

LA DEMANDA DE IMPORTACIONES MEXICANAS DE MAÍZ EN EL PERIODO 1996-2010

Arturo Zenteno, Jesús Ariel Peña, Ernesto López y Antonio Petz¹

Abstract

This research makes an estimate of corn import demand for Mexico in the period 1996-2010. Based on tests of cointegration and a regression model, Autoregressive Distributed Lag Model (ADL), yields the import demand from Mexico. From the estimated values, elasticities can be obtained and are used to determine the impact of the explanatory variables such as prices and income on imports of corn from United States. The results show that there are elastic elasticities, (4.9) in price and (2.7) in income of the corn import demand, implying replacement ability of Mexico to imports of that product.

Keywords: *Corn, import demand and elasticities.*

Resumen

Esta investigación realiza una estimación de la demanda de importaciones de maíz para México en el periodo 1996-2010. Por medio de las pruebas de cointegración y un modelo de regresión, Modelo de Rezagos Distribuidos Autorregresivos (ADL), se obtiene la demanda de importaciones de México. A partir de la estimación se encuentran los valores de las elasticidades que se utilizan para determinar el impacto de las variables explicativas como precios e ingreso en las importaciones del maíz provenientes de Estados Unidos. Los resultados demuestran que existen elasticidades precio (4.9) e ingreso (2.7) de la demanda por importaciones de maíz elásticas, lo que implica capacidad sustitutiva de México ante las importaciones de dicho producto.

Palabras clave: *Maíz, demanda de importaciones y elasticidades.*

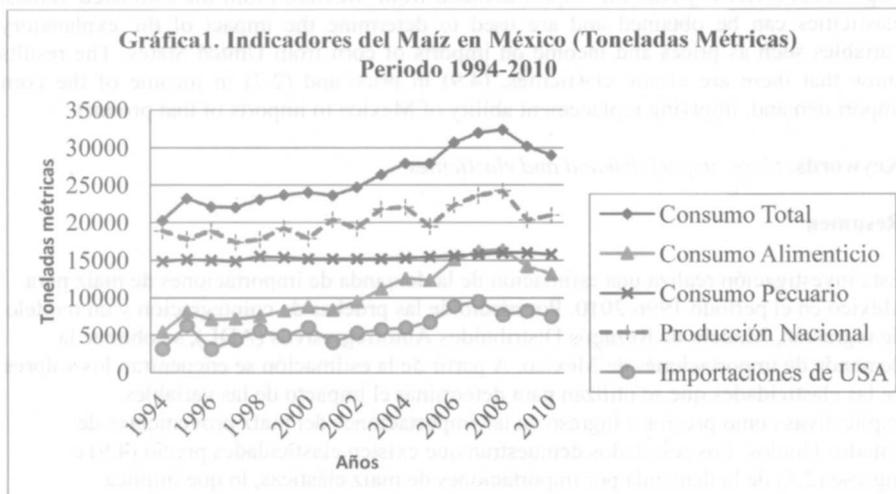
INTRODUCCIÓN

De acuerdo al Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) la importancia del maíz para la cultura mexicana es significativa desde tiempos prehispánicos. Desde los mayas y los aztecas hasta el México moderno, el maíz ha jugado un importante papel en su estilo de vida, específicamente en su alimentación. El grano, oriundo del continente americano y que rápidamente fue adoptado por los europeos gracias a sus propiedades alimenticias y relativa facilidad para cultivar, ha sido objeto de estudio en los últimos años en el ámbito del comercio internacional. El Tratado de Libre Comercio de Norteamérica, firmado en 1994, ha mantenido las posiciones que tenían México y Estados Unidos en el comercio internacional del grano, de acuerdo a las cifras del United States Department of Agriculture (USDA) durante todo el periodo de estudio

¹ Los puntos de vista expresados en este documento corresponden únicamente a los autores y no necesariamente reflejan las ideas del ITESM.

de este artículo, México se ha colocado como el segundo mayor importador de maíz en el mundo detrás de Japón, mientras que Estados Unidos se mantuvo como el principal exportador del grano.

El SIAP menciona que la relación comercial de estos dos países toma importancia debido a que Estados Unidos es el mayor proveedor del maíz grano para el mercado mexicano, participando prácticamente con el 100% de las importaciones y teniendo en cuenta que la producción mexicana ha estado por debajo del consumo doméstico total durante el periodo de análisis como se observa en la gráfica 1.



Fuente: Elaboración propia con datos del USDA 2012.

En el presente trabajo se estima la demanda de importaciones de maíz en México para el periodo 1996-2010, caracterizado por la apertura comercial a partir del TLCAN. La finalidad es encontrar la elasticidad precio, la elasticidad ingreso y la elasticidad de la curva de oferta comercial de los mexicanos en este importante producto. La relevancia del trabajo descansa en su utilidad para entender los efectos que se podrían originar a causa de algún movimiento en precios, cambio en políticas comerciales y suministro del bien en un futuro para el mercado mexicano.

Para llevar a cabo el estudio se utilizó la función tradicional de demanda por importaciones planteada por Leamer y Stern (1970) y Murray y Ginman (1976), la cual depende positivamente del ingreso nacional real, positivamente del índice de precios del productor y negativamente del índice de precios nacionales que enfrenta el consumidor. Para este análisis se optó por un modelo especificado mediante logaritmos para así obtener estimadores que representen elasticidades. Se utilizó el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) en diferencia para obtener un Modelo de Corrección de Errores (MCE) que a la postre permitiera la utilización de un Modelo de Regresivos Autogresivos (ADL).

Para la estimación se optó por usar el índice mensual de volumen físico de la producción de la industria alimentaria de México, reportado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), como proxy del ingreso nacional. El índice de precios al productor de maíz de Estados Unidos, el cual se obtuvo del Bureau of Labor Statistics (BLS), el valor de las importaciones del maíz como variable dependiente y por último el índice nacional de precios al consumidor de la industria alimentaria de México reportado por el INEGI.

Los resultados obtenidos demuestran que existe una curva de oferta comercial inelástica con valor de 0.735 para el periodo 1996-2010. Esta situación indica que en caso de que el gobierno mexicano hubiera realizado alguna política comercial para generar un incremento en las exportaciones de maíz, el efecto esperado hubiese sido menor en el incremento porcentual de las importaciones de cualquier bien o servicio estadounidense, que en el incremento de las importaciones mexicanas. Así mismo, se obtuvo una elasticidad ingreso por la demanda elástica de 4.95, situación que se vincula al proteccionismo que existió para el maíz en el periodo de estudio. Esto demuestra que ante aumentos en el ingreso nacional existiría un aumento más que proporcional en las importaciones de maíz.

La parte restante del documento se compone por las siguientes secciones: primero se presenta el marco teórico, donde se dan a conocer las teorías sobre las cuales está basado este análisis. La segunda contiene la revisión de la literatura en la cual se describen otros trabajos de investigación acerca de la demanda de importaciones, sus métodos, innovaciones y referencias. En el tercer apartado se describe y justifica la metodología empleada. La cuarta sección presenta los datos utilizados en la investigación, el motivo de su empleo y las fuentes de donde se obtuvieron. La quinta contiene los resultados del estudio econométrico realizado, así como su análisis e interpretación. La última sección presenta conclusiones derivadas de los resultados obtenidos, comparaciones con otros trabajos de investigación y algunas contribuciones en las que se podrían extender otros trabajos sobre el tema en un futuro.

MARCO TEÓRICO

El análisis de la demanda por importaciones en el comercio internacional tiene como base lo establecido por la ley de la demanda tradicional marshalliana. Ante cambios en el precio internacional de algún bien o servicio, vía apertura comercial, la cantidad demandada de importaciones incrementará en la medida que sea más costoso producir algún bien o servicio dentro del país, optando por adquirir el bien o servicio deseado de algún otro lugar del resto del mundo. Asimismo, dicha función de demanda debe cumplir con la propiedad de homogeneidad de grado cero en precios e ingresos, esto es, la variación de todos los precios y los ingresos en las mismas proporciones no afectarán las cantidades de bienes demandadas Nicholson (1997, 251).

A partir de la función de demanda de importaciones es posible obtener información relevante sobre cómo responde el consumo de un país ante cambios en su ingreso y ante cambios en los precios relativos que enfrenta. La teoría económica clasifica a los bienes y

servicios como normales o inferiores. Cuando un consumidor o país decide incrementar la cantidad demandada por un bien debido a incrementos en su ingreso es posible establecer que dicho bien es normal, caso contrario para los bienes inferiores. Por otro lado, las importaciones de un país también pueden ser afectadas por cambios en los precios nacionales relativos a los precios extranjeros; la elasticidad precio de la demanda por importaciones establece esta relación. Un país cuenta con una elasticidad precio de la demanda por importaciones elástica cuando cambios en el precio nacional relativo al precio extranjero, afecta sustancialmente la cantidad demandada de sus importaciones. Además, si el efecto del precio en las importaciones es muy pequeño, el país estará enfrentando una elasticidad precio de la demanda por importaciones inelástica, esto es, el cambio porcentual de la cantidad demandada de un país por productos inelásticos tiende a cambiar en menor proporción ante un cambio porcentual unitario en los precios relativos.

Autores como Goldstein y Khan (1976) analizaron los efectos del ingreso y los precios en el comercio internacional usando la aproximación de las elasticidades precio e ingreso de la demanda por importaciones; mientras que Orcutt (1950) desarrolló técnicas para la interpretación de las elasticidades y las posibles limitantes del análisis debido a errores de medición y problemas en la predicción de resultados.

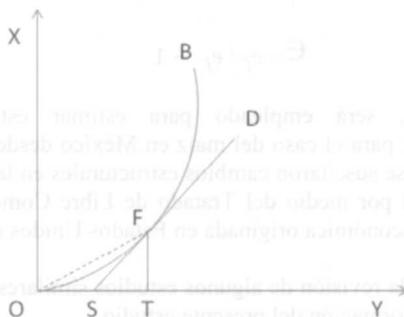
Según lo estudiado por Leamer y Stern (1970) y Murray y Ginman (1976) la función tradicional de demanda por importaciones depende positivamente del ingreso nacional real y del índice de precios del productor y negativamente del índice de precios nacionales que enfrenta el consumidor. Para analizar la demanda mexicana de importaciones de maíz es posible utilizar esta representación, siempre y cuando la función de demanda cumpla con los requerimientos necesarios de homogeneidad de grado cero en precios e ingreso (Nicholson, 1997, 251).

Especialmente para los países latinoamericanos que se caracterizaron por mantener regímenes de tipo de cambio fijo hasta antes de la época de los noventa, la apertura comercial significó efectos directos en su relación de precios nacionales respecto a los del extranjero y es por esta razón que Fullerton, Sawyer y Sprinkle, (1999) señalan que las importaciones están ampliamente explicadas por las variaciones que sufren los precios debido al comercio internacional.

Con el tiempo han surgido nuevas formas de modelar la relación entre las importaciones y las variables que las explican; según Wilson y Takacs (1979) además del ingreso real y los precios relativos, el tipo de cambio es un elemento importante que influye en los movimientos comerciales; sin embargo, autores como Loria (2001) y Romero (2010) establecen como variables importantes sólo aquellas establecidas en el modelo tradicional de Leamer y Stern (1970).

A partir del análisis empleado por Borkakoti (1998, 540) para explicar la funcionalidad de la curva de oferta comercial es posible determinar la elasticidad de demanda por importaciones y la elasticidad de la oferta por exportaciones para un bien específico. La elasticidad de la curva de oferta comercial es representada por la razón del cambio porcentual en las importaciones y del cambio porcentual en las exportaciones.

Figura 1. Curva de Oferta Comercial (COC)



Fuente: Borkakoti, J. 1998. *International trade: Causes and consequences*.

Representando lo anterior en la siguiente gráfica y considerando a X como el bien de importación y a Y como el bien de exportación es posible observar que tal relación se ilustra en el segmento FT/ST para el bien X y FT/OT para el bien Y, por lo tanto es posible obtener lo siguiente:

$$e_f = \frac{\frac{dx}{x}}{\frac{dy}{y}} = \frac{dy}{dx} \cdot \frac{y}{x} = \frac{FT}{ST} \cdot \frac{OT}{OT} = \frac{OT}{ST} \tag{1}$$

Siguiendo la metodología de Borkakoti (1998, 540) es posible encontrar la elasticidad de demanda por importaciones, definida como la razón del cambio porcentual en la cantidad de importaciones y el cambio porcentual en los precios relativos, donde el precio del bien exportable X es igual a $1/p$, definiendo p como P_y/P_x por lo tanto se obtiene la siguiente expresión:

Elasticidad de la demanda por importaciones

$$\epsilon = - \frac{\frac{dx}{x}}{\frac{d(\frac{1}{p})}{\frac{1}{p}}} = - \frac{dx}{d(\frac{1}{p})} \cdot \frac{1}{p} = - \frac{dx}{d(\frac{y}{x})} \cdot \frac{(\frac{y}{x})}{x} = - \frac{dx}{(xdy-ydx)/x^2} \cdot \frac{y}{x^2} = - \frac{dx \cdot y}{(xdy-ydx)} \tag{2}$$

$$\epsilon = - \frac{dx \cdot y}{dx(x \frac{dy}{dx} - y)} = \frac{y}{(y - x \frac{dy}{dx})} = \frac{OT}{(OT - FT \frac{ST}{FT})} = \frac{OT}{(OT - ST)} \quad \epsilon = OT/OS$$

Dividiendo la ecuación (2) entre $-dX/Y$ es posible obtener la elasticidad de la demanda de importaciones en términos de la elasticidad de la curva de oferta comercial, por lo tanto se obtiene:

$$\epsilon = e_f / e_f - 1$$

El análisis econométrico, será empleado para estimar estas elasticidades de importaciones, en particular para el caso del maíz en México desde el año 1996 hasta el 2010. Durante este periodo se suscitaron cambios estructurales en la economía mexicana, como la apertura comercial por medio del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y la crisis económica originada en Estados Unidos en el año 2008.

A continuación se presenta la revisión de algunos estudios similares, los cuales aportaron elementos valiosos a la conformación del presente estudio.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

A lo largo de los últimos años diversos autores han estimado funciones de demanda de importaciones y han estudiado los determinantes de éstas.

A partir de la estimación de la demanda es posible encontrar las elasticidades y con ello conocer la respuesta que ésta experimenta respecto a cambios estructurales en la economía.

De la revisión realizada se concluye que unos de los primeros autores en investigar las demandas de importaciones fueron Leamer y Stern (1970), quienes relacionaron la cantidad demanda de importaciones con el ingreso, el precio de las importaciones y el precio de sustitutos nacionales de estas. Unos años después, Goldstein y Khan (1976) innovaron en su estudio al utilizar un modelo de bienes sustitutos perfectos para obtener la demanda de importaciones. Este último modelo es utilizado como base en dos trabajos de investigación que estiman la demanda de importaciones para el caso de México. El primero realizado por Galindo y Cardero (1999) quienes utilizan las variables de ingreso de la economía y los precios relativos entre el índice de precios de las importaciones y el índice de precios interno, incluido el efecto de tipo de cambio. Al realizar las pruebas de cointegración Galindo y Cardero (1999) hablan de la posibilidad de establecer una demanda de importaciones a largo plazo como una función del ingreso real y de los precios relativos. Un segundo trabajo que toma como base el modelo de Goldstein y Khan (1976) fue realizado por Zermeño y Rivera (2008), ellos también implementan el enfoque de cointegración y raíces unitarias para analizar las demandas de importaciones en el periodo 1991-2005. Las conclusiones en ambos estudios nos muestran resultados similares, ya que en los dos trabajos se encontró una elasticidad ingreso mayor a la unidad. Con esta información Zermeño y Rivera (2008) concluyen que el efecto ingreso es el principal determinante de la demanda de importaciones, mientras que Galindo sugiere que las reducciones en el ritmo que se tenía de crecimiento para el periodo posterior al TLCAN corresponden principalmente al comportamiento del ingreso.

De la misma forma destaca el trabajo de Romero (2010) quien analiza la evolución de la demanda de importaciones para México en el periodo 1940-2009. Romero (2010) utiliza técnicas de cointegración y corrección de errores basando su análisis en el modelo de Leamer y Stern. Concluye su trabajo comprobando que la demanda de importaciones de México ha tenido cambios estructurales en dos periodos en los cuales divide su trabajo 1960-1982 y 1988-2009 y que la propensión marginal a importar ha aumentado en un 80% de un periodo a otro. También demuestra que la elasticidad precio de la demanda disminuye en el segundo periodo, dejando líneas para futuros análisis que muestren si esta disminución se debe a una relación estructural de la economía mexicana en función de las importaciones.

Otro estudio que analiza bienes alimentarios es el de Abur y Rosson (1998) quienes estiman la demanda de importaciones de México para algunos productos lácteos como la nieve, leche, mantequilla y otros. Utilizando un modelo log-lineal y tomando como variables explicativas el PIB real, el precio de las importaciones y una variable dicotómica para mostrar periodos inusuales como las devaluaciones. Al final encuentran una elasticidad ingreso mayor a la unidad y concluyen que cuando la economía crezca se esperará una importante respuesta de las importaciones.

Algunas novedades importantes son introducidas en trabajos para otros países latinoamericanos, por ejemplo, Herrera y Alonso (1990) estiman la demanda por importaciones de Colombia en el periodo de 1952 a 1989 y la novedad en su trabajo consistió en que utilizaron la metodología de Beveridge y Nelson (1981) para descomponer el ingreso nacional en sus componentes permanente y cíclico, los cuales se tomaron como argumentos en las funciones de demanda de importaciones. Con ello demostraron que la elasticidad de las importaciones al ingreso permanente es unitaria. En el trabajo calculan las elasticidades precio de tres tipos de bienes distintos: de consumo, intermedios y de capital. Concluyeron que los bienes de consumo y de capital tienen elasticidades similares (-0.73 y -0.68), mientras que la de los intermedios es de menos de la mitad de las dos anteriores (-0.17). También se encontró que la elasticidad ingreso en los tres tipos de bienes es cercana a la unidad.

Otro estudio en esta área fue el de Fullerton, Sawyer & Sprinkle (1999), quienes estimaron la demanda de importaciones para América Latina, partiendo del modelo de Murray y Ginman (1976). Estiman la demanda de importaciones, separando los precios relativos en sus componentes para conocer los cambios en el volumen de importaciones, ante movimientos de los precios internacionales respecto a los precios domésticos. Para hacer más detallado su modelo, incorporaron a la función de demanda los precios internacionales y el tipo de cambio. Una novedad en su trabajo fue la integración de un compendio de artículos en donde se estimaban las elasticidades de importación de varias economías latinoamericanas, en donde se encontró que en general las importaciones tenían una elasticidad ingreso alta, en contraste con una elasticidad precio inelástica.

Por último, para el caso específico del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica, Cuéllar (2005) utiliza el tipo de cambio real y el ingreso del país importador, como los principales determinantes de la demanda de importaciones y agrega una variable

dicotómica para medir el efecto del TLCAN. En su modelo encuentran que el coeficiente de la variable dicotómica no es significativo en todos los modelos. Con ello concluye que el libre comercio no coadyuvó al incremento de las compras de productos agrícolas mexicanos por parte de los Estados Unidos. Al mismo tiempo, destaca cómo el tipo de cambio real y la tendencia temporal, son las variables que tienen un mayor impacto sobre las importaciones agropecuarias de los Estados Unidos provenientes de México. Zahniser y Link (2002) concuerdan en que los cambios ocurridos en el comercio agropecuario de Norteamérica a partir de 1994, no pueden ser atribuidos en su totalidad al TLCAN. Las condiciones climáticas adversas, las variaciones en la cotización del peso con respecto al dólar, el cambio tecnológico y el desempeño económico de los países; son factores que deben ser tomados en cuenta.

El objetivo de la presente investigación es obtener las elasticidades precio e ingreso de la demanda por importaciones de maíz provenientes de Estados Unidos y así, a partir de éstas, conocer la situación comercial del producto en los primeros años de la apertura comercial (1996-2001) y en años más recientes caracterizados por su mayor liberalización al comercio (2001-2010).

A continuación se presenta la metodología utilizada para la realización del modelo econométrico de corrección de errores.

METODOLOGÍA

Leamer y Stern (1970) proponen que la ecuación de demanda de importaciones en el tiempo t puede representarse de la siguiente manera:

$$M_t = f(Y_t^d, P_t^m, P_t^d)$$

Donde M_t representa la cantidad de importaciones, Y_t^d el ingreso nacional, P_t^m es el precio de las importaciones nacionales y P_t^d representa el precio de los bienes nacionales; cada una de estas variables en el tiempo t .

Para analizar las determinantes de la demanda mexicana de importaciones de maíz proveniente de Estados Unidos es posible representar M_t como la cantidad de importaciones de maíz, Y_t como el índice de volumen físico de la producción de la industria alimentaria de México, P_t^d el índice nacional de precios al consumidor de la industria alimentaria de México y P_t^m como el índice de precios al productor de maíz de los Estados Unidos.

Con base en la teoría económica se espera que el valor estimado del coeficiente de ingreso sea de signo positivo, lo cual implica que un incremento en el ingreso nacional aumentaría la cantidad de importaciones de maíz; por su parte, se espera negativo en la relación de precios lo cual estaría reflejando una relación inversa entre cantidad de importaciones y el precio relativo del maíz al exterior, esto quiere decir que un aumento

en el precio de las importaciones desincentivaría el consumo externo de dicho producto, de la misma forma que lo haría una disminución en el precio nacional.

La representación lineal de esta función en el tiempo t es:

$$M_t = a + a_1 Y_t^d + a_2 P_t + e_t$$

Donde P_t son los precios relativos P_t^d / P_t^m

e_t representa un error de ruido blanco

$$E(e_t) = 0$$

$E(X_t) = X_t$ es decir, la variable explicativa es no aleatoria

$\text{Var}(e_t) = \sigma^2$ homoscedasticidad

$\text{Cov}(e_t, e_s) = 0$ para $t \neq s$.

Según Romero (2010), la utilización de precios relativos ayuda a satisfacer los requerimientos de homogeneidad y reducir los problemas de multicolinealidad. De acuerdo a lo establecido por este mismo autor, la función lineal puede ser especificada mediante logaritmos naturales; sin embargo, Abur y Rosson (1998) afirman que la forma funcional logarítmico-lineal también es adecuada para estimar la demanda por importaciones, ya que de esta manera se robustece el modelo. Para este análisis se optó por un modelo especificado mediante logaritmos para así obtener estimadores que representen elasticidades, con lo cual la interpretación de los mismos resulta más sencilla.

Debido a que en el presente estudio se analizan series de tiempo con datos mensuales desde el año 1996 hasta el año 2010 es necesaria la realización de pruebas estadísticas para generar resultados correctos a partir de un modelo no espurio.

En el cuadro 1 se presentan las pruebas de raíces unitarias mediante el método de Dickey y Fuller (1979) que reflejan la condición de estacionariedad para cada variable, esto es, que su distribución sea constante a lo largo del tiempo. Todas las variables se encuentran integradas de orden uno, es decir, existe la presencia de raíz unitaria en sus niveles, pero no se detecta en su primera diferencia. Se optó por la utilización de 12 rezagos partiendo de la metodología de Campbell-Perron (1991) debido a que se cuenta con series mensuales en el presente estudio.

Cuadro 1: Pruebas de Raíz Unitaria

Variable	Intercepto	Intercepto y tendencia	Sin intercepto ni tendencia
$\ln M$	0.8988	0.2179	0.8679
$\Delta \ln M$.0000	.0000	.0000
$\ln Y$	0.099	0.9888	0.9829
$\Delta \ln Y$.0057	.0000	.0058
$\ln P$	0.0329	.1345	.0215
$\Delta \ln P$.0000	.0000	.000

Hipótesis nula: existe raíz unitaria. *p-valores de MacKinnon (1996)

Fuente: Elaboración propia con base a resultados obtenidos de EViews.

Los diversos estudios existentes sobre demanda de importaciones definen como variable dependiente a las importaciones (M_t), y consideran al ingreso real nacional (Y_t) y a la relación de precios (P_t), como variables exógenas. Para nuestro análisis consideramos necesario demostrar empíricamente tal relación, la cual corresponde completamente a la base teórica fundamental. Por lo tanto, partiendo de la situación más general, donde cada variable es endógena, se estimó un vector autorregresivo en niveles (VAR) para determinar el número de rezagos a utilizar en el modelo de corrección de errores a implementar. Se optó por utilizar un sólo rezago bajo el criterio de Schwartz (SBIC) y se comprobó que los residuales son de ruido blanco bajo la metodología de Ljung-Box (1978).

Habiendo establecido el orden de rezagos óptimo, proseguimos a estimar un VAR en diferencias para continuar con el proceso de detección de cointegración entre variables.

Utilizando las pruebas de la traza y los máximos de Johansen se obtuvieron los resultados que aparecen en el cuadro 2.

Cuadro 2: Pruebas de la traza y máximos de Johansen

Número de ecuaciones cointegradas sujetas a hipótesis (Hipótesis nula)	Estadístico de la traza	Valor crítico al 5% de significancia (Traza)	Estadístico del máximo eigenvalor	Valor crítico al 5% de significancia (máximo eigenvalor)
Ninguna	47.51	29.79	35.74	21.13
al menos 1*	11.76	15.49	10.36	14.26

Valores t en cada celda, comparados con los valores t críticos de MacKinnon-Haug-Michelis (1999). Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de EViews.

Los resultados presentados confirman la existencia de un vector de cointegración. Para ambas pruebas se decide rechazar la primera hipótesis nula de no cointegración; sin embargo, no es posible rechazar el posterior planteamiento de al menos una ecuación de cointegración entre las variables.

Las pruebas demuestran una relación a largo plazo entre las variables del modelo, lo que permite realizar una estimación definitiva de un Modelo de Corrección de Errores presentada en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Estimación del Modelo de Corrección de Errores (MCE)

MCE	C	$\Delta \ln M_{t-1}$	$\Delta \ln Y_{t-1}$	$\Delta \ln P_{t-1}$	α	R^2	Estadístico F
$\Delta \ln M$	0.015594	0.1584***	-6.045774***	2.1127 0*	-0.79093***	0.42	29.96
$\Delta \ln Y$	0.002622	0.00890***	-0.39554***	- 0.0210 6	0.002976	0.20	10.57
$\Delta \ln P$	-0.000615	-0.0170***	-0.069900	0.2313 **	0.012147*	0.09	4.47

*** significativo al 1% ; ** significativo al 5%; y * significativo al 10%.

Ecuación de cointegración

$$\alpha = (\ln M_{t-1} + 10.17109 - 5.0998 \ln Y_{t-1} - 2.799 \ln P_{t-1})$$

Vector de cointegración

$$(1, 10.17109, -5.0998, -2.799)$$

En el modelo de corrección de errores, donde las importaciones representan la variable dependiente, se aprecia una alta significancia en el estimador de la ecuación de cointegración, esto puede ser interpretado de la siguiente manera: el valor de las importaciones mexicanas de maíz se ajustan, disminuyendo o retornando al equilibrio, respecto de un periodo anterior de desequilibrio, a una velocidad de 0.7909; sin embargo, al observar la significancia del estimador de ajuste en las ecuaciones donde precios relativos e ingreso son las variables dependientes, es posible decir que dichos procesos no se ajustan en el largo plazo, lo que podría significar un síntoma de exogeneidad débil. La anterior hipótesis significaría que las importaciones nacionales se ven afectadas por el ingreso real y la relación de precios relativos; sin embargo, estas últimas variables conjuntamente no se ven afectadas por las variaciones de las importaciones.

Dada la posible presencia de exogeneidad débil, se estimará el modelo de corrección de errores sujeto a restricciones utilizando el test de Johansen para comprobar la hipótesis teórica que establece a los precios relativos e ingreso como factores exógenos de la cantidad demandada de importaciones.

Se pueden realizar diferentes pruebas utilizando la metodología de Johansen para comparar hipótesis haciendo uso del siguiente estadístico:

$$-T \sum_{i=r+1}^n (\ln(1 - \lambda_i^*) - \ln(1 - \hat{\lambda}_i)) \approx \chi^2(n - r)$$

En el cual λ^* representa los eigenvalores obtenidos del modelo restringido, λ los eigenvalores del modelo no restringido, n representa el número de observaciones y r la cantidad de vectores de cointegración. La hipótesis nula dictamina que ambos modelos

son similares. La hipótesis alternativa establece que los modelos son distintos. Con la existencia de un vector de cointegración e imponiendo una restricción donde los coeficientes de las ecuaciones de cointegración de precios e ingresos son simultáneamente iguales a cero, se obtienen los resultados presentados en el Cuadro 4.

Cuadro 4: Estadístico de Johansen

Hipótesis nula Coeficientes (α) de la ecuación de cointegración (donde $\Delta \ln P$ y $\Delta \ln Y$ son las variables dependientes) = 0	Estadístico de la restricción $\chi^2(n-r)$	p-valor
Modelo restringido y no restringido son iguales	3.73	0.1543

Al observar el p-valor es posible decir que no se rechaza la hipótesis nula con 1% , 5% y 10% de significancia. Por lo tanto, utilizando dicho criterio, proseguimos a la construcción de un modelo de rezagos distribuidos autorregresivos (ADL), ya que tanto los precios relativos, como el ingreso, conjuntamente, son débilmente exógenos respecto de las importaciones nacionales.

El modelo ADL toma la siguiente forma:

$$\Delta M_t = \tau + \phi M_{t-1} + \Omega Y_{t-1} + \mu P_{t-1} + \beta \Delta Y_t + \theta \Delta P_t + e_t$$

Habiendo especificado nuestro modelo, se prosiguió a determinar la existencia de cointegración entre las variables presentadas y así proveer de estimaciones con resultados no espurios. Para comprobar la relación de largo plazo entre las variables fue necesario probar la hipótesis nula de $\phi=0$ (no cointegración) respecto a la hipótesis alternativa de $\phi < 1$ comparando el estadístico t estimado con los valores críticos de Ericksson & MacKinnon (2002). El valor t crítico depende a su vez de un ajuste por regresores determinísticos "d", y del número de variables integradas de orden uno "k" en la regresión. Todo esto nos lleva a la expresión: $T_a = T - (2k - 1) - d$.

Estimando el modelo ADL se obtienen los resultados siguientes:

Cuadro 5: Modelo ADL

Variable	Coefficientes	p-valor
C	-7.164669	.0100
LnM_{t-1}	-.753375	.0000
LnY_{t-1}	3.733710	.0000
LnP_{t-1}	2.092936	.0000
ΔLnY_t	5.728903	.0008
ΔLnP_t	1.452192	.1969

$R^2 = 0.3859$ R^2 ajustada = 0.3670

Durbin-Watson = 2.096, T = 169.

Probando para cointegración con $d = 1$, $k = 3$, $T = 169$. El Cuadro 6 muestra los resultados.

Cuadro 6: Prueba de cointegración para un modelo ADL

Hipótesis nula $\phi=0$ (no cointegración)	Estadístico-t	Valores críticos Ericksson & MacKinnon(2002) 1%, 5%, 10%
Hipótesis alternativa $\phi < 0$ (cointegración)	-9.8220	-4.13, -3.52, -3.199

Se decide rechazar la hipótesis nula de no cointegración. Las variables muestran una relación en el largo plazo y es posible realizar inferencias a partir de este modelo econométrico.

El modelo ADL puede ser reorganizado para mostrar la relación de largo plazo entre las variables y su coeficiente de ajuste de la siguiente manera:

$$\Delta LnM_t = \tau + \phi LnM_{t-1} + \Omega LnY_{t-1} + \mu LnP_{t-1} + \beta \Delta LnY_t + \theta \Delta LnP_t + e_t$$

Normalizando para el rezago del logaritmo de la cantidad de importaciones, obtenemos la expresión $\Delta M_t = \tau + \phi(LnM_{t-1} + \Omega LnY_{t-1} + \mu LnP_{t-1}) + \beta \Delta LnY_t + \theta \Delta LnP_t + e_t$

Utilizando las estimaciones del modelo ADL presentadas en el Cuadro 5, se obtiene el siguiente modelo:

$$\Delta \ln M_t = -7.164669 - .753375(\ln M_{t-1} - 4.9559 \ln Y_{t-1} - 2.77807 \ln P_{t-1}) + 5.728903 \Delta \ln Y_t + 1.452192 \ln P_t$$

Donde $(1, -4.9559, -2.77807)$ representa el vector de cointegración con una velocidad de ajuste al desequilibrio de -0.753375 , misma que se utilizó anteriormente para probar cointegración.

Suponiendo que en el largo plazo las variables dejan de moverse, se representa el vector de cointegración de tal forma que tanto precios como ingresos no varían.

$$\begin{aligned} \ln M_{t-1} &= 4.9559 \ln Y_{t-1} + 2.7780 \ln P_{t-1} \\ \ln M^* &= 4.9559 \ln Y^* + 2.7780 \ln P^* \end{aligned}$$

Donde los coeficientes de Y^* y P^* las elasticidades precio e ingreso de la demanda de importaciones en el largo plazo.

A continuación se expone la forma en la que se construyó la base de datos para este estudio.

DATOS

Para estimar el modelo econométrico se utilizó el índice mensual de volumen físico de la producción de la industria alimentaria de México y el índice nacional mensual de precios al consumidor de la industria alimentaria de México los cuales fueron obtenidos de las bases de datos del INEGI.

Se utilizó el índice de precios al productor de Estados Unidos de maíz en datos mensuales, obtenido del Bureau of Labor Statistics (BLS).

También se obtuvo el valor de las importaciones de maíz en dólares para México de la base de datos Bloomberg.

Uno de los principales problemas que se tuvo con los datos fue que los índices se encontraban en diferentes bases por lo tanto se decidió estandarizar a base diciembre del 2003 y para ello se dividió cada dato del índice entre el valor del índice en diciembre del 2003.

El valor de las importaciones en dólares se multiplicó por el tipo de cambio promedio spot mensual reportado por el Banco de México (Banxico) para cambiarlo a pesos y posteriormente se deflactó dividiéndolo entre el índice nacional de precios al consumidor de México.

La principal limitación que se tuvo con el manejo de datos fue que para el caso de México no se encontró un índice nacional de precios del consumidor para el maíz y por lo tanto se decidió utilizar el índice de la industria alimentaria.

RESULTADOS

A continuación, en el cuadro 7, se presentan las pruebas estadísticas que dan validez al modelo ADL utilizado para estimar las elasticidades de la demanda por importaciones.

Cuadro 7: Pruebas Estadísticas

Prueba	1996 a 2010
Breush-Godfrey de correlación serial LM	
Obs* R^2	0.13223
p-valor	0.716131
Pruebas de Heteroscedasticidad de White	
Obs* R^2	28.0446
p-valor	0.1083
Prueba Multicolinealidad con el VIF	
Usando ΔLnM como variable dependiente.	0.3859
R2	
FIV	1.628
Usando ΔLnY como variable dependiente.	0.1325
R2	
FIV	1.153
Usando ΔLnP como variable dependiente	.05374
R2	
FIV	1.041

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de EViews.

FIV: Factor de Inflación de Varianza.

Para analizar si existe autocorrelación en el modelo, se realizó la prueba de correlación serial LM de Breusch-Godfrey. Como se puede observar en el cuadro 7, se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5%.

En la siguiente parte se analiza la hipótesis nula: No existe heteroscedasticidad. Con los resultados se puede observar que no se rechazan las hipótesis nulas con 10% y 1% de significancia.

En la última parte del cuadro 7 se analiza el FIV, el cual fue calculado mediante la fórmula: $FIV = 1/(1-R2)$. El FIV mide la velocidad con la cual aumentan las varianzas de los coeficientes estimados de cada variable explicativa. Los resultados que se obtienen son FIV menores a tres lo cual indica que existe colinealidad baja, puesto que cuando el VIF es igual a uno no existe colinealidad.

Cuadro 8: Prueba de homogeneidad grado cero, mediante la prueba de Wald.

Periodo	Valor estadístico F	p-valor
1996 a 2010	9.5989	0.023

Hipótesis nula: $C(2) + C(3) = 0$ donde $C(2)$ y $C(3)$ son los coeficientes de las variables explicativas.

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de EViews.

Con esta prueba se verifica que la función de demanda de importaciones es homogénea de grado cero en precios e ingreso, como se asumió en su construcción teórica. Dado que el modelo es log-log, los coeficientes expresan elasticidades, considerando esto y que la teoría económica indica que la suma de las elasticidades en precio e ingreso tiene que ser igual a cero, se verifica con una prueba Wald esta condición y no se cumple para el periodo de análisis especificado, lo cual implica que la variable dependiente no se mueve en la misma proporción en la cual van cambiando los precios y el ingreso. Por lo tanto la demanda por importaciones de maíz pudo haber crecido más o menos que proporcionalmente en el periodo de 1996 al 2010.

A continuación se presenta la interpretación de los resultados del modelo:

A partir de lo expuesto en el marco teórico se obtiene la elasticidad de la curva de oferta comercial haciendo uso de la elasticidad precio de la demanda obtenida por el vector de cointegración del modelo ADL al suponer que las variables dejan de moverse en el largo plazo.

$$\epsilon = e_f / e_f - 1$$

$$2.7780 = \frac{e_f}{1 - e_f}, \text{ despejando para } e_f \text{ obtenemos que } e_f = 0.735$$

La elasticidad de la curva de oferta comercial en el periodo de 1996 al 2010 es inelástica, esto indica que si el gobierno mexicano hubiese pretendido realizar una política comercial que generara un incremento en las exportaciones de maíz, lo cual no ocurrió, el efecto esperado hubiese sido menor en el incremento porcentual de las importaciones provenientes de los EE.UU., que en el incremento en las exportaciones mexicanas.

Debido a la gran cantidad de importaciones de este grano, y a que se consideraría políticamente correcto que se tenga una mayor autosuficiencia en la producción del maíz, se podría esperar que el gobierno mexicano, mediante alguna política pública, decidiera disminuir la producción de este alimento para su exportación, y concentrarla para su consumo (como ha ocurrido); sin embargo, según los resultados presentados, no es posible aseverar que se estaría aplicando una política correcta, ya que de acuerdo a la elasticidad obtenida, el efecto en la disminución de las importaciones sería menor que el decremento porcentual en las exportaciones del país.

De acuerdo a la SIAP (2012) en promedio el 68.4% de las importaciones de maíz blanco en México para el periodo de 1996-2001 fueron efectuadas por la industria harinera, de la cual el 46% está representada por solamente 4 empresas: Grupo Industrial MASECA, MINSA, AGROINSA y HARIMASA. Esto representa un posible poder de mercado para las empresas mencionadas; por lo tanto, incentivar la producción nacional mediante subsidios con la expectativa de incrementar las exportaciones de maíz blanco, generaría que las importaciones crecieran más que proporcionalmente y por consecuencia, se beneficiaría a las empresas importadoras en lugar de a la población en general, ya que éstas compran a precios menores y podrían vender el producto final, como la tortilla

nixtamalizada, a precios mayores, haciendo uso de sus ventajas como intermediarios en la comercialización.

A partir de los resultados expuestos en el vector de cointegración de largo plazo del modelo ADL, podemos observar que la elasticidad precio de la demanda de importaciones de maíz en México es elástica durante el periodo de 1996 al 2010, y cuenta con un signo positivo. Debido a la nomenclatura utilizada para la construcción de los precios relativos antes mencionada, los resultados indican que cuando los precios de Estados Unidos disminuyen, o los precios nacionales aumentan, la cantidad de importaciones se incrementa en una forma más que proporcional. Esta elasticidad refleja que una reducción unitaria en el precio de maíz estadounidense o una reducción en el precio del maíz mexicano, genera un incremento más que proporcional en la demanda por importaciones de dicho producto. Comparando los resultados de nuestro análisis con los realizados por Cuellar (2005), quien realiza una estimación de importaciones de Estados Unidos por productos agropecuarios, notamos que el signo encontrado en su estudio es el mismo al obtenido en nuestro análisis, confirmando así uno de los beneficios otorgado por la actividad comercial internacional. De lo comentado anteriormente se podría inferir que a lo largo del periodo de estudio, los importadores mexicanos de maíz mostraron capacidad de sustitución del bien en cuestión ante cambios en precios relativos, lo cual implica, por lo menos en cierta medida, poca dependencia por importaciones de maíz provenientes de Estados Unidos.

Con datos del SIAP (2012) se constató que a lo largo del periodo de 1996-2001 el gobierno mexicano suministró protección al productor de maíz, destinando al sector agropecuario más de 80 mil millones de pesos, 8% en promedio del PIB agropecuario para este lapso. Esta protección procurada por el gobierno al productor nacional puede ser la explicación del resultado obtenido para la elasticidad ingreso de la demanda, la cual fue estimada en 4.95, lo que implica un aumento más que proporcional en las importaciones ante aumentos en el ingreso nacional. Si se hubiese presentado un resultado opuesto, y el país mostrara una elasticidad menos elástica, no importaría que el ingreso nacional fuera bajo, ya que aun así México continuaría demandando maíz a Estados Unidos, demostrando así una verdadera dependencia hacia el producto importado. Por el contrario, la magnitud de la elasticidad ingreso de la demanda obtenida señalaría al maíz como un bien normal dados los efectos que cambios en el ingreso nacional generan en su consumo.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se puede concluir que estimar la demanda de importaciones de maíz para México y obtener sus elasticidades precio e ingreso, resulta relevante al permitir la comprobación de lo expuesto por la teoría económica y sus posibles implicaciones en el diseño de políticas públicas.

Tomando en consideración la elasticidad precio de la demanda de importaciones, se

concluye que para el periodo de 1996-2010, México mostró habilidad para sustituir importaciones de maíz provenientes de Estados Unidos.

La demanda por importaciones de este producto se manifestó como elástica en precios durante el periodo de 1996 al 2010. Dicho resultado, obtenido a partir del vector de cointegración de largo plazo del modelo ADL propuesto, podría no reflejar en su totalidad la situación del maíz, ya que no toma en consideración la totalidad de los efectos del mercado, analizando solamente una pequeña parte del mismo. En otras palabras, y agregando la limitante de no homogeneidad de grado de cero de nuestra función, es posible decir que el efecto de la elasticidad antes mencionada, pudo ser generado por un exceso de demanda de maíz estadounidense que no se satisfacía en México. Lo anterior a causa de los cupos establecidos como protección a los productores de dicho bien. Un análisis realizado bajo una estimación de ecuaciones simultáneas, que tomen en cuenta las condiciones del mercado omitidas, podría generar una elasticidad precio de importaciones menor.

Consideramos que el presente estudio permite una mayor comprensión del comportamiento de las importaciones nacionales de maíz provenientes de Estados Unidos. El tema tiene también relación con el de la dependencia alimentaria, estudios similares pueden llevarse a cabo para analizar el comportamiento de mercados similares, como el de otros granos, pieza fundamental del sistema alimentario mexicano.

REFERENCIAS

- Abur, A. & Rosson, P. (1998). Forecasting Mexican Import Demand for Dairy Products. *Texas A&M University, Department of Agricultural Economics: Faculty Paper Series*. 23969.
- Banco de México (2012). Tipo de cambio spot [Archivo de datos] Recuperado el 15 de Junio de 2012 de <http://www.banxico.org.mx/>.
- Beveridge, S. & Nelson, Ch. (1981). A new approach to decomposition of economic time series into permanent and transitory components with particular attention to measurement of the business cycle. *Journal of Monetary Economics*, 7(2), 151-174.
- Bloomberg, L. (2012). [Software de cómputo]. Nueva York, EE.UU.
- Borkakoti, J. (1998). *International trade: Causes and consequences*. London, England.: Macmillan Press Ltd.
- Bureau of Labor Statistics, (2012). Corn producer price index. [Archivo de datos]. Recuperado el 15 de Junio de 2012, de <http://www.bls.gov/>.
- Campbell, J. y Perron, P. (1991). Pitfalls and Opportunities: What Macroeconomists Should Know about Unit Roots. *NBER Macroeconomics Annual*, Volume 6.

- Cuéllar, J. (2005). El efecto del TLCAN sobre las importaciones agropecuarias estadounidenses provenientes de México. *CEPAL*. Recuperado el 20 de Junio del 2012, de <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/8/21308/L649-Rev1.pdf>.
- Dickey, D. & Fuller, W. 1979. Distribution of the estimator for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427-431.
- Engle, R. & Granger, C. (1987). Cointegration and error correction: Representation, estimation and testing. *Journal of the Econometric Society*, 55(2), 251-277.
- Eviews 2012. (Versión 7) [Software de cómputo]. Monterrey, NL, México: Quantitative Micro Software.
- Fullerton, T., Sawyer, C. & Sprinkle, R. (1999). Latin American Trade Elasticities. *Journal of Economics & Finance*, 23(2), 143-156.
- Galindo, M. & Cardero, M. (1999). La demanda de importaciones en México: Un enfoque de elasticidades. *Comercio Exterior*. 49(5), 481-487.
- Goldstein, M. & Khan, M. (1976). Large versus small price changes and the demand for imports. *IMF Staff Papers*, 23, 200-225.
- Herrera, S. & Alonso, G. (1990). Demanda de Importaciones en Colombia: 1952-1989. *Ensayos sobre política económica*, 18, 51-73.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (2012). Índice Nacional de Precios al Consumidor [Archivo de datos]. Recuperado el 15 de Junio de 2012, de <http://www.inegi.org.mx>.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 2012. Índice Nacional de Precios al Consumidor de la Industria Alimentaria [Archivo de datos]. Recuperado el 15 de Junio de 2012, de <http://www.inegi.org.mx>.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 2012. Índice de Volumen Físico de la Producción de la Industria Alimentaria [Archivo de datos]. Recuperado el 15 de Junio de 2012, de <http://www.inegi.org.mx>.
- Johansen, S. 1988. Statistical Analysis of Cointegration Vectors. *The Scandinavian Journal of Economics*, 99(2), 351-354.
- Leamer, E., & Stern, R. (1970). *Quantitative international economics*. Boston, MA. EE.UU.: Allyn and Bacon.
- Loria, E. (2001). La restricción externa dinámica al crecimiento de México, a través de las propensiones del comercio, 1970-1999. *Universidad Autónoma de México*, 227-251.

- Microsoft Excel 2012. (Versión 2010) [Software de cómputo]. Monterrey, NL, México.: Microsoft.
- Murray, T. & Ginman, P. (1976). An Empirical Examination of the traditional aggregate import demand model. *The Review of Economics and Statistics*, 58(1), 75-80.
- National Bureau of Economic Research. US Business Cycle Expansions and Contractions. [Archivo de datos] Recuperado el 15 de Junio del 2010, de <http://www.nber.org>.
- Nicholson, W. (1997). *Teoría Microeconómica*. New York, NY, EE.UU.: Cengage Learning.
- Orcutt, H. (1950). Measurement of price elasticities in international trade. *Review of Economics and Statistics*, 32(2), 117-132.
- Romero, J. (2010). Evolución de la demanda de importaciones de México: 1940-2009. *Centro de Estudios Económicos*.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2012. Situación actual y perspectivas del maíz en México 1990-2004. Recuperado el 15 de Junio de 2012 de http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/ComercioExterior/Estudios/Perspectivas/maiz90-04.pdf.
- United States Department of Agriculture. 2012. Feed grains database: Yearbook Tables [Archivo de datos]. Recuperado el 15 Junio de 2012 de <http://www.ers.usda.gov/data/feedgrains/FeedYearbook.aspx>.
- Wilson, J. & Takacs, W. (1979). Differential responses to price and exchange rate influences in the foreign trade of selected industrial countries. *Review of Economics and Statistics*, 61(2), 267-279.
- Zahniser, S. & Link, J. (2002). Effects of North American Free Trade Agreement on agriculture and the rural economy, *Agriculture and Trade Report No WRS0202*, Washington, D. C.
- Zermeño, R. & Rivera, H. (2008). La demanda por importaciones y exportaciones: evidencia de cointegración para México, 1991-2005. *Centro de Investigación y Docencia Económica*.