

Determinantes de la autosuficiencia de maíz en México (1981-2002)

Fecha de recepción: 31 de enero de 2006 • Fecha de aprobación: 10 de mayo de 2006

Dante Ariel Ayala Ortiz¹
Rita Schwentesius Rinderman²

Resumen

A partir de 1981-82 se operó un importante cambio en el campo mexicano en el cual la estrategia por la búsqueda de la autosuficiencia maicera pasó de manos de los productores temporaleros a manos de los productores comerciales de riego. Este cambio implicó nuevas condiciones y efectos sobre el mercado del maíz que inciden en la determinación de la capacidad nacional para satisfacer internamente los requerimientos de maíz. En el presente trabajo se desarrolla un modelo econométrico basado en un sistema de ecuaciones simultáneas que busca conocer y estimar los determinantes de la autosuficiencia maicera nacional, planteando que esta variable se encuentra interrelacionada al grado de competitividad revelada del sector maicero nacional con respecto al sector estadounidense, como también a la oferta proveída por el moderno sector maicero de riego. El modelo observa un adecuado grado de ajuste y la no violación severa de los supuestos clásicos, lo que le confiere robustez explicativa sobre el fenómeno abordado. Así, se demuestra que la autosuficiencia y la competitividad maicera nacional están ligadas a la oferta que pueden generar los productores de riego. Sin embargo, la evidencia estadística permite concluir que la respuesta de este sector no ha sido lo suficientemente alta como para elevar tanto la autosuficiencia como la competitividad maiceras.

Palabras clave: Competitividad revelada, apertura comercial, modelo econométrico de ecuaciones simultáneas.

Facultad de Economía,
"Vasco de Quiroga",
UMSNH
Universidad Autónoma Chapingo
dante_ariel12@yahoo.com.mx
rsr@avantel.net

¹ Profesor de tiempo completo de la Facultad de Economía, UMSNH, con Maestría en Integración Regional y Desarrollo Sustentable por la Universidad de Roskilde, Dinamarca; Candidato a Doctor por el Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), Universidad Autónoma Chapingo.

² Doctora en Economía Agrícola, Universidad Humboldt (Alemania), profesora-Investigadora del CIESTAAM, UACH y coordinadora del PIAI (especialidad en política agrícola), SNI II.

1. Introducción

Con frecuencia han sido señalados los logros económicos alcanzados por México durante la época del llamado “milagro mexicano” (desde mediados de la década de los años cincuenta hasta finales de los años sesenta), ya sea con el propósito de referir los aciertos de una política volcada hacia el desarrollo del mercado interno, vía la sustitución progresiva de importaciones; o bien para hacer crítica de un modelo que perdió su rumbo cuando apenas se empezaban a sentar las bases para un desarrollo nacional de largo plazo.

En el caso particular de la agricultura mexicana, este milagro se hizo patente en tasas de crecimiento del producto agropecuario que durante décadas permitió no sólo satisfacer las necesidades nacionales de productos básicos sino, incluso, generar excedentes para la acumulación industrial y el sostenimiento urbano. No obstante, este incremento de la producción agrícola, fundamentalmente de maíz, estuvo basado en (i) la ampliación de la frontera agrícola que, mediante un agresivo programa de reforma agraria, permitió un mayor reparto de tierras; (ii) una política de gestión estatal del mercado cuyo principal instrumento fue el control de precios y la intervención directa en las compras y ventas de este cereal; y (iii) en la presencia de años de buen temporal (Guerrero 2000).

De aquí se desprende que el logro de la autosuficiencia de maíz tuvo como eje rector durante este periodo la ampliación de la frontera agrícola en zonas temporales, más que la propia elevación de la productividad del sector. Sin embargo, a finales de los años sesenta, este modelo de crecimiento agrícola encontró sus límites, y la elevada tasa de crecimiento poblacional hizo que se perdiera la capacidad nacional para satisfacer nuestras propias necesidades de maíz, iniciándose un progresivo camino de importación de este bien, fundamentalmente desde los Estados Unidos.

Propiamente, la última vez que oficialmente se buscó alcanzar la autosuficiencia como una meta del gobierno mexicano fue durante el sexenio de José López Portillo, a través del llamado Sistema Alimentario Mexicano; sin embargo, los magros resultados de este sistema y el inicio de la crisis de los años ochenta, marcó el punto de inflexión en la política económica nacional y, particularmente en el sector agrícola, hacia el establecimiento de un nuevo modelo donde el Estado retrajo su otrora papel de agente principal de la economía, para dar paso a los agentes privados.

El año 1982 es reconocido como el momento de este importante cambio en la política sectorial. Justamente es este año el que se toma como base para el análisis del presente modelo econométrico, cuyo objetivo es examinar algunos de los factores que desde hace dos décadas están determinando el desempeño de la autosuficiencia nacional de maíz.

La hipótesis que guía esta investigación sostiene que, a partir de 1982, la estrategia para satisfacer la demanda nacional de maíz se apoya en dos ejes rectores: (i) la incorporación de mayor superficie de riego a este cultivo que impulse el incremento de la competitividad y modernización del sector; y (ii) el flujo de importaciones de este grano que aseguren cubrir las necesidades de consumo, a precios relativamente bajos.

La importancia del estudio radica en que la demostración econométrica de la hipótesis anterior permite contar con mayores elementos de evaluación y diseño de las políticas públicas encaminadas a asegurar la autosuficiencia alimentaria.

2. Antecedentes

En 1980 se logró un salto en la producción nacional de maíz alcanzando 12 millones de toneladas de grano en ese año y 14 millones al siguiente, al apoyar nuevamente a los campesinos bajo el esquema del Sistema Alimentario Nacional. Empero, para los subsiguientes años el esfuerzo no creció y la producción en promedio se mantuvo alrededor de los 11.9 millones de toneladas. Fue hasta 1990 que, apoyos concentrados en las áreas de riego, elevaron la producción hasta 18 millones de toneladas; y desde hace una década ese es el promedio aproximado de la producción maicera nacional, mientras han ido aumentando las importaciones, llegando a significar éstas más de seis millones de toneladas anualmente (año 2001).

Muchos aseguran que las políticas oficiales de los últimos 20 años parecen orientadas a acabar con el maíz... y con los campesinos. Así lo decían Luis Tellez y Carlos Hank, (subsecretario y secretario de agricultura, respectivamente, durante la administración de Salinas): «Es la política de este régimen remover del México rural la mitad de su población en los siguientes

cinco años»; en tanto que el segundo sostenía: «Mi obligación como Secretario de Agricultura es sacar del campo a 10 millones de campesinos».³

Una estrategia fue introducir la actividad agrícola general en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, señalando al sector maicero y de granos básicos, como la línea perdedora de esta apertura comercial. Así, Levy y Winjbergen (1992), estimaron que la liberalización comercial del maíz tendría efectos directos sobre el ingreso y la tasa marginal de salario, y en sí, sobre el precio del maíz, tanto en zonas rurales como urbanas.

Según estos autores, la apertura comercial al maíz americano, efectivamente impactaría, por el lado de la producción, a un considerable número de productores maiceros mexicanos de subsistencia; no obstante, estimaban que por encima de las pérdidas en la producción, ellos registrarían un mayor beneficio por el lado del consumo, al tener acceso a un maíz más barato que el precio actual de las zonas rurales.

Para tener una idea de la magnitud del impacto que entonces se esperaba tuviera la liberalización comercial en el sector maicero, se calculó que la superficie cultivada con maíz se reducirá en al menos 3.21 millones de hectáreas (57%) (Levy y Winjbergen 1992); afectándose a 1.9 millones de familias campesinas (Calva 1991); por una reducción aproximada del 50% en el precio del maíz en términos reales, (Levy y Winjbergen *op. cit.*)

Contrario a lo pronosticado por estos autores, la evidencia empírica muestra que tan sólo en el periodo 1994-2000, el precio del maíz cayó en un 50% en términos reales (Nadal 2000:6) hasta equipararse a los precios internacionales, en tanto que el precio de la tortilla, principal producto derivado del maíz y base de la dieta alimenticia del grueso de los mexicanos, se incrementó en un 686.8%, entre diciembre de 1994 y febrero de 2006 (Juárez 2006).

De acuerdo a la perspectiva de los promotores de esta apertura comercial, como los campesinos maiceros no podrían competir en el mercado mundial, deberían dedicarse a otra cosa, tras vender sus tierras, de cuya «atadura» los habrían «liberado» la reforma de 1992 al Artículo 27 constitucional. Así, se

³ Sin maíz no hay país <http://www.ini.gob.mx/sinmaiz/economia.html> (consulta 04/12/2003).

desmanteló el aparato institucional de apoyo al campo y se paliaron los efectos sociales con los recursos de la privatización y un espíritu asistencialista que tomó los nombres de *solidaridad* y *procampo*. El abasto de maíz dependería sobre todo de los Estados Unidos. El maíz de riego, impulsado a un alto costo y con uso ineficiente de los recursos, facilitaría la transición.

Finalmente, el aspecto más visible de esta política es el retiro del soporte institucional, al dismantelar sistemáticamente los apoyos a la producción campesina de maíz. Para paliar transitoriamente el efecto productivo de esta decisión, se mantiene otra igualmente irracional que se tomó entonces: forzar la producción de maíz en áreas de riego, con sacrificios para el erario, los productores y las exportaciones agropecuarias.

3. Planteamiento del problema

La evidencia empírica nos muestra que en promedio, durante los primeros años de la década de los años ochenta (1980-82), México estuvo cosechando en promedio una superficie de aproximadamente 6,688,240 has; esta extensión prácticamente se ha mantenido constante por dos décadas (2000-02) observando que para los últimos tres años se ha promediado una superficie de 6,906,519 has; es decir, en 20 años la superficie cosechada de maíz en México apenas ha crecido en 3.26% (Cuadro 1).

En comparación, el volumen de la producción nacional de este cereal sí se ha incrementado fuertemente toda vez que ha pasado de un volumen de 12,152,532 ton a 17,848,748 ton, lo que equivale a decir que en estos tres últimos años México ha cosechado un volumen promedio de casi 1.5 veces más de lo que cosechaba de maíz hace 20 años. Toda vez que la superficie cosechada no se ha incrementado sustancialmente, es de suponer que este incremento ha sido en función de incrementos en el rendimiento obtenido por hectárea, lo cual es constatado por los datos obtenidos arrojando un incremento de 42.23% en este indicador.

CUADRO 1.
Crecimiento de la superficie, rendimiento y producción de maíz en México, 1982-2002.

	Superficie cosechada (Ha)	Rendimiento (ton/ha)	Producción anual (ton)
Promedio 1980-82	6,688,240	1.82	12,152,532
Promedio 2000-02	6,906,519	2.58	17,848,748
Tasa de Crecimiento 1980-2002(%)	3.26	42.23	46.87
Tasa de Crecimiento Promedio Anual			
Tasa de Crec. Prom. Anual 1980-2002(%)	0.1607	1.7770	1.9406
Variación de la producción			
Variación en la producción promedio anual 1980-2002(%)			5,696,216.1
Crecimiento por factor			
Incremento debido a superficie	396,613.5	7.0%	
Incremento debido a rendimientos	5,132,109.1	90.1%	
Incremento debido a la interacción de ambos	167493.0	2.9%	
Variación total	5,696,216.1	100%	

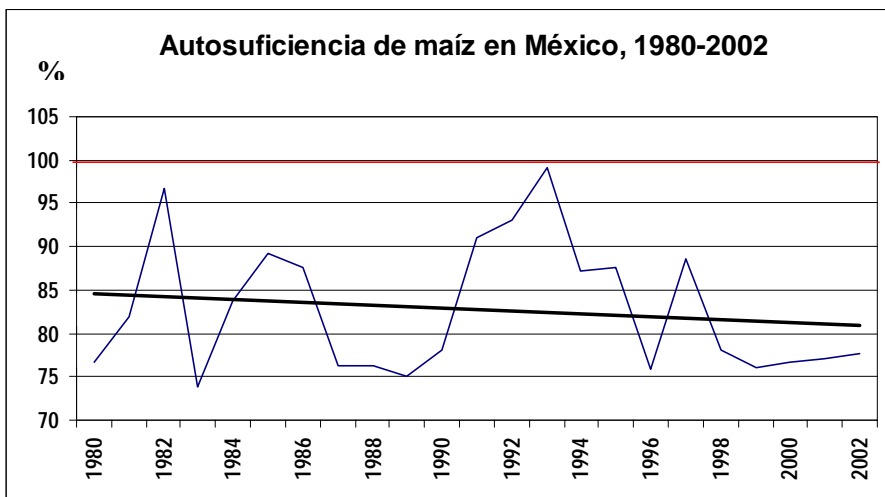
Fuente: Elaboración propia con base en SIACON, 2003.

Con base en los datos referidos, estimaciones propias reflejan que a lo largo de este periodo el sector maicero nacional observó un crecimiento promedio anual del 1.94% en su producto físico; siendo que este crecimiento se explica en un 90% por incrementos en el rendimiento; un 7% por incremento en la superficie cosechada; y un 3% por la interacción entre ambos factores.

No obstante este importante incremento en la productividad del sector, tal logro ha sido lo necesario para elevar la autosuficiencia en la producción de maíz, toda vez que la tendencia en este índice apunta hacia una disminución de la capacidad del país para satisfacer sus necesidades internas de maíz, aumentando su grado de dependencia alimentaria en este cereal hacia la importación.

En la Figura 1 debe destacarse que, si bien en promedio desde 1982 México es autosuficiente sólo en cuatro quintas partes de sus necesidades de maíz (82%), el comportamiento observado a lo largo de estos años ha sido sumamente errático, con dos momentos en los que casi se alcanzó la meta para ese año (1983, con un 96% y 1993 con 99.1%); y, de igual modo, existen al menos tres picos invertidos en los que la autosuficiencia maicera ha oscilado en apenas 75%.

Figura 1.
Porcentaje de autosuficiencia de maíz en México, 1980-2002



Particularmente este hecho, nos lleva a plantearnos la pregunta fundamental de esta investigación: ¿cuáles son los determinantes de la autosuficiencia de maíz en México que explican de forma conjunta el comportamiento de esta variable a lo largo de los últimos 20 años?

4. Metodología

4.1 El modelo

Con el objetivo de conocer los determinantes de la autosuficiencia de maíz en México a lo largo de los últimos 20 años, se formuló y ajustó un modelo de ecuaciones simultáneas esperando tener la potencialidad de estimar el impacto que cada uno de tales determinantes sobre las variables endógenas del sistema. El modelo está compuesto de tres ecuaciones endógenas: (i) autosuficiencia de maíz en México; (ii) competitividad revelada para México, con respecto a los EE.UU.; y (iii) volumen de producción (oferta) de maíz del sector comercial de riego.

El modelo propuesto es el siguiente:

Autosuficiencia de maíz

$$\text{Autosufi}_t = a_{10} + a_{11} \text{CR_mex}_t + a_{12} \text{Dem_int}_t + a_{13} \text{TC_real}_t + e_{1t} \quad (1)$$

Competitividad Revelada México

$$\text{CR_mex}_t = a_{20} + a_{21} \text{Vol_riego}_t + a_{22} \text{Ti_nom}_t + a_{23} \text{TC_real}_t + e_{2t} \quad (2)$$

Volumen de producción de maíz en riego

$$\text{Vol_riego}_t = a_{30} + a_{31} \text{PMR_riego}_{t-1} + a_{32} \text{INPP}_t + e_{3t} \quad (3)$$

Donde:

Autosufi_t = Autosuficiencia de maíz grano en México (consumo aparente menos importaciones), en porcentaje, en el año t .

CR_mex_t = Competitividad Revelada de maíz en México con respecto a los Estados Unidos, calculada a partir de los Índices de Vollrath, para el año t .

Dem_int_t = Demanda interna real en México, en pesos, para el año t .

TC_real_t = Tipo de cambio real, en pesos, para el año t .

Vol_riego_t = Volumen de maíz producido en superficie de riego, en toneladas, para el año t .

Ti_nom_t = Tasa de interés nominal, en porcentaje, para el año t .

PMR_riego_{t-1} = Precio medio rural para el maíz en superficie de riego, en pesos por tonelada a precios corrientes, para el año $t-1$.

INPP_t = Índice Nacional de Precios al Productor, base 1994=100, para el año t .

4.2. La identificación del modelo

El periodo a analizar comprende del año 1981 al año de 2002 constituyendo un total de 22 observaciones. El problema de la estimación, entendido como la posibilidad de encontrar estimaciones numéricas de los parámetros de una ecuación estructural con base en los coeficientes estimados de la forma reducida (Gujarati 1995:521), fue abordado mediante la llamada *condición de orden de identificabilidad*.

Esta condición de orden se presenta cuando en un modelo, de M ecuaciones simultáneas, para que una ecuación esté identificada, el número de variables predeterminadas excluidas de esa ecuación no debe ser menor que el número de variables endógenas incluidas en dicha ecuación menos uno; es decir, $K - k - 3 - m - 1$.

Donde,

M = número de variables endógenas en el modelo

m = número de variables endógenas en una ecuación dada

K = número de variables predeterminadas en el modelo

k = número de variables predeterminadas en una ecuación dada

La regla de decisión establece que si $K-k = m-1$, la ecuación está exactamente identificada; pero si $K-k > m-1$, la ecuación estará sobre identificada.

De este modo, aplicando la *condición de orden de identificabilidad*, encontramos que las tres ecuaciones estaban sobreidentificadas. Así, cuando una ecuación estructural ha logrado ser exactamente identificada, el método de mínimos cuadrados indirectos se considera apropiado para su estimación. Sin embargo, cuando se está presencia de una ecuación sobreidentificada, como es el caso de este modelo, el método más conveniente es el de mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E) (Gujarati 1995:521).

De acuerdo a Ramírez (2001: 6-29), este método consiste en:

1ª etapa. Se estiman por mínimos cuadrados las ecuaciones de la forma reducida que resultan de interés (aquéllas que hagan referencia a variables endógenas que aparecen como explicativas en el modelo estructural).

2ª etapa. Se estiman las ecuaciones de la forma estructural por mínimos cuadrados en las que previamente se sustituyen las variables endógenas, regresores, por la parte sistemática o estimada de los mismos, generados por el sistema reducido.

Así, por el problema de la sobreidentificación las técnicas empleadas fueron regresiones lineales con el método de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas que se trabajaron en el paquete computacional econométrico *E-Views* (V3.1).

4.3 Los datos

En el Anexo 1 se puede consultar base de datos utilizada para este modelo. Las fuentes de información fueron: (i) INEGI, Banco de Información Económica, para las variables de demanda interna, Índice Nacional de Precios al Productor, Tasa de Interés Nominal y Tipo de Cambio Real; para las variables de volumen y precio de maíz producido en riego se consultó el Sistema de Información Agropecuaria (Siacon) de la SAGARPA.

5. Justificación teórica del modelo

La justificación de la formulación del modelo que se presenta a continuación está basada en la teoría económica y en evidencia empírica. De acuerdo a la teoría del comercio internacional, en un país abierto al libre intercambio la producción de un determinado bien está determinada por la ventaja relativa que el país observe en comparación con otros socios comerciales, especializándose en la producción y exportación de aquellos bienes en los que mantiene mayor competitividad, y reduciendo su producción y aumentando su importación en aquellos bienes en los cuales sus socios comerciales tienen mayor ventaja o competitividad.

Si bien la noción de ventaja comparativa es un concepto de naturaleza propiamente teórica, una manera de acercarse a su medición es a través de los índices desarrollados por Vollrath, que miden la competitividad y el desempeño de las exportaciones a través de datos de comercio *ex post*, suponiendo la existencia de un comercio de dos vías y permitiendo distinguir productos que tienen competitividad de aquellos que no, al tiempo que identifican el patrón de especialización. Estos índices se denominan *ventaja relativa comercial*, *ventaja relativa de las exportaciones* y *competitividad revelada*. (Schwentesiuss *et al.* 2000).

A partir de lo anterior, en este modelo se ha incluido el Índice de Competitividad Revelada, estimado para el comercio maicero de México con respecto a los Estados Unidos -quien es su principal socio comercial y abastecedor del maíz importado-, considerando que es un indicador adecuado para aproximarse a la estimación de la ventaja comparativa en el plano internacional.

La relación esperada entre la competitividad revelada y la autosuficiencia es directamente proporcional, de modo que en aquellos años en los que se ha fortalecido la competitividad del sector maicero nacional, la autosuficiencia se ha mejorado reduciendo su dependencia a la importación de este alimento desde el exterior para satisfacer la demanda nacional.

Pero se espera que la autosuficiencia maicera también esté determinada por algún componente del lado de la demanda; es decir, la mayor capacidad nacional para satisfacer sus propios requerimientos de maíz no sólo tiene qué

ver con cuánto se produce (oferta), sino también con cuánto se consume (demanda). Por tal razón se considera analíticamente válido incluir una variable económica directamente relacionada con este componente del mercado, eligiéndose para tal propósito a la demanda interna.

La demanda interna real es un indicador adecuado para conocer el desempeño del mercado interno que busca aislar el comportamiento de los agentes nacionales con respecto a los flujos del exterior, que al expresarse en términos reales neutraliza el sesgo de la variación de los precios. En este caso, la relación esperada sería indirecta ya que la evidencia empírica demuestra que a medida que se incrementa la demanda se hace necesario cubrir los excedentes de demanda vía importaciones, lo que se traduce en una disminución de la autosuficiencia.

Regresando un poco: si resulta cierto que, por el lado de la oferta, la autosuficiencia de maíz está directamente relacionada a la Competitividad Revelada de este sector, entonces, ¿cuáles son los factores que influyen en la determinación de la mayor o menor competitividad maicera de México?

Desde luego, por definición el comportamiento de este indicador está directamente asociado a las variables que participan en su construcción, esto es, a los volúmenes de importación, exportación, saldo comercial y sus correspondientes transformaciones logarítmicas; sin embargo, se estima que aunado a ellos, otras variables exógenas o predeterminadas como la tasa de interés y el tipo de cambio.

Como se estableció al inicio del trabajo, la hipótesis del modelo supone que ahora la estrategia de autosuficiencia maicera está soportada por el desempeño de los productores de maíz en zonas de riego, se entiende que este tipo de unidades productivas son de corte comercial (*i.e.* no campesino temporalero, cuya lógica de producción observa matices distintos a la lógica empresarial), por lo que sus decisiones las toman con base en las señales que recibe del mercado.

En particular, una de las principales señales que todo productor empresarial considera del mercado es la tasa de interés nominal, ya sea porque le indica el costo del dinero a solicitar financiado, o el costo de oportunidad de invertir su dinero en esa actividad empresarial. Como es común en este tipo de

variables financieras, se espera que a mayor tasa de interés nominal, menor inversión, menor producción y, por tanto, menor autosuficiencia maicera.

Por cuanto toca al tipo de cambio, consideramos que la influencia de esta variable no está tan directamente asociada a las decisiones del productor, cuanto sí lo está con la competitividad relativa del sector externo. Y esto se explica porque el tipo de cambio real, a diferencia del nominal, incorpora en su cálculo el impacto comparativo de los precios internos, mostrando cuándo los bienes de un país se abaratan o encarecen en comparación con los de sus socios comerciales, o el resto del mundo.

Así, a medida que el tipo de cambio real crece, se encarecen relativamente los bienes producidos en el exterior y las importaciones bajan; por el contrario, cuando el tipo de cambio real es bajo, se abaratan las importaciones y eso se refleja en una mayor entrada de maíz desde el exterior, afectando negativamente la autosuficiencia de este grano.

Podría parecer obvio mencionar que la competitividad revelada y, en esa medida, la autosuficiencia maicera está en función también de la oferta nacional; sin embargo, la obviedad se diluye cuando separamos esta oferta en el volumen aportado por el sector maicero temporalero (de tipo tradicional fundamentalmente campesino) y lo aportado por el sector maicero de riego (de tipo empresarial primordialmente de corte comercial). De hecho, es en función de esto que se estableció la hipótesis central de esta investigación.

Luego, ¿cómo se puede explicar el comportamiento del volumen de producción de maíz en riego? Nuevamente incluimos dos variables predeterminadas que se espera puedan dar respuesta a esta incógnita; la primera, es el precio medio rural por tonelada de maíz en riego rezagada en un periodo ($t-1$), siendo otra de las señales enviadas por el mercado que consideran centralmente los productores en su toma de decisiones productivas, siendo ésta una relación ampliamente demostrada por la teoría microeconómica: a mayor precio, mayor producción (oferta).

Finalmente, la segunda variable considerada en respuesta al volumen de producción maicero en riego fue el Índice Nacional de Precios al Productor, como una medida de aproximación a la variación en los costos de producción agrícola, mismos que, al incrementarse, hacen que se reduzca la oferta de maíz producido.

6. Resultados y discusión

6.1 Modelo estimado

Una vez realizadas las corridas econométricas, el modelo estimado arrojó los siguientes resultados:

Autosufi = $173.1088 + 2.8007 * CR_mex - 4.044 e-05 * Dem_int - 5.2286 * tc_real$
CR_mex = $- 10.97179902 + 1.209411123 e-06 * Vol_riego - 0.037650383 * Ti_nom$
Vol_riego = $2727148.734 + 11664.84831 * PMR_rie_lag - 48720.00634 * INPP$

6.2 Evaluación estadística del modelo

a) *Coefficiente de Determinación*

Este coeficiente nos muestra el grado relativo en que las variables predeterminadas explican a las variables endógenas. En el Cuadro 2 se presentan los resultados estadísticos obtenidos a partir de la estimación de la forma estructural del modelo.

Los coeficientes de determinación (R^2) de las tres ecuaciones son de 0.5967, 0.6502 y 0.4974, respectivamente. En tanto que los coeficientes de determinación ajustados fueron de 0.5295, 0.6134, y 0.4445, en ese orden. En este sentido, aún cuando los valores de R^2 y R^2 ajustado no son señaladamente altos, en general puede considerarse que la bondad de ajuste del modelo es adecuada.

Desde el punto de vista económico estos valores se pueden interpretar diciendo que, insesgadamente, un 52.95 % de la variabilidad en el comportamiento de la autosuficiencia en maíz puede ser explicado por las variabilidades de la competitividad revelada, la demanda interna y el tipo de cambio real. De igual modo, la competitividad revelada en maíz para México con respecto a los Estados Unidos es explicada en un 61.34% por la variabilidades registradas en (i) el volumen de la producción de maíz en superficie de riego, (ii) la tasa de interés nominal, y (iii) el tipo de cambio de cambio real; al tiempo que el volumen de la producción de maíz en superficie de riego es explicada en un 44.45% por (i) el precio medio rural para el maíz de riego, y (ii) el índice nacional de precios al productor. En las tres ecuaciones, una vez descontado el efecto de la media. El grado de ajuste entre los valores observados y los valores estimados se puede observar gráficamente en el Anexo 2.

CUADRO 2
Resultados estadísticos obtenidos a partir de la estimación del modelo,
bajo el método de mínimos cuadrados en dos etapas.

Sistema: AUT_MAIZ				
Método Estimación: Mínimos Cuadrados de Dos Etapas				
Muestra: 1981 2002				
Observaciones incluidas: 22				
Observaciones totales del sistema (balanceado) 66				
Instrumentos: DEM_INT TI_NOM TC_REAL INPP C				
	Coefficiente	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	173.1088	22.27323	7.772058	0.0000
C(2)	2.800718	0.916896	3.054565	0.0034
C(3)	-4.04E-05	1.03E-05	-3.916908	0.0002
C(4)	-5.228649	2.190404	-2.387071	0.0204
C(5)	-10.97180	2.513832	-4.364571	0.0001
C(6)	1.21E-06	4.14E-07	2.924226	0.0050
C(7)	-0.037650	0.022406	-1.680354	0.0985
C(9)	2727149.	509560.4	5.351963	0.0000
C(10)	11664.85	3285.138	3.550794	0.0008
C(11)	-48720.01	15455.31	-3.152314	0.0026
Determinante residual covarianza		8.01E+13		
Ecuación: AUTOSUFI=C(1)+C(2)*CR_MEX+C(3)*DEM_INT+C(4)*TC_REAL				
Observaciones: 22				
R-cuadrada	0.596783	Mean dependent var	83.02773	
R-cuadrada ajustada	0.529580	S.D. dependent var	7.642666	
S.E. de regression	5.241886	Sum squared resid	494.5926	
Durbin-Watson estadístico	1.809898			
Ecuación: CR_MEX=C(5)+C(6)*VOL_PR_R+C(7)*TI_NOM				
Observaciones: 22				
R-cuadrada	0.650288	Mean dependent var	-7.001644	
R-cuadrada ajustada	0.613476	S.D. dependent var	2.618459	
S.E. de regression	1.627923	Sum squared resid	50.35255	
Durbin-Watson estadístico	1.668557			
Equación: VOL_PR_R=C(9)+C(10)*PMRRILAG+C(11)*INPP				
Observaciones: 22				
R-cuadrada	0.497475	Mean dependent var	4412015.	
R-cuadrada ajustada	0.444578	S.D. dependent var	1832633.	
S.E. de regression	1365800.	Sum squared resid	3.54E+13	
Durbin-Watson estadístico	1.183570			

b) Prueba t de los parámetros

Si se analizan todas las ecuaciones es posible apreciar que los coeficientes estimados para los parámetros presentan el signo esperado, además de ser significativos a un 0.05 de alfa. Esto es que, en el caso de la autosuficiencia maicera, las variables que inciden en su determinación son la competitividad revelada de México, que actúa en sentido directo; y la demanda interna y el tipo de cambio de real, que conjuntamente inciden en sentido inverso.

De acuerdo a lo esperado, la competitividad revelada para el sector maicero nacional con respecto al estadounidense, se encontró que el volumen de producción de maíz de riego incide directamente sobre aquél, mientras que la tasa de interés nominal, lo hace en sentido contrario ($t=0.0985$).

De igual modo, en el caso de la tercer variable endógena “volumen de producción de maíz en riego”, sus variables predeterminadas respondieron adecuadamente en el sentido preestablecido, de forma que el precio medio rural actúa positivamente sobre la oferta de maíz (a más alto precio, mayor volumen), mientras que el índice nacional de precios al productor la afecta inversamente.

6.3 Revisión y análisis de los supuestos clásicos

a) Multicolinealidad

La multicolinealidad se refiere a la situación en que, debido a una fuerte interrelación entre los regresores, se hace difícil desligar sus efectos individuales sobre la variable endógena. La multicolinealidad es, en sí, una cuestión de grado, no de existencia. La decisión importante aquí, no es entre presencia y ausencia, sino entre distintos grados de multicolinealidad. Por la tanto, para conocer el grado de multicolinealidad se procedió a aplicar el *índice de condición (IC)* cuya regla de decisión establece que si

$IC > 30$ à Hay evidencia de multicolinealidad severa.

En este caso tenemos

Ecuación 1. Variable endógena: Autosuficiencia

Modelo	Dimensión	Valor Eigen	Índice de Condición	Proporciones de Varianza (Constante)	CR_MEX	DEM_INT	TC_REAL
1	1	3.842	1.000	.00	.00	.00	.00
	2	.133	5.374	.00	.19	.03	.00
	3	2.273E-02	13.001	.00	.47	.05	.47
	4	2.260E-03	41.232	1.00	.35	.91	.52

Ecuación 2. Variable endógena: Competitividad Revelada

Modelo	Dimensión	Valor Eigen	Índice de Condición	Proporciones de Varianza (Constante)	TI_NOM	Vol_riego	TC_REAL
1	1	1.842	1.000	.08	.08		
	2	.158	3.419	.92	.92		
2	1	2.633	1.000	.01	.02	.01	
	2	.332	2.814	.00	.38	.12	
3	3	3.408E-02	8.791	.99	.59	.87	
	1	3.622	1.000	.00	.00	.01	.00
	2	.337	3.279	.00	.06	.12	.00
	3	3.737E-02	9.845	.12	.18	.82	.01
	4	3.413E-03	32.578	.88	.76	.06	.99

Ecuación 3. Variable endógena: Volumen de producción en riego

Modelo	Dimensión	Valor Eigen	Índice de Condición	Proporciones de Varianza (Constante)	P_rie_lag	INPP
1	1	1.757	1.000	.12	.12	
	2	.243	2.688	.88	.88	
2	1	2.645	1.000	.04	.00	.00
	2	.339	2.792	.85	.01	.02
	3	1.522E-02	13.183	.10	.99	.98

Toda vez que en la ecuación 1 y 2 se presentan valores del Índice de Condición superiores a 30 (41.23 y 32.57, respectivamente), se concluye que sí existe evidencia de multicolinealidad. Este problema fue resuelto con la aplicación del modelo de estimación basado en el método de mínimos cuadrados en dos etapas.

b) Autocorrelación

La autocorrelación establece que la media de las perturbaciones es igual a cero. Esto se presenta cuando existe correlación entre los miembros de una serie de observaciones dispuestos temporal o espacialmente a partir de una muestra.

Al aplicar el test Durbin-Wattson, en las dos primeras de las tres ecuaciones del modelo, no se detectó que estadísticamente existiera algún grado de autocorrelación en la ecuación ya que quedó por encima de los límites superior e inferior lo que nos permite decir que no existe autocorrelación. Estadístico d Durbin-Watson, puntos de significancia de d_{inf} y d_{sup} a un nivel de significancia de 0.05.

d (0.05, k 2) Lim. Inferior = 1.147 y Lim. Sup = 1.541

d (0.05, k 3) Lim. Inferior = 1.053 y Lim. Sup = 1.664

Ecuación 1. (Autosuficiencia)	Durbin-Watson	1.809898
Ecuación 2. (Competitividad)	Durbin-Watson	1.668557
Ecuación 3. (Volumen riego)	Durbin-Watson	1.183570

Sin embargo, en el caso de la ecuación 3, el estadístico d se ubicó entre los límites inferior y superior, por lo que no se puede definir si hay evidencia de presencia o ausencia de correlación serial positiva de primer orden.

c) Heteroscedasticidad

La heteroscedasticidad es un término que se refiere a la no dispersión homogénea de las perturbaciones a lo largo de la muestra. En este caso no se consideró la heteroscedasticidad como un problema grave, ya que la información no es de corte transversal.

6.4 Evaluación económica del modelo

En el análisis económico se juzgan los resultados obtenidos de la estimación de acuerdo con su conveniencia en el marco de la teoría económica, comparando el signo de los parámetros estimados con ciertos principios de la misma. De acuerdo a lo presentado en el Cuadro 3 los coeficientes estimados del modelo en su forma estructural, obtenidos por el método de mínimos cuadrados en dos etapas, resultan haber sido estadísticamente significativos y respondieron adecuadamente al sentido (signo) esperado en las relaciones estimadas.

Así, para la autosuficiencia maicera se puede destacar que la competitividad revelada mantiene una relación positiva con respecto a aquella, estimándose que el aumento de una unidad en el índice de la competitividad genera un aumento de 2.8 unidades en el indicador de la autosuficiencia. Como

fuerzas adversas a la autosuficiencia maicera, un aumento de la demanda interna en un millón de pesos propicia una disminución de 0.404 en el índice de autosuficiencia maicera.

Por lo que corresponde a la competitividad revelada del sector maicero con respecto a los Estados Unidos, se observa que un aumento de 1 millón de toneladas de maíz aportadas por el sector de riego, apenas incrementaría en 1.2 el índice la competitividad revelada, mientras que el aumento de una unidad en la tasa de interés propicia una disminución del 0.037 unidades en el índice de esta competitividad.

De igual modo, el volumen producido de maíz en superficie de riego es fuertemente determinado por su precio medio rural, lo cual concuerda con la teoría económica, ya que un aumento de en el precio de la tonelada observado el año anterior, genera un incremento del volumen producido en el año siguiente. Mientras que un incremento en el índice nacional de precios al productor, genera una disminución del maíz producido.

7. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en la construcción del modelo, así como en las pruebas de ajuste estadístico y revisión de los supuestos clásicos, se puede concluir que, efectivamente, la competitividad revelada del sector maicero mexicano y el volumen de producción de maíz en superficie de riego se encuentran determinando la autosuficiencia de la producción de maíz en México; mostrando un adecuado ajuste en términos generales, más no del todo satisfactorio, toda vez que aún resta explicar entre un 32% y un 50% de la variabilidad de las variables endógenas de este sistema de ecuaciones simultáneas.

Se considera que esto anterior puede ser efecto de las variables no incluidas (estocásticas), y que obviamente, juegan un papel importante. Entre ellas, valga mencionar que sería interesante aumentar el número de variables explicativas que permita considerar y cuantificar, por ejemplo, los apoyos gubernamentales, los impuestos, los subsidios a las importaciones, y otras medidas de política. Asimismo se juzga interesante poder ampliar la serie de datos al menos a un horizonte de 30 años, esperando observar un punto de inflexión por el cambio en la estrategia de autosuficiencia maicera.

Desde el punto de vista económico, es importante tomar en cuenta que en la consecución de un objetivo de política interior, como lo es el logro de la autosuficiencia maicera, es necesario no subordinarlo a una meta de política exterior, como podría ser el mantener sobrevaluado el tipo de cambio, ya que éste afecta negativamente a la autosuficiencia. De hecho, aunado a lo anterior es imprescindible que se busque elevar la competitividad del sector maicero nacional de forma que pueda responder con mayor eficacia en la satisfacción de la demanda nacional de este cereal.

Ahora bien, respondiendo al planteamiento de la hipótesis general se pudo demostrar que la autosuficiencia y la competitividad maicera nacional están ligadas a la oferta que pueden generar los productores de riego. Sin embargo, la evidencia estadística permite concluir que la respuesta de este sector no ha sido lo suficientemente alta para elevar tanto la autosuficiencia como la competitividad maiceras.

Aparentemente, un obstáculo en este propósito tiene que ver con el hecho de que el gobierno permita un flujo permanente de importaciones para cubrir las necesidades de consumo, a precios relativamente bajos, pero sin preocuparse por la fuerte dependencia alimentaria en la que se está incurriendo.

Si esto resulta cierto, podría interpretarse que la política sectorial para el maíz implementada por el gobierno (o por él consentida), encierra una dualidad contradictoria en la que, por un lado, se incentiva la producción maicera del sector comercial, moderno y competitivo ubicado en buenas tierras con disposición de agua de riego. Mientras que, por otro lado, fomenta la entrada de maíz importado para satisfacer necesidades de consumo, aun cuando éstas podrían ser cubiertas por la producción nacional.

8. Literatura citada

- Guerrero A., Manuel (2001). De la gestión estatal al mercado global: los sistemas de la intervención estatal en la comercialización del maíz en México (1936-2000). Tesis doctoral. Facultad de Economía, UNAM. México. 381 pp.
- Gujarati, Damodar N. (1995). *Econometría*. Ed. Mac Graw Hill. 2ª. Ed. México. 597 pp.
- Juárez S., Laura (2006). "Más mercado y menos Estado: soberanía en venta". <http://www.uom.edu.mx/trabajadores/53laura.htm> (consult. mayo de 2006).

- Levy, Santiago y Sweder van Winjbergen (1992). «El maíz y el acuerdo de libre comercio entre México y Estados Unidos», *El Trimestre Económico*, México, vol. LVIII (4), num. 232, pp.823-862.
- Nadal, Alejandro (1987). "El caso del maíz mexicano en el nafta: variabilidad genética y liberación comercial", *Biodiversidad* 23, pags 3-12.
- Ramírez M., Pedro P. (2001). *Introducción a la econometría. Notas de curso de econometría*. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), Universidad Autónoma Chapingo.
- Schwentesius R., Rita., Juan de D. Trujillo y Manuel Á. Gómez C. (2000). *Competitividad y futuro de la agricultura en México*. Ponencia elaborada para su presentación en la *75th Annual WEA International Conference*, Vancouver, Canadá 29 de junio al 3 de julio del 2000.

ANEXO 1.
Serie de datos incluidos en el modelo.

Año	Volumen de producción en riego (ton)	Precio medio rural riego (\$/ton)	Autosuficiencia maicera (%)	Competitividad Revelada de México ^{1/}	Demanda Interna (Pesos)	Índice Nacional de Precios al Productor	Tasa de Interés Nominal	Tipo de Cambio Real
1981	2,999,531	6.6	82.03	-9.86	1115125.66	0.683	28.58	2.8276
1982	2,926,226	9.4	96.66	-5.88	1026386.85	1.075	40.40	4.1230
1983	2,725,019	18.8	73.78	-10.40	940266.25	2.143	56.65	4.7362
1984	2,798,398	31.7	83.68	-10.38	979649.17	3.508	51.10	4.1755
1985	3,285,768	50.0	89.12	-10.03	1016631.71	5.446	56.07	4.1373
1986	3,091,197	89.3	87.54	-9.52	972176.63	9.772	80.88	5.3514
1987	2,708,343	222.4	76.35	-10.78	982130.71	23.972	94.64	5.5234
1988	2,815,400	366.0	76.24	-10.23	1020108.07	47.777	67.64	4.4126
1989	2,723,773	461.7	75.01	-11.15	1076584.64	53.877	44.61	4.1607
1990	3,308,531	575.9	78.17	-6.80	1152990.22	66.130	37.07	3.9612
1991	4,272,790	686.9	91.04	-5.49	1219027.66	78.750	22.56	3.6099
1992	5,400,869	751.8	93.08	-5.25	1291536.67	88.226	18.78	3.3000
1993	7,703,658	753.9	99.05	-4.16	1305515.11	94.013	18.56	3.1159
1994	8,575,389	646.8	87.25	-4.63	1378617.78	100.001	15.51	3.2367
1995	6,282,634	923.8	87.55	-4.74	1184970.65	141.493	45.12	4.7137
1996	5,708,856	1495.2	75.94	-5.38	1251447.45	190.095	30.71	4.2622
1997	6,922,452	1383.6	88.53	-4.78	1371247.93	220.418	19.12	3.7619
1998	6,104,277	1383.5	78.04	-4.83	1454496.97	250.838	21.09	3.7952
1999	5,065,098	1397.9	76.17	-4.53	1516543.19	290.177	19.73	3.4874
2000	5,417,318	1505.5	76.68	-4.70	1643948.71	319.152	13.69	3.2547
2001	3,230,377	1496.5	76.99	-4.98	1651198.67	329.662	10.12	3.1086
2002	998,429	1527.5	77.71	-5.51	1658708.20	336.710	5.43	3.0089

1/ (Con respecto a EEUU para sector maíz.

Fuentes: (i) Demanda Interna, Índice Nacional de Precios al Productor, Tasa de Interés Nominal y Tipo de Cambio Real, INEGI, Banco de Información Económica; (ii) Volumen de producción de maíz en riego y precio medio rural de maíz, Sistema de Información Agropecuaria (Siacon) de la SAGARPA.

ANEXO 2.

Comparación entre los valores estimados y los valores observados.

