

## Estimación empírica de elasticidades de oferta y demanda\*

### Empirical estimation of elasticity of supply and demand

Jorge Miguel Paulino Vázquez Alvarado<sup>1§</sup> y Miguel Ángel Martínez Damián<sup>2</sup>

<sup>1</sup>C E Zacatepec-INIFAP. Carretera Galeana-Zacatepec km 0.5, Zacatepec, Morelos, C. P. 62780. Tel: (734) 343 0331. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Montecillos. Carretera México Texcoco, km 36.5 Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. (angel01@colpos.mx). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: vazquez.jorge@inifap.gob.mx.

#### Resumen

Las elasticidades de oferta y demanda son indicadores del comportamiento de productores y compradores ante cambios en los precios de productos. Sirven a los empresarios y a los funcionarios públicos para evaluar su política de precios. En México se utiliza poco este indicador ante la creencia de que las elasticidades sólo se pueden calcular mediante técnicas econométricas complejas. El presente estudio tuvo como objetivo demostrar que a través de un método sencillo se puede obtener elasticidades confiables. El procedimiento inició determinando los modelos que representarían la oferta y la demanda de manera simplificada. A cada uno de éstos se les calculó sus parámetros mediante regresión múltiple para lo cual se utilizó funciones lineales, doble logarítmica o semi-logarítmica según fuera el caso. De cada ecuación se tomó el coeficiente del precio ( $\beta$ ) para calcular la respectiva elasticidad. Éstas se compararon con las obtenidas por métodos sofisticados. Se concluyó que i) las elasticidades precio de la oferta calculadas por regresión difiere en valor de las calculadas con sistema de ecuaciones; y ii) el uso de regresión múltiple es una opción para calcular elasticidades precio de oferta y demanda siempre y cuando se incluya en el modelo variables que afecten marcadamente la oferta o la demanda.

**Palabras clave:** función lineal, función doble logarítmica, función semi-logarítmica, regresión múltiple.

#### Abstract

The elasticity of supply and demand is an indicator of the behavior of producers and buyers to changes in commodity prices. It helps entrepreneurs and government officials to evaluate their pricing policies. In Mexico, this indicator is not commonly used, due to the belief that the elasticity can only be calculated using sophisticated econometric techniques. This study aimed to prove that through a simple method reliable elasticity can be obtained. The process began by determining the models that represent supply and demand in a simplified form. To each of these was calculated their parameters through multiple regression for which was used linear, double logarithmic or semi-log functions according to the case. From each equation the coefficient of the price ( $\beta$ ) was taken to calculate the respective elasticity. These were compared with those obtained by sophisticated methods. It was concluded that i) price elasticity of supply calculated by regression, differs in value from those calculated with system of equations; and ii) the use of multiple regression is an option to calculate price elasticity of supply and demand as long as the model includes variables that markedly affect the supply or demand.

**Keywords:** double logarithmic function, linear function, multiple regressions, semi-logarithmic function.

\* Recibido: octubre de 2014  
Aceptado: marzo de 2015

## Introducción

Las elasticidades de oferta y demanda son indicadores del comportamiento de productores y compradores ante cambios en los precios de productos y servicios. Sirven a los empresarios para fijar los precios de sus bienes y servicios (Barrera y Chalita, 1988) y a los funcionarios públicos para diseñar y evaluar política agrícola (Vázquez, González y Espinoza, 2009). En México se utiliza poco este instrumento ante la creencia de que las elasticidades sólo se pueden obtener mediante técnicas econométricas complejas, tales como las ecuaciones simultáneas (Kmenta, 1977) o el sistema de demanda casi ideal (Deaton y Muellbauer, 1988). El presente artículo tiene como objetivo demostrar que a través de un método sencillo se obtiene elasticidades confiables. El procedimiento no es nuevo; Martínez (1974) lo promovió argumentando que la mayoría de los modelos económicos podían reducirse a una regresión mediante algún artificio; sin embargo, en la práctica se ha utilizado poco. Para demostrar las bondades del procedimiento se calculó las elasticidades de oferta y demanda de diversos productos agropecuarios de México y se comparó con las obtenidas por métodos más sofisticados.

## Materiales y métodos

La demanda de un bien está en función del precio del artículo, del ingreso del comprador, de los precios de los bienes sustitutos y complementarios y de sus gustos (Salvatore, 1977). Lo anterior se representa de la siguiente manera:

$$Qd_{it} = f_i(P_{it}, I_t, P_{ob_t}, P_{s_t}, P_{c_t}, G_t) + u_{it}$$

Donde:  $Qd_{it}$  = consumo aparente del bien  $i$  en el momento  $t$ ;  $P_{it}$  = precio del bien  $i$  en el momento  $t$ ;  $I_t$  = ingreso en el momento  $t$ ;  $P_{ob_t}$  = población en el momento  $t$ ;  $P_{s_t}$  = precio de productos sustitutos en el momento  $t$ ;  $P_{c_t}$  = precio de productos complementarios en el momento  $t$ ;  $G_t$  = gustos en el momento  $t$ ;  $u_{it}$  = error de observación al momento  $t$  ( $t = 1, 2, \dots, n$ ),  $n$  = número total de observaciones.

Para calcular las elasticidades de demanda, generalmente se utilizan sistemas de ecuaciones de demanda tales como el Sistema lineal de gasto (Stone, 1954), el Rotterdam (Theil, 1965), el Translog (Christensen *et al.*, 1975) y el sistema de demanda casi ideal o por sus siglas en inglés Almost

## Introduction

The elasticity of supply and demand is an indicator of the behavior of producers and buyers before changes in the price of products and services. It helps to entrepreneurs to set prices for their goods and services (Barrera and Chalita, 1988) and to government officials to design and evaluate agricultural policy (Vazquez, González and Espinoza, 2009). In Mexico this instrument is rarely used, due to the belief that the elasticity can only be obtained through sophisticated econometric techniques, such as the simultaneous equations (Kmenta, 1977) or the almost ideal demand system (Deaton and Muellbauer, 1988). This article aims to prove that through a simple method reliable elasticity can be obtained. The procedure is not new; Martínez (1974) promoted it arguing that most economic models could be reduced to a regression through some artifice; however, in real situation has been little used. To demonstrate the benefits of the procedure, the elasticity of supply and demand of different agricultural products in Mexico were calculated and compared with those values obtained through more sophisticated methods.

## Materials and methods

The demand of a good is a function of the item price, buyer's income, price of substitute and complementary goods and their taste (Salvatore, 1977). The latter is represented as follows:

$$Qd_{it} = f_i(P_{it}, I_t, P_{ob_t}, P_{s_t}, P_{c_t}, G_t) + u_{it}$$

Where:  $Qd_{it}$  = apparent consumption of good  $i$  at time  $t$ ;  $P_{it}$  = price of good  $i$  at time  $t$ ;  $I_t$  = income at time  $t$ ;  $P_{ob_t}$  = population at time  $t$ ;  $P_{s_t}$  = price of substitute products at time  $t$ ;  $P_{c_t}$  = price of complementary products at time  $t$ ;  $G_t$  = tastes at time  $t$ ;  $u_{it}$  = observation error at time  $t$  ( $t = 1, 2, \dots, n$ ),  $n$  = total number of observations.

To calculate elasticity of demand, generally uses demand equations systems such as linear expenditure system (Stone, 1954), the Rotterdam (Theil, 1965), the Translog (Christensen *et al.*, 1975) and the almost ideal demand system (AIDS) (Deaton and Muellbauer, 1988), being the latter the most used. The AIDS method has advantages such as the simultaneous estimation of elasticity of demand

Ideal Demand System (AIDS) (Deaton y Muellbauer, 1988), siendo este último el más utilizado. El método AIDS tiene ventajas como la de simultáneamente estimar las elasticidades de demanda de varios productos, pero para fines prácticos tiene como inconvenientes requerir serie de datos para una canasta de productos y conocimientos de econometría.

La estimación de elasticidades se puede simplificar si en lugar de considerar un conjunto de ecuaciones sólo se utiliza una con pocas variables. Lo anterior se logra si el modelo general de la demanda se reduce a tres factores (el precio del bien, el ingreso y la población) y el resto se mantiene constante; esto se representa con el siguiente modelo.

$$Qd_{it} = f_i(P_{it}, I_t, Pobl_t | P_{st}, P_{ct}, G_t) + u_{it} \quad 1)$$

Por su parte, la oferta de un producto, en lo general, está en función del precio del artículo, la tecnología, el precio de los insumos y del clima (Salvatore, 1977), lo cual se representa con el siguiente modelo:

$$Qs_{it} = f_i(P_{it}, T_t, Ins_t, C_t) + u_{it}$$

Donde:  $Qs_{it}$  = cantidad ofertada del bien  $i$  en el momento  $t$ ;  $P_{it}$  = precio del bien  $i$  en el momento  $t$ ;  $T_t$  = tecnología en el momento  $t$ ;  $Ins_t$  = Precio de los insumos para producir el bien  $i$  en el momento  $t$ ;  $C_t$  = Clima en el momento  $t$ ;  $u_{it}$  = Error de observación al momento  $t$  ( $t = 1, 2, \dots, n$ ),  $n$  = número total de observaciones.

En lo particular para la agricultura, dado que los productos no se pueden obtener de un día para otro, los precios de años o ciclos anteriores pueden llegar a desempeñar un papel determinante. Es por esto que la función de oferta es mejor representarla de la siguiente manera:

$$Qs_{it} = f_i(P_{it}, P_{i,t-1}, P_{i,t-2}, T_t, Ins_t, C_t) + u_{it}$$

Donde:  $P_{i,t-1}$  = precio del bien en el año o ciclo  $t-1$ ;  $P_{i,t-2}$  = precio del bien en el año o ciclo  $t-2$ .

Para estimar las elasticidades de oferta, generalmente se utiliza el método de ecuaciones simultáneas (Kmenta, 1977). Este método tiene la ventaja de considerar simultáneamente a todos los factores lo que permite capturar sus interacciones. Tiene el inconveniente práctico de requerir conocimientos de teoría económica, de econometría y de requerir un conjunto confiable de datos.

for various products, but for practical purposes it has the disadvantage that requires data series for a basket of goods and knowledge on econometrics.

Elasticity estimation can be simplified, rather than considering a set of equations and only a few variables are used. This is achieved if the overall demand model is reduced to three factors (price of good, income and population) and the rest remains constant; this is represented by the following model.

$$Qd_{it} = f_i(P_{it}, I_t, Pobl_t | P_{st}, P_{ct}, G_t) + u_{it} \quad 1)$$

Meanwhile, supply of a product, in general, is in function of item price, technology, input prices and climate (Salvatore, 1977), which is represented by the following model:

$$Qs_{it} = f_i(P_{it}, T_t, Ins_t, C_t) + u_{it}$$

Where:  $Qs_{it}$  = quantity supplied of good  $i$  at time  $t$ ;  $P_{it}$  = price of good  $i$  at time  $t$ ;  $T_t$  = technology at time  $t$ ;  $Ins_t$  = price of inputs to produce good  $i$  at time  $t$ ;  $C_t$  = climate at time  $t$ ;  $u_{it}$  = Observation error at time  $t$  ( $t = 1, 2, \dots, n$ ),  $n$  = total number of observations.

In particular for agriculture, since products cannot be obtained from one day to another, prices from previous years or cycles may come to play a decisive role. That is why the function supply is better to represent it as follows:

$$Qs_{it} = f_i(P_{it}, P_{i,t-1}, P_{i,t-2}, T_t, Ins_t, C_t) + u_{it}$$

Where:  $P_{i,t-1}$  = price of good in year or cycle  $t-1$ ;  $P_{i,t-2}$  = Price of good in the year or cycle  $t-2$ .

Generally to estimate the elasticity of supply, the method of simultaneous equations (Kmenta, 1977) is used. This method has the advantage of considering simultaneously all factors which allows capturing their interactions. It has the practical disadvantage of requiring knowledge on economic theory, econometrics and require a reliable data set.

The estimate of the elasticity of supply can be simplified if only one equation is used. This is achieved if the general supply model only considers price, including stragglers, and technology, input prices and climate remain constant. As sometimes the amount produced in previous years or cycle's influences on the amount to be produced, this variable is also included, so the supply model is as follows:

La estimación de la elasticidad de oferta se puede simplificar si sólo se utiliza una ecuación. Esto se consigue si del modelo general de oferta solamente se consideran los precios, incluyendo los rezagados, y se mantiene constante la tecnología, los precios de los insumos y el clima. Como a veces la cantidad producida en años o ciclos anteriores influye en la cantidad a producir, esta variable también se incluye por lo que el modelo de oferta queda de la siguiente manera:

$$Q_{S_{it}} = f_i(P_{it}, P_{it-1}, P_{it-2}, Q_{S_{it-1}} | T_t, Ins_t, C_t) + u_{it} \quad 2)$$

Una vez definido el modelo se procedió a calcular los parámetros de las variables de los modelos para lo cual se les asignó una función matemática. Según el caso se les asignó una función lineal, doble logarítmica o semi-logarítmica; el Cuadro 1 muestra las características y ventajas de cada función.

**Cuadro 1. Representación algebraica, características y ventajas de las funciones matemáticas utilizadas.**  
**Table 1. Algebraic representation, characteristics and advantages of the mathematical functions used.**

Función	Expresión algebraica	Características y ventajas
Lineal	$Q_t = \alpha_0 + \beta_1 P_t + u_t$	Su estimación es sencilla, la elasticidad es variable, pero fácil de calcular. Es sensible a valores extremos.
Doble logarítmica	$\log Q_t = \alpha_0 + \beta_1 \log P_t + u_t$	No tiene un nivel de saturación. Tiene la ventaja de proporcionar directamente la elasticidad y la desventaja de que ésta es constante a lo largo de la curva de demanda.
Semi-logarítmica	$Q_t = \alpha_0 + \beta_1 \log P_t + u_t$ ó $\log Q_t = \alpha_0 + \beta_1 P_t + u_t$	Es idóneo cuando cantidad o precio separadamente presentan gran variación, el estimador de elasticidad requiere atención del usuario.

Fuente: FAO (1973).

Para estimar los parámetros de una función de demanda es necesario contar con datos que representen a las variables: cantidad demandada de un bien, su correspondiente precio, población e ingreso; los datos que se utilizaron para representar dichas variables fueron: consumo aparente, precio real al consumidor, población y producto interno bruto respectivamente. Algunos datos como precios se emplearon directamente y otros fueron transformaciones como el consumo aparente (producción más importaciones menos exportaciones). Los datos utilizados fueron series históricas y se estuvo sujeto a la disponibilidad de los mismos.

Forma y fuente de datos. Para calcular consumo aparente se sumó la producción nacional y las importaciones a cuyo resultado se le restaron las exportaciones. La producción nacional se obtuvo del Sistema de Información Agroalimentaria (SIA). ([http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=181&Item](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181&Item)

$$Q_{S_{it}} = f_i(P_{it}, P_{it-1}, P_{it-2}, Q_{S_{it-1}} | T_t, Ins_t, C_t) + u_{it} \quad 2)$$

Once the model is defined, it proceeded to calculate the parameters of the variables from the models to which were assigned a mathematical function. According to the case it was assigned a linear, double logarithmic or semi-logarithmic function; Table 1 shows the characteristics and advantages of each function.

To estimate the parameters of a demand function is necessary to have data that represents the variables: quantity demanded of a good, its price, population and income; the data used to represent these variables were: apparent consumption, actual price to consumer, population and gross domestic product respectively. Some data like prices were used directly and others were transformations like apparent consumption

(production plus imports minus exports). The data used were historical series and these were subject to the availability of it.

Form and data source. To calculate apparent consumption, domestic production was added and imports whose result was subtracted the exports. Domestic production was obtained from the Agricultural Information System (SIA). ([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)). Imports and exports were obtained from FAOSTAT <http://faostat.fao.org/site/537/desktopdefault.aspx?pageid=537> ); which is a database with agrifood information from all countries. Population data were obtained from the Center for Study of Public Finance of the House of Representatives ([http://www3.diputados.gob.mx/camara/001\\_diputados/006\\_centros\\_de\\_estudio/02\\_centro\\_de\\_estudios\\_de\\_finanzas\\_publicas\\_1/005\\_indicadores\\_y\\_estadisticas/01\\_historicas/01\\_ind\\_macroeconomicos\\_1980\\_2011](http://www3.diputados.gob.mx/camara/001_diputados/006_centros_de_estudio/02_centro_de_estudios_de_finanzas_publicas_1/005_indicadores_y_estadisticas/01_historicas/01_ind_macroeconomicos_1980_2011)).

id=426). Las importaciones y las exportaciones se obtuvieron de FAOSTAT <http://faostat.fao.org/site/537/desktopdefault.aspx?pageid=537>); la cual es una base de datos con información agroalimentaria de todos los países del mundo. Los datos de población se consiguieron del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados ([http://www3.diputados.gob.mx/camara/001\\_diputados/006\\_centros\\_de\\_estudio/02\\_centro\\_de\\_estudios\\_de\\_finanzas\\_publicas\\_\\_1/005\\_indicadores\\_y\\_estadisticas/01\\_historicas/01\\_ind\\_macroeconomicos\\_1980\\_2011](http://www3.diputados.gob.mx/camara/001_diputados/006_centros_de_estudio/02_centro_de_estudios_de_finanzas_publicas__1/005_indicadores_y_estadisticas/01_historicas/01_ind_macroeconomicos_1980_2011)).

La serie histórica del producto interno bruto se obtuvo de la página del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (<http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/niva050240012000700170#arbol>). Los precios al consumidor se obtuvieron de diversas fuentes; los precios de maíz, frijol, arroz, chile, papa, naranja, manzana, mango, aguacate, sorgo, cebada y café se localizaron en la página del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) (<http://www.economia-sniim.gob.mx/analisis/cuadroanualfruancons.asp?prod=133&uni=1&ori=t&pres=t&dest=t&x=35&y=16>); estos precios fueron al mayoreo y a nivel mensual.

La fuente de los precios de leche de bovino, carne de bovino, carne de puerco, carne de pollo y huevo fue el Sistema de Información Agroalimentaria (SIA) ([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)) estos precios fueron promedio anual. El precio de la harina de trigo es al menudeo, mensual y por kilogramo cuya fuente fue la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO) <http://www.profeco.gob.mx/precios/canasta/default.aspx>. Los precios de algodón, se refieren a litros de aceite y se obtuvieron del SNI e Integración de Mercados (IM) (<http://www.economia-sniim.gob.mx/analisis/cuadroanualace.asp>).

Los precios empleados se deflactaron a precios de 2003 para lo cual se usó el índice nacional de precios al consumidor (<http://www.banxico.org.mx/sieinternet/consultardirectorointernetaction.do?accion=consultarcuadro&idcuadro=cp154&sector=8&locale=es>). Es conveniente resaltar que los períodos de las series históricas son diferentes debido a que estuvieron en función de la disponibilidad de datos; es decir, para ciertos productos no se encontró información de todas las variables para el mismo periodo; al respecto se asume que no hay cambios de estructura por los distintos periodos analizados.

The time series of gross domestic product was obtained from the website of the National Institute of Statistics, Geography and Informatics (INEGI) (<http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/niva050240012000700170#arbol>). Consumer prices were obtained from different sources; prices of maize, beans, rice, chili, potato, orange, apple, mango, avocado, sorghum, barley and coffee were located on the website of the National Information System and Integration of Markets (SNIIM) (<http://www.economia-sniim.gob.mx/analisis/cuadroanualfruancons.asp?prod=133&uni=1&ori=t&pres=t&dest=t&x=35&y=16>); These prices were wholesale and monthly.

The sources on prices for bovine milk, beef, pork, chicken and egg were obtained from the Agricultural Information System (SIA) ([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)) these prices were annual average. The prices of wheat flour are retail, monthly and per kilogram, obtained from the Federal Attorneys Office of Consumer (PROFECO) <http://www.profeco.gob.mx/precios/canasta/default.aspx>. Cotton prices refer to liters of oil and were obtained from SNI and Integration of Markets (IM) (<http://www.economia-sniim.gob.mx/analisis/cuadroanualace.asp>).

The prices used were deflated to 2003 prices for which the national price index to consumers (<http://www.banxico.org.mx/sieinternet/consultardirectorointernetaction.do?accion=consultarcuadro&idcuadro=cp154&sector=8&locale=es>) was used. It is worth to mention that the periods of historical series are different due to they were based on data availability; i.e. for certain products there was no information of all variables for the same period; regarding to this it is assumed that there are no structural changes by the different periods analyzed.

The data used to estimate the parameters of the supply functions were: domestic production and rural average prices which were obtained from SIA [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). Rural average prices were deflated to 2003 prices for which it was used the INP to producer (<http://www.banxico.org.mx/Sieinternet/consultardirectorointernetaction.do?accion=consultarcuadroanalitico&idcuadro=ca77&sector=20&locale=es#>). The estimation tool of the models that was used was Statistical Analysis System (SAS) version 9.2.

Los datos utilizados para estimar los parámetros de las funciones de oferta fueron: la producción nacional y los precios medios rurales los cuales fueron obtenidos del SIA [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). Los precios medios rurales se deflactaron a precios de 2003 para lo cual se usó el INP al productor (<http://www.banxico.org.mx/Sieinternet/consultardirectoriointernetaction.do?accion=consultarcuadroanalitico&idcuadro=ca77&sector=20&locale=es#>). La herramienta de estimación de los modelos que se usó fue Statistical Analysis System (SAS) versión 9.2.

Para estimar los parámetros primero se utilizó la función lineal con todas las variables determinadas como se especifica en las ecuaciones 1 y 2; se corrió el modelo; si el estimador de  $\beta$  no cumplía con el signo positivo para oferta o negativo para demanda, se eliminaban variables; si en las corridas persistía el signo incorrecto, se cambiaba a una función doble logarítmica o semi-logarítmica. Para elegir el modelo definitivo se consideró que cumpliera con las siguientes condiciones: que el coeficiente de determinación,  $R^2$ , tuviera un valor cercano a 1; que la F calculada fuera mayor que la F tabular al 10% o al 5%; que la razón de t fuera mayor o igual a 1.5 ó 2; que la estadística de Durbin-Watson (D) tuviera valor cercano a 2 y que el modelo no tuviera multicolinealidad ni heteroscedasticidad.

Una vez determinada la ecuación, se toma el estimador  $\beta$  para calcular la elasticidad. El cálculo de la elasticidad dependía de la función matemática utilizada: si la función era lineal, la elasticidad se calculaba multiplicando  $\beta \cdot (P/Q)$ ; si la función era doble logarítmica, la elasticidad era  $\beta$ ; y si era semi-logarítmica en cantidad, la elasticidad se calcula multiplicando  $\beta \cdot P$ . Esta elasticidad es promedio ya que P y Q son, respectivamente, precio y cantidad promedio.

## Resultados y discusión

En la tercera y cuarta columna del Cuadro 2 se presentan las elasticidades precio de la oferta de los 19 productos estudiados con su respectiva función utilizada y su coeficiente de determinación. Con fines comparativos, en la quinta, sexta y séptima columnas se muestra la elasticidad precio de la oferta obtenida con otro método y su respectiva fuente.

To estimate the parameters, first the linear function with all the variables determined as specified in equations 1 and 2 was used; The model was run; if the estimator  $\beta$  did not comply with the positive sign for supply or negative sign for demand, the variables were eliminated; if in the runs the wrong sign persisted, it was changed to a double logarithmic or semi-logarithmic function. To choose the final model it had to comply with the following conditions: that the coefficient of determination  $R^2$  had a value close to 1; the F calculated was greater than tabular F at 10% or 5%; that the ratio of t was greater than or equal to 1.5 or 2; that Durbin-Watson (D) had a close value to 2 and that the model did not have multicollinearity nor heteroscedasticity.

After determining the equation, the  $\beta$  estimator is taken to calculate elasticity. The calculus of elasticity depended on the mathematical function used: if the function was linear, the elasticity was calculated by multiplying  $\beta \cdot (P/Q)$ ; if the function was double logarithmic, elasticity was  $\beta$ ; and if it was semi-logarithmic in quantity, elasticity was calculated by multiplying  $\beta \cdot P$ . This elasticity is average since P and Q are respectively the average price and quantity.

## Results and discussion

In the third and fourth column of Table 2 price elasticity of supply from 19 products studied with their respective function used and their coefficient of determination are presented. For comparison purposes, in the fifth, sixth and seventh column, price elasticity of supply obtained with another method and its respective source are shown.

Table 2 highlights that the equations of beans, wheat, apple, sorghum and coffee had an  $R^2$  lower than 0.5 indicating that the model used in these products does not explain the total variation (Infante and Zárate, 1984). Even with this deficiency, the value of  $\beta$  was used to calculate elasticity.

It is also appreciated that all products had price elasticity of supply lower to 1.0, i.e., are inelastic which is consistent with that stated by Tomek and Robinson (1990) who note that commodities are generally inelastic. This is because the periods of crop production or time to which animals reach production are long term so they cannot respond immediately to changes in prices.

**Cuadros 2. Estimación de la elasticidad precio de la oferta de 19 productos por regresión múltiple y otros métodos.**  
**Tables 2. Estimation of price elasticity of supply from 19 products by multiple regression and other methods.**

Producto	Función matemática	R <sup>2</sup>	Elasticidad precio de la demanda a partir de regresión	Elasticidad precio oferta con otro método	Método	Fuente
Maíz	Lineal	0.8758	0.1477839	0.2909	Ecuaciones simultáneas	Palma (2001)
Frijol	Lineal	0.1038	0.3594482	0.7100	Regresión múltiple	Alvarado (1996)
Trigo	Lineal	0.3541	0.2432280	0.9200	Ecuaciones simultáneas	Garza (1988)
Arroz	Lineal	0.7104	0.6876344	0.0600	Ecuaciones simultáneas	Rodríguez (1994)
Chile	Lineal	0.8943	0.2139737	0.5500	Regresión múltiple	Calderón (1994)
Papa	Lineal	0.8471	0.2135865	0.1864	Ecuaciones simultáneas	Calderón (2002)
Naranja	Lineal	0.9459	0.0921572	0.4104	Ecuaciones simultáneas	Hernández (1996)
Manzana	Lineal	0.4998	0.1601329	0.1780	Regresión múltiple	Salazar y Tomas (1996)
Mango	Lineal	0.8654	0.2620861	0.1430	Regresión múltiple	Morales (1997)
Aguacate	Lineal	0.8234	0.0457212	0.0770	Regresión múltiple	Vázquez (1996)
Leche de bovino	Lineal	0.9691	0.1577852	0.1900	Ecuaciones simultáneas	Ramírez (2008)
Carne de bovino	Lineal	0.8855	0.0597085	0.6769	Ecuaciones simultáneas	Márquez (2002)
Carne de puerco	Lineal	0.8437	0.1559580	0.3910	Ecuaciones simultáneas	García (2001)
Carne de Pollo	Doble logarítmica	0.9917	0.0539800	0.1171	Ecuaciones simultáneas	Ramírez (2000)
Huevo	Lineal	0.9791	0.1410846	0.1760	Ecuaciones simultáneas	Rojas (2005)
Sorgo	Lineal	0.4094	0.7532080	0.8500	Ecuaciones simultáneas	García (1991)
Cebada	Lineal	0.5671	0.3144373	0.5910	Ecuaciones simultáneas	Espinosa (1997)
Algodón	Lineal	0.5082	0.8638230	0.7850	Ecuaciones simultáneas	Ibáñez (1999)
Café	Lineal	0.0308	0.0203480	0.1100	Ecuaciones simultáneas	Constantino (1996)

Nota= para las comparaciones se utilizaron los resultados de tesis de porque fueron las únicas fuentes disponibles. Fuente: elaboración propia.

Del Cuadro 2 resalta que las ecuaciones de frijol, trigo, manzana, sorgo y café tuvieron una R<sup>2</sup> menor de 0.5 lo que indica que el modelo usado en esos productos explica poco la variación total (Infante y Zárate, 1984). Aún con esta deficiencia, el valor de  $\beta$  fue utilizada para calcular las elasticidades.

También se aprecia que todos los productos tuvieron elasticidades precio de la oferta menores a 1.0, es decir, son inelásticos lo cual es congruente con lo afirmado por Tomek y Robinson (1990) quienes señalan que generalmente los productos básicos son inelásticos. Esto se debe a que los períodos de producción de los cultivos o el tiempo para que los animales lleguen a término son largos por lo que no pueden responder inmediatamente a los cambios en los precios.

Al comparar las elasticidades obtenidas aquí con regresión múltiple contra ecuaciones simultáneas se encontró que difieren en valor pero ambas son inelásticas. En ningún

When comparing the elasticity obtained here with multiple regressions against simultaneous equations it was found that these differ in value but both are inelastic. At no time was expected to obtain the same values, as the method of simultaneous equations is more complete when considering other variables of supply, like input prices, technology and climate. Also, when this method is used the effects of agricultural policy at the time are considered.

By the fact that supply elasticity obtained by multiple regression are consistent with economic theory, in the sense that commodities are inelastic, are useful.

Regarding to the demand, in the third and fourth column from Table 3 price elasticity of demand for 19 products studied with their respective function used and their coefficient of determination are presented. For comparison purposes, the fifth, sixth and seventh column present price elasticity of demand obtained with another method and their respective source.

momento se esperó obtener valores iguales ya que el método de ecuaciones simultáneas es más completo al considerar las otras variables de la oferta, como son los precios de los insumos, la tecnología y el clima. Además, cuando se utiliza este método, se consideran los efectos de la política agrícola del momento.

Por el hecho de que las elasticidades de oferta obtenidas mediante regresión múltiple son congruentes con la teoría económica, en el sentido de que los productos básicos son inelásticos, son de utilidad.

Respecto a la demanda, en la tercera y cuarta columna del Cuadro 3 se presentan las elasticidades precio de la demanda de los 19 productos estudiados con su respectiva función utilizada y su coeficiente de determinación. Con fines comparativos, en la quinta, sexta y séptima columnas se muestra la elasticidad precio de la demanda obtenida con otro método y su respectiva fuente.

From the results presented in Table 3 it highlights that the coefficient of determination from 13 equations is less than 0.5, which shows that the model used in these products poorly explains the total variation (Infante and Zárate, 1984). The case of bean is more noticeable since this is less than 1%.

Regarding to elasticity, most had a value lower to 1, i.e., are inelastic which is consistent with statements by Tomek and Robinson (1990) who note that commodities are generally inelastic. Only elasticities from corn, bean, pork and barley were higher than one. In the first two cases the elasticities are illogical since they are commodities; the result may be a consequence of using a simple model in a product whose market is complex (Vega, 2004). Only the elasticity of barley is consistent as Barrera and Chalita (1988) indicate that in industrial products, the elasticities can be greater than one.

**Cuadros 3. Estimación de elasticidades precio de la demanda de 19 productos por regresión múltiple y otros métodos.**  
**Tables 3. Estimation of price elasticity of demand for 19 products by multiple regression and other methods.**

Producto	Función matemática	R <sup>2</sup>	Elasticidad precio de la demanda a partir de regresión	Elasticidad precio de la demanda a partir de otro método	Método	Fuente
Maíz	Lineal	0.4772	-5.8038	-0.7671	Sistema de demanda casi ideal	Hernández (2007)
Frijol	Doble logarítmica	0.0095	-4.3935	-0.1260	Sistema de demanda casi ideal	Hernández (2007)
Trigo	Lineal	0.4761	-0.2478	-0.4161	Sistema de demanda casi ideal	Hernández (2007)
Arroz	Lineal	0.6473	-0.0834	-0.1418	Sistema de demanda casi ideal	Hernández (2007)
Chile	Lineal	0.1599	-0.2724	-0.4548	Sistema de demanda casi ideal	Hernández (1999)
Papa	Lineal	0.1101	-0.3537	-0.0525	Sistema de demanda casi ideal	Hernández (1999)
Naranja	Lineal	0.1271	-0.3117	-0.4585	Sistema de demanda casi ideal	Ramírez (2000)
Manzana	Lineal	0.6443	-0.2691	-0.3337	Sistema de demanda casi ideal	Ramírez (2001)
Mango	Doble logarítmica	0.0888	-0.9958	-0.3415	Sistema de demanda casi ideal	Ramírez (2000)
Aguacate	Doble logarítmica	0.0412	-0.2972	-0.6600	Ecuaciones simultáneas	Vázquez (1996)
Leche de bovino	Doble logarítmica	0.1607	-0.6012	-0.2100	Ecuaciones simultáneas	Ramírez (2008)

Nota= para las comparaciones se utilizaron los resultados de tesis porque fueron las únicas fuentes disponibles. Fuente: elaborada por los autores.



**Cuadros 3. Estimación de elasticidades precio de la demanda de 19 productos por regresión múltiple y otros métodos (Continuación).**

**Tables 3. Estimation of price elasticity of demand for 19 products by multiple regression and other methods (Continuation).**

Producto	Función matemática	R <sup>2</sup>	Elasticidad precio de la demanda a partir de regresión	Elasticidad precio de la demanda a partir de otro método	Método	Fuente
Carne de bovino	Lineal	0.8612	-0.0998	-0.7378	Sistema de demanda casi ideal	Ramírez (2009)
Carne de puerco	Lineal	0.2740	-2.0736	-0.1967	Sistema de demanda casi ideal	Ramírez (2009)
Carne de pollo	Lineal	0.9840	-0.1695	-0.4718	Sistema de demanda casi ideal	Ramírez (2009)
Huevo	Lineal	0.9683	-0.0508	-0.0239	Sistema de demanda casi ideal	Ramírez (2009)
Sorgo	Lineal	0.3743	-0.3141	-0.5126	Sistema de demanda casi ideal	Hernández (2007)
Cebada	Semi logarítmica	0.6066	-4.3500	-3.4780	Ecuaciones simultáneas	Espinosa (1997)
Algodón	Lineal	0.3820	-0.3464	-0.0060	Ecuaciones simultáneas	Ibáñez (1999)
Café	Doble logarítmica	0.1289	-0.0386	-0.4093	Sistema de demanda casi ideal	Salinas (2005)

Nota= para las comparaciones se utilizaron los resultados de tesis porque fueron las únicas fuentes disponibles. Fuente: elaborada por los autores.

De los resultados presentados en el Cuadro 3 destaca que el coeficiente de determinación de 13 ecuaciones es menor que 0.5 lo que denota que el modelo usado en esos productos explica poco la variación total (Infante y Zárate, 1984). El caso de frijol es más notorio ya que este es menor al 1%.

Respecto a las elasticidades, la mayoría tuvieron valor menor a 1, es decir, son inelásticos lo cual es congruente con lo afirmado por Tomek y Robinson (1990) quienes señalan que generalmente los productos básicos son inelásticos. Sólo las elasticidades del maíz, frijol, carne de puerco y cebada resultaron superiores a uno. En el caso de los dos primeros las elasticidades son ilógicas ya que son productos básicos; el resultado puede ser consecuencia de usar un modelo sencillo en un producto cuyo mercado es complejo (Vega, 2004). Sólo la elasticidad de la cebada es congruente ya que Barrera y Chalita (1988) señalan que en productos para la industria, las elasticidades pueden ser mayores que uno.

Al comparar las elasticidades obtenidas con regresión múltiple contra el sistema de ecuaciones se encontró diferencias en valor, sobre todo en maíz, frijol y carne de puerco. Esto se puede deber a que en la demanda, los bienes sustitutos y complementarios juegan un papel relevante. El

When comparing the elasticities obtained with multiple regressions against the system of equations, there were found differences in value, especially in corn, beans and pork. This may be due to demand, substitute and complementary goods play an important role. The almost ideal demand system takes into account this type of goods, while containing substitution and complementary effects in the models used in this study, these effects are ignored.

Although the elasticity of demand in four products were illogical, the use of multiple regression remains an option, especially if being careful in breaking down complex markets like corn and beans and if included in the model the substitutes and complements.

## Conclusions

Price elasticity of supply calculated by regression differs in value from the calculated with system of equations but both methods were inelastic which is consistent with literature. Price elasticity of demand calculated by regression differs in value from the calculated with system of equations but agree

sistema de demanda casi ideal considera este tipo de bienes mientras que contiene efectos sustitución y complementario, en los modelos que se utilizaron en el presente estudio, dichos efectos son ignorados.

Aunque en cuatro productos las elasticidades de demanda fueron ilógicas, el uso de regresión múltiple sigue siendo una opción, sobre todo si se tiene el cuidado de desglosar mercados complejos como el maíz y el frijol y si se incluyen en el modelo los bienes sustitutos y complementarios.

## Conclusiones

Las elasticidades precio de la oferta calculadas por regresión difiere en valor de las calculadas con sistema de ecuaciones pero por ambos métodos fueron inelásticas lo cual es congruentes con la literatura. Las elasticidades precio de la demanda calculadas por regresión difiere en valor de las calculadas con sistema de ecuaciones pero concuerdan con lo encontrado en otras investigaciones. Sólo fueron incongruentes las de maíz, frijol y carne de puerco debido a que en el modelo no se consideró la complejidad de estos mercados. El uso de regresión múltiple es una opción para calcular elasticidades precio de oferta y demanda siempre y cuando se incluya en el modelo variables que afecten marcadamente la oferta o la demanda.

## Literatura citada

- Alvarado, G. 1996. Estimación de la función de oferta de frijol en México (1969-1992). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 83 p.
- Barrera, I. D. y Chalita, T. L. E. 1988. Metodología para el análisis de mercados agropecuarios. Centro Nacional de Investigaciones Agrarias. México, D. F. 356 p.
- Calderón, Ch. M. 2002. El mercado de la papa en México, 1960-2000. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 125 p.
- Calderón, E. F. J. 1994. Estimación de funciones de oferta y demanda del chile verde (*Capsicum annum*) en México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 125 p.
- Christensen, L. R.; Jorgenson, D. W. and Lau, L. J. 1975. Transcendental logarithmic utility function. *Am. Econ.* (65):367-383.
- Constantino, P. N. K. 1996. Estudio econométrico del mercado de café en México (1970-1995). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 72 p.
- Deaton, A. and Muellbauer, J. 1988. *Economic and consumer behavior*. Cambridge University Press. pp: 17-20.

with those found in other studies. Only corn, beans and pork were incongruous because in the model were not considered the complexity of these markets. Using multiple regressions is an option to calculate price elasticity of supply and demand as long as in the model are included the variables included that markedly affect the supply or demand.

*End of the English version*



- Espinosa, G. A. O. 1997. Análisis del mercado de la cebada maltera (*Hordeum vulgare*) en México 1965-1994. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 131 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1973. Las elasticidades de la demanda de productos agrícolas en función de los ingresos. Roma, Italia. 212 p.
- García, J, G. 1991. Un modelo econométrico del mercado del sorgo en México 1964-1987 con oferta en riego y temporal. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 137 p.
- García, M. R. 2001. Un modelo econométrico del mercado de la carne en canal porcino en México 1960-2000. Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 303 p.
- Garza, C. A. 1988. Un modelo econométrico de mercado con intervención estatal y saldos de comercio exterior; el caso del trigo en México. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 148 p.
- Hernández, H. C. S. 1996. Estimación de la oferta y demanda de naranja en México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 121 p.
- Hernández, O. J. 1999. Estimación de un sistema de demanda casi ideal y elasticidades para 5 hortalizas en México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 65 p.
- Hernández, O. J. 2007. Determinación del efecto de las importaciones en precios internos de granos básicos utilizando un sistema inverso de demanda. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 124 p.
- Ibáñez, S. J. 1999. Modelo econométrico del mercado de algodón en México y Estados Unidos de Norteamérica. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Estado de México. 141 p.
- Infante, G. S. y Zárate, de L. G. P. 1984. Métodos estadísticos. Un enfoque interdisciplinario. Ed. Trillas, México. 300 p.
- Kmenta, J. 1977. Elementos de econometría. (Ed.). Vicens Vives, Barcelona, España. 376 p.
- Martínez, G. M. A. 1974. Teoría de la regresión y sus aplicaciones econométricas. Centro de estadística y cálculo, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 204 p.
- Márquez, S. I. 2002. Un modelo econométrico del mercado de la carne de bovino en México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 119 p.
- Morales, V. M. A. 1997. Análisis de la oferta y demanda del mango (*Mangifera indica* L.) en México de 1974-1994. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 67 p.

- Palma, R. J. J. 2001. El mercado del maíz en México. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 104 p.
- Ramírez, A. L. 2000. Estimación de un sistema de demanda casi lineal para cinco frutas en México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 110 p.
- Ramírez, G. A. 2000. Un modelo de ecuaciones simultáneas para el mercado de la carne de pollo en México 1970-1998. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 107 p.
- Ramírez, J. R. 2008. Efecto del tratado de libre comercio de América del norte (TLCAN) sobre la producción de leche. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 143 p.
- Ramírez, T. J. J. 2009. Aplicación de un sistema de demanda casi ideal (AIDS) en corte de carnes (bovino, porcino y pollo) y huevo en México. 1995-2008. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 85 p.
- Rodríguez, G. J. E. 1994. Mercado, rentabilidad y competitividad del arroz en México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 100 p.
- Rojas, R. M. M. 2005. Modelo econométrico del mercado de huevo en México 1960-2003. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 133 p.
- Salazar, M. V. M. y Tomas, V. A. 1996. Estimación de la oferta y demanda de la manzana en México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 86 p.
- Salvatore, D. 1977. Teoría y problemas de microeconomía. McGraw-Hill. México, D. F. 279 p.
- Salinas, C. E. 2005. Elasticidades precio propias de la demanda marshalliana del café mexicano. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 164 p.
- Stone, J. R. N. 1954. Linear expenditure system and demand analysis: an application to the pattern of British demand. *Econ. J.* 64.
- Theil, H. 1965. The information approach to demand analysis. *Econometrica.* 33.
- Tomek, W. G. and Robinson, K. L. 1990. *Agricultural Product Prices.* 3<sup>th</sup> (Ed). Cornell University Press. Ithaca, N. Y. USA. 750 p.
- Vázquez, I. V. A. 1996. Estimación de las funciones de oferta y demanda de aguacate (*Persea gratissima*) en México de 1970 a 1994. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 57 p.
- Vázquez, A. J. M. P.; González, E. A. y Espinoza, A. J. J. 2009. Diseño y evaluación ex ante de política agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Zacatepec. Libro científico Núm. 1. 160 p.
- Vázquez, J. M. P.; González, A. y Espinoza, J. J. 2010. Diseño y evaluación ex ante de política agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Zacatepec. Libro científico Núm. 1. 176 p.
- Vega, V. D. D. 2004. Perspectivas del maíz en el contexto del TLCAN. Tesis Doctor en Ciencias en Economía Agrícola. División de Ciencias Económico-Administrativas. UACH. México. 133 p.