated with dairy cream, sweetened condensed milk and papaya (*Carica papaya*) mostly in fruit cocktails, while cantaloupe (*Cucumis melo*) and oranges (*Citrus sinensis naranja*) are mentioned as substitutes for banana. Oranges, like bananas, are cheap and can be bought year round.



El Consejo Nacional Mexicano de Productores de Plátano (CNMPP, 2005) planteó que el consumidor asocia al plátano con la crema, la leche azucarada y la papaya (*Carica papaya*) principalmente en cocteles, mientras que el melón (*Cucumis melo*) y la naranja (*Citrus sinensis naranja*) los mencionan como sustitutos del plátano. La naranja, como el plátano, tiene precio bajo y es factible adquirirla todo el año.

En esta investigación se usó como variable explicativa de la demanda (QCP), expresada en al PIB (\$/persona) real per cápita (INGPR), a \$/t al consumidor PMER y PMENAR que funcionan como sustitutos del plátano, a la cantidad consumida rezagada un año (QCPL), a los \$/t al consumidor PMEPR, a los de la leche azucarada (PLER), la crema (PCRER) y la papaya (PPAYR) que funcionan como complementarios. Se espera una relación directa entre la cantidad demandada y las primeras cuatro variables e inversa con las cuatro últimas.

El saldo de comercio exterior de plátano (SCEP) es igual a la oferta menos la demanda, es decir, está determinado por los factores que influyen en éstas funciones, y constituye la ecuación de cierre del modelo que lleva al equilibrio del mercado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico se realizó en la forma estructural del modelo y el económico se efectuó en la forma reducida para capturar el efecto total de las variables predeterminadas sobre las endógenas del modelo (García *et al.*, 2004). Las funciones de oferta, demanda y transmisión del precio real de exportación en el de mayoreo del plátano tuvieron  $R^2$  de 0.86, 0.83 y 0.63 y todos fueron significativos, porque la razón de  $t$  fue  $>1$ . Las ecuaciones de transmisiones de los precios al productor y al consumidor tuvieron  $R^2$  de 0.49 y 0.41 pero se aceptaron las ecuaciones porque sus coeficientes fueron significativos (explican la variable endógena) y tienen los signos esperados. La prueba  $F$  fue significativa para todas las ecuaciones de regresión estimadas al 1 % de probabilidad, lo cual significa que todos los parámetros de la ecuación son diferentes de cero. Los parámetros estimados de todas las ecuaciones de acuerdo con el criterio de  $t$  asintótica, fueron  $>1$ ; por tanto, son significativos para el periodo 1971 a 2010 y para la proyección 1971 a 2017. En esta parte del análisis sólo se usaron los resultados del primer periodo. Se debe notar que las elasticidades estimadas para el periodo 1971 a 2017 fueron más inelásticas que las de 1971 a 2010.

### Elasticidades de la forma estructural

La elasticidad precio de la oferta de plátano en los plazos corto y largo fue muy inelástica en los tres

In this study, the real per capita GDP (\$/person) (INGPR), consumer real price of cantaloupe \$/t PMER and consumer real price of orange PMENAR that serve as substitutes of banana, quantity consumed with a one year lag (QCPL), consumer real price of banana \$/t PMEPR, real prices of sweetened condensed milk (PLER), dairy cream (PCRER) and papaya (PPAYR), which function as complements, were used as explaining variables. A direct relationship between quantity demanded and the first four variables is expected and an inverse relationship with the last four.

The foreign trade balance of bananas (SCEP) is equal to the supply minus the demand; that is, it is determined by factors that affect these functions and constitute the closing equation of the model that leads to market equilibrium.

## RESULTS AND DISCUSSION

Statistical analysis was performed in the structural form of the model and the economic analysis was performed in a reduced form to capture the total effect of the predetermined variables on the endogenous variables of the model (García *et al.*, 2004). The supply, demand and real export price transmission in wholesale banana functions had  $R^2$  of 0.86, 0.83 and 0.63, and all were significant, given that the  $t$  ratio was  $>1$ . The price transmission to grower and to consumer equations had  $R^2$  of 0.49 and 0.41. However, the equations were accepted because their coefficients were significant (they explain the endogenous variable) and have the expected signs. The  $F$  test was significant for all the regression equations estimated to 1 % probability, meaning that all the parameters of the equation are different from zero. The estimated parameters of all the equations, according to the asymptotic  $t$  criterion were  $>1$  and are therefore significant both for the period 1971 to 2010 and for the projection 1971 to 2017. In this part of the analysis only results of the first period are used. It should be noted that the elasticities estimated for the period 1971 to 2017 were more inelastic than those of 1971 to 2010.

### Elasticities of the structural form

Price elasticity of the banana supply in the short and long terms was very inelastic in the three periods (fixed 1971-1982, flexible 1982-2010 exchange rate, complete 1971-2010 and projection 1971-2017). The coefficient 0.13 estimated for 1971-2010, was similar to that reported (0.16) by the FAO (2005)

períodos (tipo de cambio fijo 1971-1982, flexible 1982-2010, completo 1971-2010 y para la proyección 1971-2017). El coeficiente 0.13 estimado para 1971 a 2010, fue similar al reportado (0.16) por la FAO (2005) para Camerún en el periodo 1962 a 2002 y al estimado (0.14) por Cuevas *et al.* (1998) periodo 1964 a 1990 (Cuadro 1). La magnitud de este coeficiente concuerda con la teoría de la oferta, que, según Tomek y Robinson (1991) en los cultivos de ciclo largo como el plátano, la elasticidad precio es inelástica y para frutas en EE.UU. el coeficiente de elasticidad precio de la oferta es 0.2. Además, Plate (1969) indica que cuanto menos producto agrícola se cultive, con necesidades de medios de producción de uso común parecidas (tierra, trabajo, fuerza de tracción o agroquímicos), es probable que la función de oferta sea precio-inelástica para un bien particular. En el presente análisis se consideran los resultados de las elasticidades promedio del periodo 1971 a 2010 y el supuesto de *ceteris paribus*, que indica que al considerar los cambios en una de las variables explicativas; las demás se mantienen constantes.

Los productores en respuesta a las perspectivas del mercado interno y externo, produjeron 2 179 721 t como promedio del periodo 2004 a 2010 y se estimó que producirán 2 299 714 t como promedio del periodo 2011 a 2017; esto representa una tasa media anual de crecimiento de 0.9 % (19618 t). En estas condiciones, considerando el promedio de la elasticidad precio propia de la oferta de 0.13 para el periodo 1971 a 2010, para lograr el incremento anual señalado se requerirá que el precio al productor aumente 6.9 %, incremento de precio que sería mayor a la tasa de crecimiento medio anual de 0.5 %,

for Cameroon in the period 1962 to 2002 and to that estimated (0.14) by Cuevas *et al.* (1998) for 1964 to 1990 (Table 1). The magnitude of this coefficient is in agreement with the theory of supply, which, according to Tomek and Robinson (1991), in long season crops, such as bananas, price elasticity is inelastic, and for fruit in the USA, the coefficient of price elasticity of the supply is 0.2. Moreover, Plate (1969) states that the less a crop is cultivated, with needs of only commonly used production means (land, labor, traction force or agrochemicals) the more likely it is that the supply function is price-inelastic for a particular good. In the present analysis the results of the average elasticities of the period 1971 to 2010 are taken into account and the *ceteris paribus* assumption, which indicates that when changes in one of the explanatory variables are considered; the others remain constant.

In response to domestic and foreign market perspectives, growers produced 2 179 721 t as an average of 2004 to 2010, and it is estimated that they will produce 2 299 714 t as the average for the period 2011 to 2017. This is a mean annual growth rate of 0.9 % (19 618 t). In these conditions, considering the 0.13 average supply price elasticity for the period 1971 to 2010, to achieve the above yearly increase, the producer price must increase 6.9 %, a price increase that would be higher than the mean annual growth rate of 0.5%, estimated as the average of the two periods. This indicates that the producer price has little impact on domestic banana production.

For demand, the price elasticity estimated as the average of the period 1971 to 2010 was inelastic in

**Cuadro 1. Elasticidades de la forma estructural para el mercado de plátano en México, 1971 a 2017.**

**Table 1. Structural form elasticities for the banana market in Mexico, 1971 to 2017.**

Período	1971 a 1981	1982 a 2010	1971 a 2010	1971 a 2017
Oferta				
$E_{QPR, PPLAR}$	0.19 (0.44) <sup>†</sup>	0.12 (0.28) <sup>†</sup>	0.13 (0.31) <sup>†</sup>	0.08 (0.21) <sup>†</sup>
Demanda				
$E_{QCR, PMENPR}$	-0.23 (-0.40) <sup>†</sup>	-0.12 (-0.21) <sup>†</sup>	-0.14 (-0.25) <sup>†</sup>	-0.10 (-0.20) <sup>†</sup>
Transmisiones de precios				
$E_{PMAYPR, PEPR}$	0.05	0.12	0.10	0.09
$E_{PPLAR, PMAYPR}$	0.42	0.35	0.37	0.41
$E_{PMENPR, PMAYPR}$	0.42	0.44	0.44	0.42

<sup>†</sup> Elasticidades de largo plazo ♦ Long term elasticities.

estimado como promedio de los dos periodos mencionados. Esto indica que el precio al productor tiene poco impacto en la producción nacional de plátano.

Para la demanda, la elasticidad precio propia estimada como promedio del periodo 1971 a 2010 resultó inelástica en el plazo corto ( $-0.14$ ) y en el largo ( $-0.25$ ). El resultado es congruente con la teoría de la demanda que indica que los productos con pocos y malos sustitutos, como en el plátano, cuyos sustitutos son melón y naranja, su coeficiente de elasticidad precio debe ser de magnitud pequeña (Plate, 1969; Tomek y Robinson, 1991). El coeficiente es similar al calculado ( $-0.15$ ) por la FAO (2005) para Italia como promedio del periodo 1974 a 1998, y menor al estimado ( $-0.66$ ) por Cuevas *et al.* (1998) como promedio de 1964 a 1990. Huang (1985) señala una elasticidad de  $-0.004$  para EE.UU. como promedio del periodo 1956 a 1983. Según Stamer (1969), la diferencia de la magnitud de los coeficientes se debe a los periodos distintos y variables incluidas en la estimación. En este estudio, el consumo nacional aparente del periodo 2004 a 2010 (2 086 930 t) y el estimado para 2011 a 2017 (2 104 000 t) es un aumento de 4.2 % y una tasa de crecimiento media anual de 0.14 % (2922 t). Este incremento anual del consumo requeriría que el precio al consumidor de plátano bajase anualmente 1.4 %, pero se estima que aumente 0.8 % cada año. Dada la inelasticidad alta de la demanda, incrementos pequeños en el consumo nacional aparente requieren disminuciones más que proporcionales en el precio al consumidor.

La disminución estimada de 1.5 % del precio real de exportación de plátano que se espera ocurra en el periodo referido, haría que por la transmisión muy inelástica el precio al mayoreo disminuya (0.15 %). En cambio, el mismo decremento del precio de esta fruta al mayoreo causaría una reducción de 0.5 % en los precios para el productor y de 0.6 % para el consumidor (Cuadro 1). El precio de exportación fue atractivo para los exportadores, ya que de 2006 a 2010 fue 34 % superior al de mayoreo interno, por lo cual las exportaciones aumentaron de 67 a 160 mil t (148 %).

### Elasticidades de la forma reducida

La elasticidad de la oferta muestra que la superficie cosechada de plátano influye positivamente en la cantidad ofrecida y el aumento medio anual de

the short ( $-0.14$ ) and long ( $-0.25$ ) term. The result is congruent with the theory of demand, which states that the coefficient of elasticity of products that have few and poor substitutes, as the bananas whose substitutes are cantaloupe and oranges, must be of small magnitude (Plate, 1969; Tomek and Robinson, 1991). The coefficient is similar to that ( $-0.15$ ) calculated by the FAO (2005) for Italy as the average for 1974 to 1998, and lower than that estimated ( $-0.66$ ) by Cuevas *et al.* (1998), as the average of the period 1964 to 1990. For United States Huang (1985) points out an elasticity of  $-0.004$  as the average of the period 1956-1993. According to Stamer (1969), the difference in magnitude of the coefficients is due to the different periods and variables included in the estimation. In this study, apparent domestic consumption during 2004 to 2010 (2 086 930 t) and that estimated for 2011 to 2017 of (2 104 000 t) is a 4.2 % increase and a 0.14 % (2922 t) mean annual growth rate. This yearly increase in consumption would require a consumer price drop of 1.4 % yearly, but it is estimated that it will increase 0.8 % per year. Given the high inelasticity of demand, small increases in apparent domestic consumption require more than proportional decreases in the consumer price.

The estimated 1.5 % reduction in the real export banana price, which is expected to occur in the cited period, would cause, by very inelastic transmission, the wholesale price to decrease (0.15 %). On the other hand, the same price decrease in wholesale bananas would cause a reduction of 0.5 % in prices to the grower and 0.6 % for the consumer (Table 1). The export price was attractive for the exporters since from 2006 to 2010 it was higher than domestic wholesale. For this reason, exports increased from 67 to 160 thousand t (148 %) during those years.

### Reduced form elasticities

Supply elasticity shows that harvested area has a positive effect on the supply quantity, and a mean annual increase of 0.9 % in domestic production would require a 9.4 % increase in cultivated area (718 ha), calculated on the basis of the average of 76 591 ha during the period 2004 to 2010. This is feasible since in some years larger increases have been recorded.

0.9 % de la producción nacional requeriría aumentar 9.4 % la superficie (718 ha) calculada con base en el promedio de 76 591 ha del periodo 2004 a 2010. Esto es factible, pues en algunos años hubo aumentos mayores.

Los fertilizantes y la mano de obra regional son factores de costo de producción que influyen inversamente en la producción de plátano en México; para ellos se estimaron elasticidades promedio cruzadas de  $-0.11$  y  $-0.14$ . Estos coeficientes son menores a los obtenidos ( $-0.35$  y  $-0.44$ ) por Cuevas *et al.* (1998) como promedio del periodo 1964 a 1990. La magnitud del coeficiente estimado es consistente con lo esperado por la teoría de la oferta, porque se espera que en el tiempo la mayoría de los productores empleen la cantidad de fertilizante y los jornales por ha que recomiendan los centros de investigación. Por esto, los cambios de los precios de estos factores tienen poco efecto en la producción de plátano. Con base en las elasticidades estimadas, el aumento anual de 0.9 % de la producción de plátano requerirá reducir los precios de estos factores de producción 8.2 y 6.4 %, y es factible porque en los periodos 2004 a 2010 y 2011 a 2017 disminuyeron 9.5 y 21.8 %. Así, estos factores pueden usarse para impulsar el rendimiento por ha y, por tanto, la producción de plátano y calidad que demanda el mercado (Cuadro 2).

El cultivo del café fue débilmente competitivo de la producción de plátano ( $-0.03$ ), lo cual es contrario al promedio (0.02) obtenido por Cuevas *et al.* (1998) del periodo 1964 a 1990 y que clasificó al café como cultivo asociado al plátano. Al respecto, en plantaciones de café, el plátano por su rentabilidad alta sustituye al café poco a poco (CENICAFE, 2000). Esto indica que el café es competitivo débil del plátano, resultado similar al de la presente investigación. En este caso, aumentos de 1 % de la producción de plátano corresponden con disminuciones proporcionales del precio del café (30 %).

Los precios reales de exportación, al mayoreo y al productor, se han rezagado los dos últimos años. El costo de transporte de la fruta de las zonas productoras a las centrales de abasto influye en forma muy inelástica y positiva en la cantidad ofrecida. Así, para lograr 0.9 % de incremento anual en la producción de plátano los precios deberán aumentar 18, 60, 12.85 y 69 % por año. De estos factores, el precio de exportación, definido en el mercado internacional, tiene una función importante en el estímulo de la

Fertilizers and regional labor are production cost factors that inversely affect banana production in México. For these factors, average cross elasticities of  $-0.11$  and  $-0.14$  were estimated. These coefficients are lower than those obtained ( $-0.35$  and  $-0.44$ ) by Cuevas *et al.* (1998), as the average of the period 1964 to 1990. The magnitude of the estimated coefficient is consistent with that expected by the theory of supply since it is expected that over time most of the growers would use the amount of fertilizer and the labor per ha recommended by research centers. For this reason, these factors have little effect on banana production. Based on the estimated elasticities, the 0.9 % annual increase in banana production will require an 8.2 % and 6.4 % reduction in the prices of the production factors, which is feasible considering that in the periods 2004 to 2010 and 2011 to 2017 they decreased 9.5 % and 21.8 %. Thus, these factors can be used to encourage increases in yield per ha and, consequently, higher banana production and the quality the market demands (Table 2).

Coffee cultivation was weakly competitive with banana production ( $-0.03$ ). This result contrasts with the average (0.02) obtained by Cuevas *et al.* (1998) for 1964 to 1990, classifying coffee as a crop associated with bananas. In this respect, in coffee plantations there is gradual substitution of coffee by the more profitable bananas (CENICAFE, 2000). This indicates that coffee is a weak competitor of banana, a result similar to that of this study. In this case, 1 % increases in banana production correspond to proportional decreases (30 %) in coffee prices.

Real export prices, both wholesale and producer, have lagged two years. Shipping costs from producer-regions to the wholesale markets have a very inelastic positive influence in the supply. Thus, to achieve a 0.9 % yearly increase in banana production, prices must increase 18, 60, 12.85 and 69 % per year. Of these factors, export price, which is defined in the international market, plays an important role in stimulating production; from 2006 to 2010 it was 34 % higher than the domestic wholesale price.

The real per capita GDP is a determining factor in demand. Achieving a 0.7 % annual increase in the demanded quantity would require a 2.1 % increase in this factor. This is feasible since growth rates above 3 % are estimated for 2011 to 2017. The elasticity in this study is similar to that (0.39) by the FAO (2005) for the United Kingdom in the period 1974 to 1998,



**Cuadro 2. Elasticidades de corto plazo de la forma reducida para el mercado del plátano en México de 1971 a 2017.**  
**Table 2. Reduced form short-term elasticities for the banana market in Mexico, 1971 to 2017.**

Período	1971 a 2010	1971 a 2017	Período	1971 a 2010	1971 a 2017
Oferta			Demanda		
$E_{QPP, SCP}$	0.960	0.920	$E_{QCP, INGPR}$	0.330	0.37
$E_{QPP, PFR}$	-0.110	-0.120	$E_{QCP, QCPL}$	0.420	0.49
$E_{QPP, SMCR}$	-0.140	-0.150	$E_{QCP, PCREER}$	-0.260	-0.19
$E_{QPP, PMRCAR}$	-0.03	-0.020	$E_{QCP, PLER}$	-0.250	-0.29
$E_{QPP, QPPL}$	0.580	0.600	$E_{QCP, PPAYR}$	-0.240	-0.11
$E_{QPP, CTPROR}$	0.013	0.010	$E_{QCP, PMER}$	0.220	0.21
$E_{QPP, PEPR}$	0.050	0.003	$E_{QCP, PMENAR}$	0.130	0.07
$E_{QPP, PMAYPRL}$	0.015	0.0110	$E_{QCP, CTPROR}$	-0.017	-0.012
$E_{QPP, PPLARL}$	0.070	0.040	$E_{QCP, PEPR}$	-0.006	-0.004
			$E_{QCP, PMAYPRL}$	-0.02	-0.014
			$E_{QCP, PMENPRL}$	-0.055	-0.039
Transmisiones de precios			Saldo de comercio exterior		
$E_{PMAYPR, CTPROR}$	0.270	0.280	$E_{SCEP, SCP}$	19.7	16.5
$E_{PMAYR, PEPR}$	0.100	0.090	$E_{SCEP, PFR}$	-2.3	-2.1
$E_{PMAYR, PMAYPRL}$	0.315	0.310	$E_{SCEP, SMCR}$	-2.8	-2.8
			$E_{SCEP, PMRCAR}$	-0.6	-4
$E_{PMENPR, CTPROR}$	0.120	0.120	$E_{SCEP, QPPL}$	11.9	10.8
$E_{PMENPR, PEPR}$	0.040	0.040	$E_{SCEP, INGPR}$	-6.4	-6.3
$E_{PMENPR, PMAYPRL}$	0.140	0.130	$E_{SCEP, QCPL}$	-8.2	-8.3
$E_{PMENPR, PMENPRL}$	0.380	0.370	$E_{SCEP, PCREER}$	5.1	3.3
			$E_{SCEP, PLER}$	4.9	4.9
$E_{PPLAR, CTPROR}$	0.101	0.115	$E_{SCEP, PPAYR}$	4.7	1.9
$E_{PPLAR, PEPR}$	0.035	0.039	$E_{SCEP, PMER}$	-4.3	-3.55
$E_{PPLAR, PMAYPRL}$	0.120	0.130	$E_{SCEP, PMENAR}$	-2.5	-1.2
$E_{PPLAR, PPLARL}$	0.510	0.470	$E_{SCEP, CTPROR}$	0.6	0.4
			$E_{SCEP, PEPR}$	0.2	0.1
			$E_{SCEP, PMAYPRL}$	0.7	0.4
			$E_{SCEP, PPLARL}$	1.4	0.7
			$E_{SCEP, PMENPRL}$	1.1	0.02

producción, ya que del 2006 al 2010 fue 34 % superior al de mayo interno.

El PIB real per cápita es un factor determinante de la demanda; para lograr 0.7 % de aumento anual de la cantidad demandada se requeriría que este factor aumente 2.1 %. Esto es factible porque se estiman tasas de crecimiento superiores a 3 % de 2011 a 2017. La elasticidad en este estudio es similar a la estimada (0.39) por FAO (2005) para el Reino Unido en el período 1974 a 1998, e inferior a la elasticidad gasto (1.09) obtenida por Cuevas *et al.* (1998) para 1964 a 1990. La teoría de la demanda indica que en las estimaciones de las elasticidades el gasto es superior al ingreso (Stamer, 1969) y disminuyen con la saturación creciente de las satisfacción de las necesidades, y viceversa (Plate, 1969). La elasticidad estimada de la demanda de plátano lo clasifica como

and lower than the expenditure elasticity (1.09) obtained by Cuevas *et al.* (1998) for 1964 to 1990. The theory of demand states that, in estimations of elasticities, expenditure elasticity is higher than income elasticity (Stamer, 1969) and they diminish with the increasing saturation of needs satisfaction, and *vice versa* (Plate, 1969). The estimated elasticity of banana demand classifies it as a necessary good because of its high level of consumption in México. For this reason, it is expected that the quantity demanded will continue to increase with increasing real per capita GDP and that it will be one of the major market products for domestic growers.

Elasticities of products related to banana demand are those of dairy cream (-0.26), sweetened condensed milk (-0.25) and papaya (-0.24) and function as weak complements. A 0.7 % annual

un bien necesario por el nivel de consumo alto en México. Por tanto, se espera que la cantidad demandada siga aumentando con el incremento del PIB real per cápita y sea uno de los productos importantes del mercado para los productores nacionales.

Las elasticidades de productos relacionados con la demanda de plátano son las de la crema ( $-0.26$ ), la leche azucarada ( $-0.25$ ) y la papaya ( $-0.24$ ) y funcionaron como complementarios débiles. El aumento anual de  $0.7\%$  de la demanda de la fruta requeriría que los precios respectivos disminuyeran  $2.7$ ,  $2.8$  y  $2.9\%$ , mientras que los de la naranja ( $0.13$ ) y el melón ( $0.22$ ), como sustitutos débiles del plátano, deberían aumentar  $3.2$  y  $5.4\%$ . Esto es factible si se estima que los precios de los complementarios tuvieron tasas de crecimiento media anual de  $0.4$ ,  $1.3$  y  $8.3\%$ , el melón aumentó  $4.2\%$  y la naranja disminuyó  $2.4\%$ . Las elasticidades de la naranja y la leche en esta investigación fueron similares a ( $0.19$  y  $-0.45$ ) a las estimadas por Cuevas *et al.* (1998) de 1964 a 1990. La teoría de la demanda indica que las elasticidades de complementarios y sustitutos imperfectos, como los productos mencionados, deben tener magnitud pequeña e inferiores a la unidad (Nicholson y Snyder, 2008). Plate (1969) indica que la elasticidad cruzada del bien  $i$ , en relación con las variaciones de bienes sustitutos, *ceteris paribus*, reacciona con intensidad mayor cuanto más alto es el grado de sustituibilidad entre ambos bienes, y viceversa. Huang (1985) reporta elasticidades pequeñas (entre  $0.0023$  y  $0.497$ ) para 23 sustitutos del plátano y para 12 complementarios ( $-0.0013$  y  $-0.4257$ ).

Las diferencias entre la oferta y la demanda proyectadas hasta el 2017 indican que en promedio en el periodo 2011 a 2017 habrá excedente de 195 714 t para la exportación. Este excedente, respecto al promedio de 2004 a 2010 (92843 t), implica una tasa de crecimiento media anual del  $13\%$ . Este aumento absoluto es factible, pues de 1990 a 1999 se exportaron 100 a 295 mil t.

Las variables que influyen más en ese saldo son la superficie cosechada y la cantidad producida rezagada un año. El incremento medio anual de  $13\%$  de las exportaciones requiere que la superficie aumente  $0.66\%$  (506 ha) respecto al promedio del periodo 2004 a 2010, lo que contribuirá al citado aumento de las exportaciones con 25 447 t.

Los precios de fertilizantes y mano de obra influyen negativamente en el saldo de comercio exterior.

increase in the demand for bananas would require that the respective prices decrease  $2.7$ ,  $2.8$  and  $2.9\%$ , while those of oranges ( $0.13$ ) and cantaloupe ( $0.22$ ), weak substitutes of banana, should increase  $3.2$  and  $5.4\%$ . This is feasible if it is estimated that prices of the complementary products showed a mean annual growth rate of  $0.4$ ,  $1.3$  and  $8.3\%$ , cantaloupe increased  $4.2\%$  and oranges decreased  $2.4\%$ . Orange and milk elasticities in this study were similar to those ( $0.19$  and  $-0.45$ ) estimated by Cuevas *et al.* (1998) for 1964 to 1990. The theory of demand states that elasticities of imperfect complementary and substitute products, such as those mentioned above, must be of small magnitude and less than one (Nicholson and Snyder, 2008). Plate (1969) points out that the cross elasticity of good  $i$ , relative to the variations in substitute goods, *ceteris paribus*, reacts more intensely with higher degrees of substitutability between the two goods and *vice versa*. Huang (1985) reports small elasticities (between  $0.0023$  and  $0.497$ ) for 23 banana substitutes and for 12 complementary products ( $-0.0013$  and  $-0.4257$ ).

The differences between supply and demand projected to 2017 indicate that, on average for the period 2011 to 2017, there will be a surplus of 195 714 t for export. This surplus, relative to the average of 2004 to 2010 (92843 t), implies a mean annual growth rate of  $13\%$ . This absolute increase is feasible since from 1990 to 1999 exports were between 100 and 295 thousand t.

The variables that most influence this balance are harvested area and quantity produced with a one year lag. The  $13\%$  mean annual increase in exports requires that cultivated area increase  $0.66\%$  (506 ha) relative to the average of the period 2004 to 2010, which will contribute 25 447 t to the above mentioned increase in exports.

Fertilizer and labor prices negatively influence the foreign trade balance. The projection to 2017 of these factors indicates that they will decrease  $0.65$  and  $1.65\%$  on average yearly. In this respect, the  $13\%$  yearly growth in exports requires that prices decrease  $5.65$  and  $4.64\%$ , together contributing 50 886 t to exports. This volume is relevant considering that the international market will continue to be important for the domestic grower.

The factors that most influence banana exports inversely are real per capita GDP and prices of substitute products, while those that most affect it directly are prices of complementary products. In the

La proyección hasta 2017 de estos factores indica que disminuirán en promedio 0.65 y 1.65 % anualmente. Al respecto, el crecimiento anual de 13 % de las exportaciones requiere que los precios disminuyan 5.65 y 4.64 %; así contribuyen 50 886 t a las exportaciones. Este volumen es relevante considerando que el mercado internacional continuará siendo importante para el productor nacional.

Los factores que más influyen en forma inversa en las exportaciones de plátano son PIB real per cápita, precios de productos sustitutos y, en forma directa, los precios de productos complementarios. En las proyecciones hasta el 2017 la primera variable aumentará 1.86 % cada año, por lo que las exportaciones disminuirán 11.9 % (23 298 t).

Los precios de crema, leche y papaya se proyecta que aumenten 0.4, 1.35 y 8.3 % cada año. Al aumentar los precios se demanda menor cantidad de estos tres complementarios del plátano y en consecuencia también del plátano. Por tanto, en conjunto la cantidad demandada disminuiría 85 330 t, que se exportaría al mercado internacional.

Los precios promedio del melón y la naranja, como sustitutos del plátano, de los periodos 2004 a 2010 y 2011 a 2017, aumentaría cada año 4.2 % el del primero y disminuiría 2.4 % el del segundo; por tanto, en el primero se reducirá la cantidad demandada, originando que la demanda de plátano se desplace a la derecha y que su cantidad demandada aumente, con una reducción de 18 % (16711 t) de las exportaciones. La caída del precio de la naranja haría que la demanda precio del plátano se desplace a la izquierda, reduciendo la cantidad demandada de plátano y aumentaría 6 % las exportaciones (5571 t).

## CONCLUSIONES

Las elasticidades de la oferta y la demanda de plátano para todos sus factores determinantes fueron muy inelásticas, excepto la superficie cosechada, cuyo coeficiente fue cercano a 1. Por tanto, este factor es el más importante con el cual puede aumentar la producción nacional para responder los requerimientos del consumo.

Los factores que determinan la oferta de plátano son superficie cosechada, cantidad producida rezagada un año, salario regional y precio de los fertilizantes.

La demanda la determina el producto interno bruto real per cápita, cantidad demandada rezagada

proyecciones to 2017, the first variable will increase 1.86 % yearly, causing export to decrease 11.9 % (23 298 t).

The prices of dairy cream, milk and papaya are projected to increase 0.4, 1.35 and 8.3 % yearly. When prices rise, the quantity demanded of the three complementary products decreases and, consequently, so does the demand for bananas. Thus, together, the quantity demanded will decrease 85 330 t, which will be exported to the international market.

Average prices of cantaloupe and oranges, as banana substitutes, of the periods 2004 to 2010 and 2011 to 2017 would increase 4.2% yearly the first one and decrease 2.4% the second one, therefore in the first one the quantity demanded will decrease, which will cause the banana demand to shift to the right and its demanded quantity to increase, with an 18 % (16 711 t) decrease in exports. Falling prices of oranges would cause the demand price of bananas to shift to the left, with a decrease in demanded quantity of bananas, originating a 6 % (5571 t) increase in exports.

## CONCLUSIONS

Supply and demand banana elasticities for all of its determining factors were very inelastic, except for harvested area, whose coefficient was nearly one. This is, therefore, the most important factor with which domestic production can increment to respond to consumer requirements.

The factors that determine banana supply are harvested area, quantity produced with a one year lag, regional wages and fertilizer prices.

Demand is determined by real per capita gross domestic product, quantity demanded lagging one period, prices of dairy cream, sweetened condensed milk and papaya, as complementary products and prices of oranges and cantaloupe as substitutes.

The determining factors of supply make this function increase more than those of demand. There is always surplus for export, and when international prices are more attractive for growers than domestic prices, exports increase at the expense of decreasing domestic supply.

—End of the English version—

---\*---

un período, precios de la crema, leche azucarada y papaya, como productos complementarios, y precios de la naranja y el melón como sustitutos.

Los determinantes de la oferta aumentan a esta función más que los de la demanda. Siempre hay un excedente para la exportación y cuando los precios internacionales son más atractivos para los productos que los internos, aumenta la exportación a costa de la reducción del abasto interno.

## LITERATURA CITADA

- Banco de México. 2011. <http://www.banxico.org.mx/> (Consulta: mayo a noviembre 2011).
- CSPN. Comité Sistema Producto Plátano Nacional, A.C. 2010. El plátano en México y el mundo. SAGARPA, México. pp: 6-13.
- CNMPP. Consejo Nacional Mexicano de Productores de Plátano. 2005. Hábitos de consumo del plátano y elementos para el diseño de una estrategia de reposicionamiento en el mercado nacional. Ulises Beltrán y Asociados, S.C. México, DF. pp: 39-37.
- CONAPO. Consejo Nacional de Población. 2013. Proyecciones de la población de México 2010-2050. <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones> (Consulta: febrero 2013).
- COVECA. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. 2010. Monografía del plátano. Veracruz Gobierno del Estado, México. pp: 2-6.
- Cuevas A., C. M., R. García M., J. S. Mora F., J. M. Omaña S., y G. García D. 1998. Un modelo econométrico del mercado del plátano en México (1964-1990). *Agrociencia* 32: 183-190.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2005. Partial equilibrium model of the world banana market. pp. 8-10, <http://www.fao.org/ES/ESC/common/ecg/195/en/BAWORK.pdf> (Consulta: mayo 2012).
- FAOSTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <http://faostat.fao.org> (Consulta: mayo a noviembre 2011).
- 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, México. 382 p.
- García M., R., M. F. del Villar V., J. A. García S., J. S. Mora F., y R. C. García S. 2004. Modelo econométrico para determinar los factores que afectan el mercado de la carne de porcino en México. *Interciencia* 29: 414-420.
- Gujarati D., N., y C. Porter D. 2009. *Econometría*. 5<sup>a</sup> ed., Edit. Mc Graw Hill, México. 921 p.
- Huang K., S. 1985. U. S. Demand for food: a complete system of price and income effects. Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin No. 1714. 51 p.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2011 <http://www.inegi.org.mx/> (Consulta: mayo a noviembre 2011).
- Nicholson, W. y C. Snyder. 2008. *Microeconomic Theory. Basic Principles and Extensions*. 10 th Edition. South Western, United States. 740 p.
- OEIDRSET. Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable en el Estado de Tabasco. 2006. Plan rector del sistema producto plátano en el estado de Tabasco. Tabasco, México: pp. 6-7.
- Pérez, V., F. C., R. García M., M. A. Martínez D., J. S. Mora F., H. Vaquera H., y A. González E. 2010. Efecto de las importaciones de carne de porcino en el mercado mexicano, 1961-2007. *Rev. Mex. Ciencias Pec.* 1: 115-126.
- Plate, R. 1969. *Política de Mercados Agrarios*. Editorial Academia. León, España. 314 p.
- Ramírez G., A., R. García M., G. García D., y J. A. Matus G. 2003. Un modelo de ecuaciones simultáneas para el mercado de la carne de pollo en México, 1970-1998. *Agrociencia* 37: 73-84.
- SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2005. Plan rector sistema producto nacional plátano. México DF, México. pp: 5-14.
- SAS. 2002. The SAS (Statistical Analysis System) System for Windows V. 9.0. Sas Institute Inc. Cary, NC. USA.
- Siade P. 2011. Análisis de riesgo, México. Coface. [www.coface.com.mx/CofacePortal/.../MX/es.../PABLO\\_SIADE](http://www.coface.com.mx/CofacePortal/.../MX/es.../PABLO_SIADE) pdf (Consulta: febrero 2013).
- SIACON. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. 2011. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=181&Itemid=426](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181&Itemid=426) (Consulta: junio a octubre 2011).
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2011. <http://www.siap.gob.mx/> (Consulta: junio a octubre 2011).
- Stamer, H. 1969. *Teoría del Mercado Agrario*. Editorial Academia. León, España. 336 p.
- Tomek, W. G., and K. Robinson L. 1991. *Agricultural Product Prices*. Third edition. Cornell University Press. Ithaca, United States. 360 p.
- Tomek, W. G., and K. Robinson L. 2003. *Agricultural Product Prices*. Fourth edition. Cornell University Press. Ithaca and London. 428 p.