

APLICACIÓN DE UN MODELO DE EQUILIBRIO ESPACIAL PARA DETERMINAR LA ESTRUCTURA DEL MERCADO DEL FRIJOL EN MÉXICO

APPLICATION OF A SPATIAL EQUILIBRIUM MODEL TO DETERMINE THE BEAN MARKET STRUCTURE IN MÉXICO

Clemente Torres-Sandoval y José A. García-Salazar *

Economía. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados Km. 36.5 Carr. México-Texcoco. 56230. Montecillo, Texcoco, Estado de México (clemts@colpos.mx) (jsalazar@colpos.mx)

RESUMEN

La importancia del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en relación con el número de productores y consumidores, justifica el análisis de las imperfecciones en el mercado. Para determinar la estructura predominante en el mercado de frijol en México se compararon los valores observados de precios al consumidor y consumo, con los obtenidos mediante la solución de un modelo de equilibrio espacial ajustado con las suposiciones de competencia perfecta, oligopolio y monopolio. Los resultados muestran que el precio promedio al consumidor estimado por el modelo se aleja del observado en -7.9% , -5.9% y 68.2% en las estructuras de competencia perfecta, oligopolio y monopolio; en tanto que el consumo observado difiere del estimado en 4.0% , 3.4% y -36.3% para las mismas estructuras. Se concluye que el mercado de frijol en México se rige bajo una estructura de oligopolio.

Palabras clave: Competencia perfecta, oligopolio, monopolio, precio al consumidor, consumo, valor social neto ajustado.

INTRODUCCIÓN

Con la liberación comercial y la desaparición de la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO) de la distribución directa de productos básicos, el Estado se retiró de la regulación del mercado de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) permitiendo que el precio fuera determinado por la oferta y la demanda. Hay poco más de 550 mil productores que generan más de 1.2 millones t anualmente y más de 100 millones de consumidores que demandan, en promedio, 30.8 g al día (Serrano, 2004^[1]; FAO, 2006), pero hay bajos y altos precios al productor y consumidor que sugieren la existencia de una estructura imperfecta en el funcionamiento del mercado de frijol en México.

*Autor responsable ❖ Author for correspondence.

Recibido: Marzo, 2007. Aprobado: Julio, 2008.

Publicado como ENSAYO en *Agrociencia* 42: 731-740. 2008.

¹ Luis Manuel Serrano Covarrubias. 2004. Análisis del caso frijol. Universidad Autónoma Chapingo. Disponible en: www.sagarpa.gob.mx. Enero de 2004.

ABSTRACT

The importance of bean (*Phaseolus vulgaris* L.), relative to the number of growers and consumers, requires an analysis of imperfections in the market. To determine the dominant structure of the bean market in México, the values observed of consumer prices and consumption were compared with those obtained by solving a spatial equilibrium model adjusted with assumptions of perfect competition, oligopoly and monopoly. The results show that the average consumer price estimated by the model departs from the observed consumer price by -7.9% , -5.9% , and 68.2% in the structures of perfect competition, oligopoly, and monopoly, while observed consumption differs from estimated consumption by 4.0% , 3.4% , and -36.3% for the same structures. It is concluded that the bean market in México is governed by an oligopolistic structure.

Key words: Perfect competition, oligopoly, monopoly, consumer price, consumption, adjusted net social payoff.

INTRODUCTION

With trade liberation and the disappearance of the Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO), which distributed staple products directly to the consumer, the State withdrew from regulating the bean (*Phaseolus vulgaris* L.) market, allowing prices to be determined by supply and demand. More than 550 thousand farmers produce more than 1.2 million t yearly, and more than 100 million consumers demand an average of 30.8 g daily (Serrano, 2004^[1]; FAO, 2006). There are, however, low and high grower and consumer prices that suggest existence of an imperfect structure in the workings of the Mexican bean market.

Twenty percent of the country's beans are produced for home consumption, while 80% enter the formal market. Commercial production is bought up by 16 wholesale distributing companies that consolidated after CONASUPO disappeared in 1999 (FIRA, 2001). The small number of large companies favors their potential

De la producción nacional de frijol 20% se destina al autoconsumo y 80% entra al mercado formal. La producción comercializada es acaparada por 16 empresas acopiadoras que se consolidaron después de la desaparición de CONASUPO en 1999 (FIRA, 2001). El reducido número de empresas y su gran tamaño redundan en su capacidad potencial de especular y controlar precios para el consumidor y productor. De 2003 a 2005 la participación promedio del precio al productor en el precio al consumidor fue 42%, esto es, la suma de los márgenes de comercialización del mayorista y detallista absorbieron más de la mitad del precio al consumidor (17% y 41%).

La existencia de 16 empresas comercializadoras sugiere una estructura alejada de la competencia perfecta. Existiría un monopolio si la distribución de frijol la hiciera una sola empresa o un conjunto de ellas actuando como si fueran una sola (colusión). Habría un oligopolio con un número reducido de empresas, o una competencia perfecta con un gran número de empresas (Hirshleifer, 1980). Una estructura imperfecta no es deseable para la sociedad por: a) los altos precios al consumidor disminuirían el consumo; b) los bajos precios para el productor no permitirían una ganancia.

Por tanto, este estudio tuvo por objetivo determinar la estructura de mercado predominante en México, lo cual será útil para elaborar políticas que contribuyan a mejorar su funcionamiento. La hipótesis fue que el mercado de frijol opera bajo una estructura de mercado imperfecta de oligopolio.

METODOLOGÍA

El modelo

Se usó un modelo de equilibrio espacial que modela el funcionamiento del mercado de frijol en México, similar al de Kawaguchi *et al.* (1997), el cual permite considerar diferentes grados de competencia imperfecta. Se prefirió este modelo porque permite: a) modelar una gran combinación de comportamientos imperfectos y, por tanto, determinar el grado preciso de imperfección del mercado; b) replicar el funcionamiento del mercado completamente porque usa información desagregada espacialmente sobre consumo, producción, precios al productor y consumidor, importaciones, flujos comerciales, costos de transporte y otros costos de comercialización; c) determinar los efectos de cambios en variables de política (aranceles, tasa de cambio, etc.) sobre todas las variables endógenas del sistema. Su principal desventaja es la gran cantidad de información requerida porque necesita un considerable grado de desagregación en la información utilizada, a diferencia de modelos como los de corrección del error o cointegración de mercados que capturan de forma reducida los efectos netos de cambios exógenos incluidos en la oferta, demanda y comercialización sobre los precios.

capacity to speculate and control both consumer and grower prices. From 2003 to 2005, average farmers' participation in consumer price was 42%, that is, the sum of the profit margins going to the wholesaler and retailer absorbed more than half the consumer price (17% and 41%).

The existence of 16 wholesale distributing companies suggests a structure that is far from perfect competition. There would be a monopoly if a single company distributed, or if a group of companies worked together as if they were a single company (collusion). There would be an oligopoly with a small number of companies, or perfect competition with a large number of companies (Hirshleifer, 1980). An imperfect structure is not desirable for society because a) high consumer prices decrease consumption, b) low prices to growers do not permit a profit.

Therefore, this study was conducted to determine the predominating market structure in México; this will be useful in creating policies that would contribute to improve its performance. The hypothesis was that the bean market operates under an imperfect oligopolistic market structure.

METHODOLOGY

The model

A spatial equilibrium model was used to model the operation of the bean market in México, similar to that of Kawaguchi *et al.* (1997) because it permits consideration of different degrees of imperfect competition. This model was preferred because a) a large combination of imperfect behaviors can be modeled, and therefore, a precise degree of market imperfection can be determined, b) the workings for the market can be completely replicated since it uses spatially disaggregated information on consumption, production, grower and consumer prices, imports, commercial flows, shipping costs, and other marketing costs, and c) the effects of changes in policy variables (duties, exchange rates, etc.) on all of the endogenous variables of the system can be determined. Its main disadvantage is the large amount of information it requires because it needs a considerable degree of disaggregation in the information used, unlike models such as error correction or market co-integration that briefly capture, the net effects of exogenous changes in the supply, demand, and marketing on prices.

The model considers a single bean market per region and a single agent that supplies the product in each grower region. It also assumes that each region has linear supply and demand functions. Since beans are produced and consumed throughout Mexico, the country was divided into 14 regions of growers and consumers. The cities used as references to determine shipping costs were Zacatecas, Chihuahua, Durango, Mazatlán, Tepic, Mexicali, Monterrey, San Luis Potosí, Guadalajara, Morelia, México City,

El modelo considera un solo mercado de frijol por región y un solo agente que ofrece producto en cada región productora; también supone que cada región tiene funciones de oferta y demanda lineales. Puesto que el frijol se produce y consume en todo México, el país se dividió en 14 regiones productoras y consumidoras. Las ciudades tomadas como referencia para determinar los costos de transporte fueron: Zacatecas, Chihuahua, Durango, Mazatlán, Tepic, Mexicali, Monterrey, San Luis Potosí, Guadalajara, Morelia, D. F., Tuxtla Gutiérrez, Jalapa y Mérida. Las regiones son: Zacatecas, Chihuahua, Durango, Sinaloa, Nayarit, Noroeste (Baja California, Baja California Sur y Sonora), Norte (Nuevo León, Tamaulipas y Coahuila), Altiplano (San Luis Potosí, Guanajuato y Querétaro), Occidente (Jalisco, Aguascalientes y Colima), Sur 1 (Michoacán y Guerrero), Centro (Distrito Federal, Puebla, Tlaxcala, Morelos, Estado de México e Hidalgo), Sur 2 (Oaxaca y Chiapas), Golfo (Veracruz y Tabasco) y Península (Quintana Roo, Yucatán y Campeche).

Considerando $i(i=1,2..I=14)$ regiones productoras, $j(j=1,2..J=14)$ regiones consumidoras y $m(m=1,2..M=6)$ puertos y fronteras de entrada, la representación matemática es del modelo:

$$\begin{aligned} \text{Max VSNA} = & \sum_{j=1}^J \left[\lambda_j Y_j - \frac{1}{2} \omega_j Y_j^2 \right] \\ & - \sum_i^I \sum_{j=1}^J [Ct_{ij} X_{ij}] \\ & - \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J [Ct_{mj} X_{mj}] \\ & - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \left[\frac{1}{2} \omega_j (r_{ij} + 1) X_{ij}^2 \right] \\ & - \sum_{m=1}^M [P_m X_m] \end{aligned} \quad (1)$$

sujeto a:

$$Y_j \leq \sum_{i=1}^I X_{ij} \quad (2)$$

$$X_i \geq \sum_{j=1}^J X_{ij} \quad (3)$$

$$X_m \geq \sum_{j=1}^J X_{mj} \quad (4)$$

$$Y_j, X_{ij}, X_{mj} \geq 0 \quad (5)$$

donde, Y_j es la cantidad de frijol demandada en la región j ; $Y_j = \alpha_j - \beta_j PC_j$ es la función de demanda en la región consumidora j ; α_j es la ordenada al origen de la función de demanda en la región j ; β_j es la pendiente de la función de demanda en la región j ; PC_j es el precio al consumidor en la región j ; $PC_j = \lambda_j - \omega_j Y_j$ es la función inversa de demanda en la región j con $\lambda_j = \alpha_j / \beta_j$ y $\omega_j = -1 / \beta_j$; X_{ij} es la cantidad de frijol enviada de i a j ; Ct_{ij} es el costo de transporte de i a j ; X_{mj} es la cantidad enviada de frijol de m a j ; Ct_{mj} es el costo de transporte de m a j ; X_m es la cantidad de frijol importada por el puerto o frontera m ; P_m es el precio

Tuxtla Gutiérrez, Jalapa, and Mérida. The regions were Zacatecas, Chihuahua, Durango, Sinaloa, Nayarit, Northwest (Baja California, Baja California Sur and Sonora), North (Nuevo León, Tamaulipas, and Coahuila), the High Plateau (San Luis Potosí, Guanajuato, and Querétaro), West (Jalisco, Aguascalientes, and Colima), South 1 (Michoacán and Guerrero, Center (México City, Puebla, Tlaxcala, Morelos, State of México, and Hidalgo) South 2 (Oaxaca and Chiapas), Gulf (Veracruz and Tabasco), and Peninsula (Quintana Roo, Yucatán and Campeche).

Considering $i(i=1,2..I=14)$ grower regions, $j(j=1,2..J=14)$ consumer regions, and $m(m=1,2..M=6)$ ports and border entries, the mathematical representation of the model is

$$\begin{aligned} \text{Max ANSP} = & \sum_{j=1}^J \left[\lambda_j Y_j - \frac{1}{2} \omega_j Y_j^2 \right] \\ & - \sum_i^I \sum_{j=1}^J [Ct_{ij} X_{ij}] \\ & - \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J [Ct_{mj} X_{mj}] \\ & - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \left[\frac{1}{2} \omega_j (r_{ij} + 1) X_{ij}^2 \right] \\ & - \sum_{m=1}^M [P_m X_m] \end{aligned} \quad (1)$$

subject to

$$Y_j \leq \sum_{i=1}^I X_{ij} \quad (2)$$

$$X_i \geq \sum_{j=1}^J X_{ij} \quad (3)$$

$$X_m \geq \sum_{j=1}^J X_{mj} \quad (4)$$

$$Y_j, X_{ij}, X_{mj} \geq 0 \quad (5)$$

where Y_j is the quantity of beans demanded in region j ; $Y_j = \alpha_j - \beta_j PC_j$ is the demand function in consumer region j ; α_j is the intercept of the demand function in region j ; β_j is the slope of the demand function in region j ; PC_j is the consumer price in region j ; $PC_j = \lambda_j - \omega_j Y_j$ is the inverse demand function in region j with $\lambda_j = \alpha_j / \beta_j$ and $\omega_j = -1 / \beta_j$; X_{ij} is the quantity of beans shipped from i to j ; Ct_{ij} is the shipping cost from i to j ; X_{mj} is the quantity of beans shipped from m to j ; Ct_{mj} is the shipping cost from m to j ; X_m is the quantity of beans imported through port of entry m ; P_m is the international price of beans through port of entry m ; and X_j is the quantity of bean supply in region i .

In target function (1), the adjusted net social payoff (ANSP) is maximized for different market structures, and it is equal to the sum of the area under the demand curves of each region j , minus shipping costs from i and m to regions j , minus the value of imports. The area under the demand curve is obtained by integrating the inverse demand function $PC_j = \lambda_j - \omega_j Y_j$.

internacional de frijol por la frontera m y; X_i es la cantidad de frijol ofrecida en la región i .

En la función objetivo (1) se maximiza el valor social neto ajustado (VSNA) para diferentes estructuras de mercado, y es igual a la sumatoria del área bajo las curvas de demanda de cada región j , menos los costos de transporte de i y m a las regiones j , menos el valor de las importaciones. El área bajo la curva de demanda se obtiene integrando la función inversa de demanda $PC_j = \lambda_j - \omega_j Y_j$.

Según Kawaguchi *et al.* (1997), el ajuste que permite incluir diferentes grados de estructura de mercado es el cuarto término de la Ecuación 1, donde r_{ij} es la variación conjetural del agente i respecto a cambios en la oferta de todos los demás agentes diferentes de i en el mercado j . Considerando que los resultados dependen del valor de r_{ij} , es importante dar una explicación más amplia sobre el significado de este parámetro.

Basados en Kawaguchi *et al.* (1997), la variación conjetural se obtiene al analizar los ingresos por ventas del agente i en el mercado j , esto es:

$$PC_j X_{ij} = [\lambda_i - \omega_j Y_j] X_{ij} \tag{6}$$

El precio PC_j es función de la cantidad demandada (Y_j), donde $Y_j = \sum_{i=1}^I X_{ij}$, lo cual implica que la demanda de frijol en el mercado j es igual a la suma de los envíos de todos los agentes a ese mercado; a su vez $\sum_{i=1}^I X_{ij}$ se puede expresar como $X_{ij} + \sum_{k \neq i} X_{kj}$, es decir, el envío del agente i más la suma de los envíos que los demás agentes k diferentes de i , hacen al mercado j . Los ingresos del agente i en el mercado j se escriben como $PC_j X_{ij} = [\lambda_i - \omega_j (X_{ij} + \sum_{k \neq i} X_{kj})] X_{ij}$. El ingreso marginal que el agente i cree va a obtener por un cambio en su oferta X_{ij} hacia el mercado j , es:

$$\begin{aligned} \frac{\partial(PC_j X_{ij})}{\partial X_{ij}} &= [\lambda_i - \omega_j (X_{ij} + \sum_{k \neq i} X_{kj})] - \omega_j \left(\frac{\partial \sum_{k \neq i} X_{kj}}{\partial X_{ij}} + 1 \right) X_{ij} \\ &= PC_j - \omega_j (r_{ij} + 1) X_{ij} \end{aligned} \tag{7}$$

donde, $r_{ij} = \frac{\partial \sum_{k \neq i} X_{kj}}{\partial X_{ij}}$ representa la variación conjetural del agente i respecto a cambios en la oferta de los demás agentes k , ante cambios en su oferta en el mercado j .

Si $r_{ij} = -1$, el agente i espera que el resto de los agentes realice una variación en la producción en sentido contrario, de manera que el precio se mantendrá estable; de acuerdo a la ecuación 1, el término $\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \left[\frac{1}{2} \omega_j (r_{ij} + 1) X_{ij}^2 \right]$ es cero, y en base a 7 el ingreso marginal iguala al precio de demanda (PC_j); en este caso el modelo equivale al de competencia perfecta. Un $r_{ij} = 0$ indica que el agente

According to Kawaguchi *et al.* (1997), the adjustment that permits including different degrees of market structure is the fourth term of Equation 1, where r_{ij} is the conjectural variation of agent i regarding changes in the supply of all of the other agents different from i in market j . Considering that the results depend on the value of r_{ij} , it is important to give a more detailed explanation of the meaning of this parameter.

Based on Kawaguchi *et al.* (1997), the conjectural variation is obtained by analyzing the income from sales of agent i in market j , that is

$$PC_j X_{ij} = [\lambda_i - \omega_j Y_j] X_{ij} \tag{6}$$

The price PC_j is in function of the demand (Y_j), where $Y_j = \sum_{i=1}^I X_{ij}$, implying that the demand for beans in market j is equal to the sum of the shipments from all of the agents to that market. $\sum_{i=1}^I X_{ij}$, in turn, can be expressed as $X_{ij} + \sum_{k \neq i} X_{kj}$, that is, the shipment from agent i plus the sum of the shipments that the rest of the agents k , different from i , send to market j . The income of agent i in market j is written as $PC_j X_{ij} = [\lambda_i - \omega_j (X_{ij} + \sum_{k \neq i} X_{kj})] X_{ij}$. The marginal income that agent i thinks he will obtain for a change in his supply X_{ij} toward market j is

$$\begin{aligned} \frac{\partial(PC_j X_{ij})}{\partial X_{ij}} &= [\lambda_i - \omega_j (X_{ij} + \sum_{k \neq i} X_{kj})] - \omega_j \left(\frac{\partial \sum_{k \neq i} X_{kj}}{\partial X_{ij}} + 1 \right) X_{ij} \\ &= PC_j - \omega_j (r_{ij} + 1) X_{ij} \end{aligned} \tag{7}$$

where $r_{ij} = \frac{\partial \sum_{k \neq i} X_{kj}}{\partial X_{ij}}$ represents the conjectural variation of agent i with regard to the changes in the supply from the other agents k , in the face of changes in supply in market j .

If $r_{ij} = -1$, agent i hopes that the rest of the agents have a variation in production in the opposite direction so that the price remains stable. According to equation 1, the term $\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \left[\frac{1}{2} \omega_j (r_{ij} + 1) X_{ij}^2 \right]$ is zero, and based on 7, marginal income equals the demand price (PC_j). In this case, the model is equivalent to that of perfect competition. When $r_{ij} = 0$, agent i hopes that there is no reaction to a variation in production and a Cournot-Nash equilibrium (an oligopolistic situation) occurs. The term in equation 1 is reduced to $\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \left[\frac{1}{2} \omega_j X_{ij}^2 \right]$, and based on 7, marginal income is inferior to the demand price.

In the case of a monopoly, where agent i forms a coalition with the other agents, the marginal income for that agent would be $PC_j - \omega_j \left(\sum_{i=1}^I X_{ij} \right)$; therefore, $r_{ij} = 13$ indicates a coalition among the 14 producer regions.

i espera que no haya reacción a una variación de su producción y ocurre el equilibrio Cournot-Nash (situación de oligopolio); El término de la ecuación 1 se reduce a $\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \left[\frac{1}{2} \omega_j X_{ij}^2 \right]$ y, en base a 7, el ingreso marginal es inferior al precio de demanda.

En el caso del monopolio, donde el agente *i* forma una coalición con los demás agentes, el ingreso marginal para ese agente sería $PC_j - \omega_j \left(\sum_{i=1}^I X_{ij} \right)$; por tanto, un $r_{ij}=13$ indica coalición entre las 14 regiones productoras.

La Ecuación 2 indica que la demanda en cada región consumidora debe ser menor que los envíos de frijol que provienen de las regiones productoras; la 3 que la oferta de cada zona productora debe ser mayor a lo enviado a las regiones consumidoras; la 4 que los envíos de frijol de las fronteras debe ser menor que las importaciones totales ingresadas por cada puerto y frontera; la 5 establece las condiciones de no negatividad.

Los parámetros y variables exógenas del modelo son las ordenadas y pendientes de la función de demanda, los costos de transporte (Ct_{ij} y Ct_{mj}), la variación conjetural (r_{ij}), la producción (X_i), las importaciones (X_m) y los precios de importación (P_m). Las variables endógenas son los flujos comerciales (X_{ij} , X_{mj}), el consumo (Y_j); y determinado éste último, se puede calcular el precio al consumidor (PC_j).

El mercado de frijol se caracteriza por muchos productores que venden individualmente a las empresas con almacenes y transporte, y que luego venden frijol al consumidor. Esto conduce a una estructura dual con productores como tomadores de precios y comercializadores ejerciendo poder de mercado. Esto significa que los productores pueden controlar la oferta pero no el precio; en cambio, los comercializadores controlan el precio, pero no la oferta.

Para incluir esta característica al modelo es necesario analizar cómo cada agente maximiza su ingreso, y cómo los productores determinan su oferta. El proceso inicia con la primera solución del modelo que considera a X_i observada. La función del agente es distribuir la producción entre los mercados maximizando R_i , que es igual al ingreso por ventas menos costos de transporte:

$$\max R_i = \sum_{i=1}^I PC_j X_{ij} - \sum_{j=1}^J Ct_{ij} X_{ij} \quad (8)$$

donde, los flujos comerciales (X_{ij}) y precios al consumidor (PC_j) se obtienen de la solución del modelo (ecuaciones 1 a 5). El productor de la región *i* determina su producción considerando el precio recibido (PP_i), calculado como:

$$PP_i = \frac{R_i}{X_i} \quad (9)$$

donde, X_i corresponde al valor observado y R_i se calcula con la Ecuación 8.

Con PP_i y los valores de la ordenada y pendiente de la función de oferta (v_i y η_i) se determinan nuevos valores para X_i así:

Equation 2 indicates that the demand in each consumer region should be less than the bean shipments from producer regions; equation 3 indicates that the supply from each producer zone should be greater than that shipped to consumer regions. Equation 4 indicates that the shipments from the borders should be less than the total imports entering through each port of entry, and equation 5 established the conditions of non-negativity.

The exogenous parameters and variables of the model are the intercepts and slopes of the demand function, shipping costs (Ct_{ij} and Ct_{mj}), the conjectural variation (r_{ij}), production (X_i), imports (X_m), and import prices (P_m). The endogenous variables are trade flows (X_{ij} , X_{mj}), consumption (Y_j), and once the latter is determined, the consumer price can be calculated (PC_j).

The bean market is characterized by a large number of growers who sell individually to companies that own warehouses and transport and later sell beans to consumers. This leads to a dual structure in which growers act as price takers, while distributors exert market control. This means that the growers can control the supply, but not the price, whereas the distributors control the price, but not the supply.

To include this characteristic in the model, it is necessary to analyze how each agent maximizes his income, and how the growers determine supply. The process begins with the first solution of the model that considers observed X_i . The function of the agent is to distribute the production among the markets while maximizing R_i , which is equal to income from sales minus shipping costs:

$$\max R_i = \sum_{i=1}^I PC_j X_{ij} - \sum_{j=1}^J Ct_{ij} X_{ij} \quad (8)$$

where commercial flows (X_{ij}) and consumer prices are obtained from the solution of the model (equations 1 to 5). The grower from region *i* determines his production considering the received price (PP_i) calculated as:

$$PP_i = \frac{R_i}{X_i} \quad (9)$$

where X_i corresponds to the observed value and R_i is calculated with equation 8.

With PP_i and the intercept and slope values of the supply function (v_i and η_i), new values for X_i are determined according to:

$$X_i = -v_i + \eta_i PP_i$$

The new X_i values are introduced into the model to obtain a new solution, and with the new X_{ij} , PC_j and X_i values, R_i and PP_i are again calculated with equations 8 and 9.

The process is repeated until X_i remains at a single value (final solution); the iterative process is performed for the following r_{ij} values: -1, 0, and 13. Different combinations of market power behavior are practiced among the 14 agents, although only the results of the solution that most closely approximated the observed

$$X_i = -\nu_i + \eta_i PP_i$$

Los nuevos valores de X_i se introducen al modelo para obtener una nueva solución, y con los nuevos valores de X_{ij} , PC_j y X_i se vuelve a calcular R_i y PP_i con las Ecuaciones 8 y 9.

El proceso se repite hasta que X_i se estaciona en un solo valor (solución final), realizando el proceso iterativo para los siguientes valores de r_{ij} : -1, 0 y 13. También se practicaron diferentes combinaciones de comportamiento de poder de mercado entre los 14 agentes, aunque sólo se presentan los resultados de la solución que más se acercó a la situación observada. La estructura que rige el funcionamiento del mercado de frijol se determina empíricamente seleccionando la solución donde los precios estimados son más cercanos a los observados.

Las distintas soluciones del modelo se obtuvieron usando el procedimiento MINOS escrito en el lenguaje de programación GAMS.

Datos

Para cada región se usó información promedio de tres ciclos anuales de consumo de frijol iniciando en octubre de 2002 y finalizando en septiembre de 2005. Las funciones de oferta y demanda se calcularon usando las cantidades producidas y consumidas, los precios al productor y consumidor y las elasticidades precio de oferta y demanda. La producción por región provino de los Avances de Siembras y Cosechas (SIAP-SAGARPA, 2006a). La cantidad consumida se obtuvo usando el consumo *per capita* de la balanza disponibilidad-consumo reportada por SIAP-SAGARPA (2006b) y datos poblacionales de INEGI (2006b). Las elasticidades fueron: elasticidad precio anual de -0.56 para la demanda y 0.81 y 0.36 para la oferta de riego y temporal. Se consideró una misma elasticidad precio de la demanda en todas las regiones consumidoras y se obtuvieron elasticidades precio de la oferta por región usando como ponderador la participación de la superficie de riego y temporal de cada región, en la oferta total regional. Las elasticidades obtenidas: 0.39 en Zacatecas; 0.51 en Chihuahua; 0.36 en Durango; 0.74 en Sinaloa; 0.49 en Nayarit; 0.77 en el Noroeste; 0.42 en el Norte; 0.40 en San Luis Potosí; 0.43 en Occidente; 0.51 en el Sur 1; 0.43 en el Centro; 0.40 en el Sur 2; 0.36 en el Golfo; 0.37 en la Península.

Con base en García y Williams (2004) y García *et al.* (2005), el precio al consumidor se obtuvo sumando el precio internacional de frijol reportado por USITC (2006), más los costos de transporte del punto de internación a la zona consumidora, más los gastos de internación reportados por ASERCA^[2]. Para obtener el precio internacional en pesos se usó la tasa de cambio reportada por INEGI (2006a). El precio al productor se obtuvo del precio al consumidor menos un margen de comercialización equivalente a transportar el producto de la finca al mercado regional, con información del SNIIM (2006) y SAGARPA (2006).

situation are presented. The structure ruling the operation of the market is determined empirically selecting the solution where the estimated prices are closer to those observed.

The different solutions of the model were obtained using the MINOS procedure written in GAMS programming language.

Data

For each region, averages of the three yearly bean consumption cycles were used, beginning in October 2002 and ending in September 2005. The supply and demand functions were calculated using the produced and consumed quantities, grower and consumer prices, and supply and demand price elasticities. Regional production was obtained from "Avances de Siembras y Cosechas" (SIAP-SAGARPA, 2006a). The quantity consumed was obtained using the *per capita* consumption from the availability-consumption balance reported by SIAP-SAGARPA (2006b) and population data from INEGI (2006b). Elasticities were: -0.56 for demand and 0.81 and 0.36 for supply produced under irrigation and rainfed conditions. The same demand price elasticity was considered for all of the consumer regions, and supply price elasticities were weighted for each region using the proportion of irrigated and rainfed area of each region in the total regional supply. Elasticities obtained were 0.39 in Zacatecas; 0.51 in Chihuahua; 0.36 in Durango; 0.74 in Sinaloa; 0.49 in Nayarit; 0.77 in the Northwest; 0.42 in the North; 0.40 in San Luis Potosí; 0.43 in the West; 0.51 in South 1; 0.43 in the Center; 0.40 in South 2; 0.36 in the Gulf; 0.37 in the Península.

Based on García and Williams (2004) and García *et al.* (2005), the consumer price was obtained by adding the international bean price reported by USITC (2006) to shipping costs from entry point to consumer zone and to entry costs reported by ASERCA^[2]. To obtain the international price in pesos, the exchange rate reported by INEGI (2006a) was used. Producer price was the consumer price minus a trade margin equivalent to shipping the product from the farm to the regional market, based on information from SNIIM (2006) and SAGARPA (2006).

Shipping costs were calculated using distance matrixes (truck and railroad), that connect the producer zones and entry points to consumer zones, railroad transport rates published by SCT (2006) and trucking rates^[3]. The shipping cost used in the model was the average of truck and railroad rates. Information on bean imports through ports of entry was provided by USITC (2006) and BANCOMEXT (2006).

RESULTS AND DISCUSSION

The observed prices in the average year of the period 2002-2005, the prices produced by the model, and the discrepancy between them are shown in Table 1.

² Información proporcionada por personal de ASERCA. Oficinas en la Ciudad de México ♦ Information provided by ASERCA staff. México City offices.

Los costos de transporte se calcularon utilizando matrices de distancias (camión y ferrocarril) que conectan las zonas productoras y puntos de internación con las zonas consumidoras, las tarifas de transporte ferroviario publicadas por la SCT (2006) y las tarifas de transporte por carretera³. El costo de transporte usado en el modelo corresponde al promedio de los costos por camión y ferrocarril. Las importaciones por puerto y frontera de frijol provinieron de USITC (2006) y BANCOMEXT (2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los precios observados en el año promedio del período 2002-2005, los precios arrojados por el modelo y la discrepancia entre ambos.

Independientemente del tipo de estructura de mercado en que operen, los productores buscan maximizar sus ganancias, aunque las posibilidades son diferentes en cada una de ellas. En competencia perfecta la empresa maximiza las utilidades menos los costos, la empresa monopolística los ingresos menos los costos, y el oligopolio maximiza una suma ponderada de ambos (Varian, 1992). El efecto de cada estructura sobre la sociedad se observa al analizar los precios cobrados al consumidor que cada empresa impone en el mercado.

Un mercado que opera bajo oligopolio impone precios más altos comparados con un mercado en competencia perfecta; situación que se observa en el Cuadro 1. El precio al consumidor bajo competencia perfecta fue 7412 pesos por t, ligeramente inferior al del oligopolio (7573 pesos por t). Con monopolio la situación es más extrema, con precios más altos que en el oligopolio. En el Cuadro 1 se observa que si el mercado de frijol se rigiera bajo un monopolio, lo cual sucedería si todas las empresas comercializadoras formaran una coalición, el precio al consumidor sería 13 533 pesos por t, 82.6% mayor al observado en competencia perfecta y 78.7% al registrado con el oligopolio.

La competencia perfecta es una estructura de mercado más deseable socialmente. La inexistencia de imperfecciones determina precios más bajos permitiendo niveles de consumo más altos; esta situación se observa en el Cuadro 1. Sin imperfecciones de mercado el consumo nacional anual de frijol asciende a 1.39 millones de t; con una situación de oligopolio el consumo es 0.6% inferior al de competencia perfecta, 1.38 millones de t. La ineficiencia en el funcionamiento del mercado de la estructura imperfecta extrema se manifiesta al observar el consumo bajo el

Regardless of the type of market structure in which they operate, growers seek to maximize their profits, although each has different possibilities to do so. In perfect competition, the company maximizes profits minus costs, the monopolistic company maximizes incomes minus costs, while the oligopoly maximizes a weighted sum of both (Varian, 1992). The effect of each structure on society is observed when consumer market prices imposed by each company are examined.

A market that operates under an oligopoly imposes higher prices than those imposed by perfect competition, a situation that is observed in Table 1. The consumer price under perfect competition was 7 412 pesos per t, slightly lower than that under the oligopoly (7 573 pesos per t). The situation is more extreme under a monopoly, with higher prices than those under an oligopoly. In Table 1, it can be observed that if the bean market were governed by a monopoly, which would occur if all of the distributors formed a coalition, the consumer price would be 13 533 pesos per t, 82.6% higher than that observed under perfect competition and 78.7% higher than that imposed by an oligopoly.

Perfect competition is the most socially desirable market structure. Inexistence of imperfections would determine lower prices, which would permit higher levels of consumption; this situation is observed in Table 1. Without imperfections in the market, yearly national bean consumption ascends to 1.39 million t; under a situation of oligopoly consumption is 0.6% lower than under perfect competition, 1.38 million t. The inefficient functioning of the market under the extreme imperfect structure is manifest in consumption under a monopoly. As a consequence of high consumer prices, consumption would be 0.85 million t, or 38.8% lower than that observed under perfect competition.

The adjusted net social payoff (ANSP) is an indicator of the benefits society would receive in a given market structure. Under perfect competition ANSP would be 19 817 million pesos and, in the measure the market becomes distorted, the indicator decreases: 17 823 million pesos under an oligopoly, and 9 944 million under a monopoly.

Comparing model prices and consumption with observed values in the year of analysis, the predominating market structure can be identified. Under perfect competition, the model predicts a consumer price of 7412 pesos per t, 7.9% lower than the observed value in the year of analysis (8044 pesos per t). In the oligopoly solution, the model calculates

³ Información proporcionada por la Integradora Estatal de Productores de Frijol de Zacatecas, S. A. de C. V. ❖ Information provided by the Integradora Estatal de Productores de Frijol de Zacatecas, S. A. de C. V.

Cuadro 1. Precio al consumidor, consumo y valor social neto ajustado de frijol bajo diferentes estructuras de mercado.
Table 1. Consumer price, consumption and adjusted net social payoff of beans under different market structures.

Región	Precio observado	Competencia perfecta		Oligopolio		Monopolio		Oligopolio diferentes comportamientos	
		Modelo	Dif. %	Modelo	Dif. %	Modelo	Dif. %	Modelo	Dif. %
Precios al consumidor (pesos por t)									
Zacatecas	7964	7242	-9.1	7352	-7.7	13 361	67.8	7540	-5.3
Chihuahua	6883	7112	3.3	7368	7.0	12 214	77.5	7515	9.2
Durango	8004	7213	-9.9	7400	-7.5	13 408	67.5	7588	-5.2
Sinaloa	8364	7071	-15.5	7668	-8.3	13 765	64.6	7878	-5.8
Nayarit	8194	7193	-12.2	7530	-8.1	13 624	66.3	7694	-6.1
Noroeste	8936	7641	-14.5	8216	-8.1	14 441	61.6	8456	-5.4
Norte	7742	7396	-4.5	7096	-8.3	13 105	69.3	7285	-5.9
Altiplano	7964	7340	-7.8	7353	-7.7	13 362	67.8	7541	-5.3
Occidente	8097	7318	-9.6	7426	-8.3	13 513	66.9	7587	-6.3
Sur 1	8089	7369	-8.9	7487	-7.4	13 565	67.7	7608	-6.0
Centro	8059	7428	-7.8	7505	-6.9	13 582	68.5	7608	-5.6
Sur 2	7728	7642	-1.1	7831	1.3	13 529	75.1	7828	1.3
Golfo	8077	7594	-6.0	7617	-5.7	13 700	69.6	7702	-4.6
Península	8519	8215	-3.6	8178	-4.0	14 299	67.8	8232	-3.4
Promedio	8044	7412	-7.9	7573	-5.9	13 533	68.2	7719	-4.1
Consumo (t)									
Zacatecas	18 561	19 503	5.1	19 359	4.3	11 938	-35.7	19 114	3.0
Chihuahua	41 862	41 084	-1.9	40 213	-3.9	24 385	-41.7	39 710	-5.1
Durango	19 864	20 964	5.5	20 705	4.2	12 803	-35.5	20 444	2.9
Sinaloa	34 785	37 797	8.7	36 405	4.7	22 956	-34.0	35 918	3.3
Nayarit	12 618	13 481	6.8	13 190	4.5	8 213	-34.9	13 050	3.4
Noroeste	70 321	76 029	8.1	73 495	4.5	47 487	-32.5	72 439	3.0
Norte	121838	124 896	2.5	127 540	4.7	77 441	-36.4	125 887	3.3
Altiplano	114 725	119 762	4.4	119 655	4.3	73 789	-35.7	118 143	3.0
Occidente	107 076	112 844	5.4	112 044	4.6	69 348	-35.2	110 849	3.5
Sur 1	96 880	101 707	5.0	100 918	4.2	62 314	-35.7	100 106	3.3
Centro	432 371	451 315	4.4	449 000	3.8	276 111	-36.1	445 922	3.1
Sur 2	100 916	101 545	0.6	100 157	-0.8	60 077	-40.5	100 187	-0.7
Golfo	120 677	124 712	3.3	124 527	3.2	76 323	-36.8	123 810	2.6
Península	44 206	45 089	2.0	45 195	2.2	28 346	-35.9	45 039	1.9
Total	1 336 700	1 390 728	4.0	1 382 403	3.4	851 531	-36.3	1 370 618	2.5
Valor Social Neto Ajustado (millones de pesos)									
Total		19 817		17 823		9 944		17 002	

monopolio. Como consecuencia de los altos precios al consumidor, el consumo sería 0.85 millones t, inferior en 38.8% al observado con competencia perfecta.

El VSNA es un indicador de los beneficios que obtendría la sociedad en cada estructura de mercado. En competencia perfecta el VSNA sería 19 817 millones de pesos y conforme el mercado se distorsiona dicho indicador disminuye: 17 823 millones de pesos en el oligopolio, y 9944 millones en el monopolio.

Comparando los precios y consumo con los valores observados en el año de análisis se puede identificar la estructura de mercado predominante en el mercado. En competencia perfecta el modelo predice un precio al consumidor de 7412 pesos por t, 7.9 % menor al observado en el año de análisis (8044 pesos por t). En la solución de oligopolio el modelo calcula un precio de 7573 pesos por t, 5.9% menor que el precio

a price of 7573 pesos per t, 5.9% lower than the observed price, while under a monopoly, the model predicts a price 68.2% higher than the observed price. A similar situation is observed when consumption under the different market structures is compared. The consumption calculated by the model is different from observed consumption by 4.0%, 3.4%, and -36.3% under perfect competition, oligopoly, and monopoly.

Because an imperfect market is harmful for society, the government should take the necessary steps to impede strengthening of a oligopolistic market structure and encourage free market by promoting perfect competition. Through government loans, growers should be given support to obtain the necessary means of shipping and storage to enable them to commercialize the beans they produce, and the power of the distributor agents should be defined.

observado; y con monopolio el modelo predice un precio mayor en 68.2% al observado. Una situación similar se observa al comparar los consumos con las diferentes estructuras de mercado. El consumo calculado por el modelo se aleja del observado en 4.0%, 3.4% y -36.3% en la competencia perfecta, oligopolio y monopolio.

Debido a que un mercado imperfecto es perjudicial para la sociedad, el Gobierno debería tomar las medidas necesarias para impedir el fortalecimiento de la estructura de mercado oligopólica y asegurar el libre mercado mediante la competencia perfecta. A través del crédito el Gobierno debería apoyar a los productores para obtener los medios de transporte y almacenamiento necesarios para comercializar el frijol producido, y que definen el poder de los agentes comercializadores.

Se obtuvo una cuarta solución de tipo oligopólica en la que se ensayaron diferentes combinaciones de comportamiento competitivo imperfecto de cada agente. La combinación que mostró mejor acercamiento a los precios observados consideró a: $r_{1j}=0$; $r_{2j}=-0.5$; $r_{3j}=3$; $r_{4j}=3$; $r_{5j}=0$; $r_{6j}=0$; $r_{7j}=3$; $r_{8j}=-0.7$; $r_{9j}=-0.7$; $r_{10j}=-0.7$; $r_{11j}=3$; $r_{12j}=-0.7$; $r_{13j}=-0.5$; $r_{14j}=-0.8$. Esto implica que Zacatecas, Nayarit y el Noroeste se comportan como jugadores Cournot-Nash; que Durango, Sinaloa, el Noreste y la región Centro forman una coalición; que las otras regiones tienen poder de mercado parcial con r_{ij} entre -1 y 0. Con esta solución los precios al consumidor fueron 4.1% menores a los observados, el consumo fue 2.5% superior al observado y el VSNA ascendió a 17 002 millones de pesos (Cuadro 1).

CONCLUSIONES

Soluciones diversas de un modelo de equilibrio espacial ajustado permiten concluir lo siguiente: a) el frijol no se rige bajo las estructuras de competencia perfecta y monopolio; b) debido a que la solución de oligopolio replica de manera más exacta los precios y consumo observados en el año de análisis, se puede afirmar que ésta es el tipo de estructura predominante; c) el grado de imperfección no es extremo debido a que la solución de oligopolio es más cercana a la competencia perfecta que al monopolio. Dado que los mercados imperfectos no son deseables para la sociedad pues determinan precios más altos y consumos más bajos que los que prevalecerían con una estructura de competencia perfecta, es recomendable que el Gobierno tome las medidas necesarias y pertinentes para impedir el fortalecimiento de dicha estructura.

A fourth oligopolistic-type solution was obtained with which different combinations of imperfect competitive behavior of each agent was tested. The combination that most closely approached observed prices considered the following values: $r_{1j}=0$; $r_{2j}=-0.5$; $r_{3j}=3$; $r_{4j}=3$; $r_{5j}=0$; $r_{6j}=0$; $r_{7j}=3$; $r_{8j}=-0.7$; $r_{9j}=-0.7$; $r_{10j}=-0.7$; $r_{11j}=3$; $r_{12j}=-0.7$; $r_{13j}=-0.5$; $r_{14j}=-0.8$. This implies that Zacatecas, Nayarit and the Northwest behave like Cournot-Nash players; that Durango, Sinaloa, the Northeast, and the Central region form a coalition; and that the other regions have partial market power with r_{ij} between -1 and 0. With this solution, consumer prices were 4.1% lower than observed prices, consumption was 2.5% higher than observed consumption, and ANSP rose to 17 002 million pesos (Table 1).

CONCLUSIONS

Diverse solutions of an adjusted spatial equilibrium model led to the following conclusions: 1) the bean market is not governed by perfect competition or monopolistic structures; b) because the oligopoly solution exactly replicated observed consumer prices in the year of analysis, it can be stated that this is the predominating structure type; c) the degree of imperfection is not extreme since the oligopolistic solution is closer to perfect competition than that of a monopoly. Given that imperfect markets are not desirable for the society since they determine higher prices and lower consumption than those that would prevail with a structure of perfect competition, it is recommended that the government implement the necessary measures to prevent strengthening of an oligopoly.

—End of the English version—



LITERATURA CITADA

- BANCOMEXT (Banco Nacional de Comercio Exterior). 2006. Sistema de Información Comercial de México (SICM). México, D. F. 18 p.
- FAO (Food and Agricultural Organization of United Nations). 2006. Statistical Databases. <http://faostat.fao.org/> (26 de octubre de 2006).
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 2001. El frijol en México, competitividad y oportunidades de desarrollo. Boletín Informativo. Núm. 316. Vol. XXXIII. 71 p.
- García Salazar, J. A., y G. W. Williams. 2004. Evaluación de la política comercial de México respecto al mercado de maíz. El Trimestre Económico. LXXI (281): 169-213.
- García Salazar, J. A., G. W. Williams, y J. E. Javier Málaga. 2005. Efectos del TLCAN sobre las exportaciones de tomate de México a los Estados Unidos. Rev. Fitotecnia Mex. 28(4): 299-309.

- Hirshleifer, J. 1980. Price Theory and Applications. 2nd. Edition, Prentice Hall. New Jersey. 620 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2006a. Indicadores Económicos de Coyuntura. www.inegi.gob.mx (5 de mayo de 2006).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2006b. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. www.inegi.gob.mx (10 de abril de 2006).
- Kawaguchi T., N. Suzuki, and H. M. Kaiser. 1997. A spatial equilibrium model for imperfectly competitive milk markets. *Am. J. Agric. Econ.* 79(August):851-859.
- SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes). 2006. Tarifas de Transporte Ferroviarias. www.sct.gob.mx (8 de febrero).
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2006. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. www.siea.sagarpa.gob.mx/sistemas/siacon/SIACON_2006.html (abril de 2006).
- SIAP-SAGARPA (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2006a. Avances de Siembras y Cosechas. www.siap.sagarpa.gob.mx (10 de marzo de 2006).
- SIAP-SAGARPA. 2006b. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Balanza de disponibilidad-Consumo. www.siap.sagarpa.gob.mx (15 de marzo de 2006).
- SNIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados). 2006. Mercados Nacionales. Granos Básicos. www.secofi-sniim.gob.mx/nuevo (20 de junio de 2006).
- USITC (United States International Trade Commission). 2006. Interactive Tariff and Trade Dataweb. <http://dataweb.usitc.gov/scripts/report.asp>. (17 de mayo de 2006).
- Varian H. R. 1992. Análisis Microeconómico. 3ª Edición, Antoni Bosh Editor. Madrid, España. 638 p.