



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ECONOMÍA

EL MERCADO DE SORGO EN MÉXICO,

1980 - 2013

ÁLVAREZ SALDAÑA ANGÉLICA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2016

La presente tesis titulada: El Mercado de Sorgo en México, 1980 – 2013, realizada por la alumna: Angélica Álvarez Saldaña, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS

SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ECONOMÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



DR. ROBERTO GARCÍA MATA I C O

ASESOR



DR. JOSÉ SATURNINO MORA FLORES I C O

ASESOR



DR. MARCOS PORTILLO VÁZQUEZ U A C I

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Noviembre de 2016

EL MERCADO DE SORGO EN MÉXICO 1980 – 2013

Angélica Álvarez-Saldaña, M. en C.
Colegio de Postgraduados, 2016

RESUMEN

El sorgo es uno de los principales granos producidos en México, después del maíz debido a que ocupa el 18.99% de la superficie cultivada del país. El objetivo de este trabajo fue analizar el efecto de las importaciones de sorgo en el mercado mexicano del grano. La metodología utilizada fue un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas, estimado por mínimos cuadrados en dos etapas y con información de 1980 a 2013. Los resultados mostraron que la elasticidad precio de la oferta de sorgo en temporal (0.781) es mayor que la elasticidad precio de la oferta de sorgo en riego (0.417), esto sugiere que los productores de temporal son más sensibles que los productores de riego a las variaciones de los precios. A su vez, las elasticidades de la oferta son mayores que la elasticidad precio de la demanda (-0.237), en términos absolutos, con lo cual podemos concluir que los productores son más perceptivos que los consumidores a los cambios en el precio. El precio internacional afecta inelásticamente (0.292) al precio al mayoreo interno y éste a su vez modificó en el mismo sentido al precio al productor en riego (0.297) y temporal (0.524); y se transmite de manera directa e inversa sobre la oferta y demanda estimulando las importaciones.

Palabras clave: Sorgo, modelo econométrico, elasticidades.

THE SORGHUM MARKET IN MEXICO 1980 – 2013

Angélica Álvarez-Saldaña, M. en C.
Colegio de Postgraduados, 2016

ABSTRACT

Sorghum is one of the major grains produced in Mexico, after corn because it occupies 18.99% of the cultivated area. The aim of this study was to analyze the effect of imports of sorghum grain the Mexican market. The methodology used was an econometric model of simultaneous equations, estimated by least squares in two stages and with information from 1980 to 2013. The results showed that the price elasticity of supply of sorghum temporary (0.781) is greater than the price elasticity the supply of sorghum irrigation (0.417), this suggests that producers are more sensitive than temporary producers irrigation to price changes. In turn, the supply elasticities are greater than the price elasticity of demand (-0.237), in absolute terms, which can conclude that producers are more perceptive consumers to price changes. Inelastically affects the international price (0.292) the domestic wholesale price and this in turn modified in the same way the producer price in irrigation (0.297) and temporal (0.524); and transmitted directly and inversely on supply and demand stimulating imports.

Keywords: Sorghum, econometric model, elasticities.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT)

A Colegio de Posgraduados

A los profesores del Programa de Economía

A los miembros del Consejo Particular

A mis compañeros y amigos de la maestría

DEDICATORIA

A mis padres

A mi esposo

A mis hijos

A mis hermanos

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Planteamiento del problema	1
1.2	Objetivos	10
1.3	Hipótesis.....	10
1.4	Metodología	10
1.5	Revisión bibliográfica	12
2.	SITUACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL DEL MERCADO DE SORGO	15
2.1	Entorno Nacional.....	15
2.1.1	Producción Nacional.....	15
2.1.2	Consumo aparente	19
2.1.3	Intercambio comercial	20
2.2	Entorno Mundial	21
2.2.1	Producción Mundial de Sorgo	21
2.2.2	Comercio Internacional.....	22
2.2.3	Consumo mundial de sorgo.....	25
3.	FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA LA FORMULACIÓN DEL MODELO DEL MERCADO DE SORGO EN MÉXICO	27
3.1	Fundamentos teóricos de la oferta.....	27
3.1.1	Los aspectos estáticos y dinámicos de la oferta	28
3.1.2	Oferta primaria y derivada.....	28
3.2	Fundamentos teóricos de la demanda.....	29
3.2.1	Demanda primaria y derivada	31
3.2.2	Los aspectos estáticos y dinámicos de la demanda	32
3.3	Las elasticidades de la oferta y de la demanda.....	34
3.3.1	Elasticidades de la oferta.....	34
3.3.2	Elasticidades de la demanda	37
3.4	La estructura del mercado	40
3.5	Modelo de rezagos distribuidos y autoregresivo de Nerlove	43
4.	FORMULACIÓN DEL MODELO.....	52

4.1	Modelo empírico	52
4.1.1	Relación funcional de la cantidad producida de sorgo en riego	52
4.1.2	Relación funcional de la cantidad producida de sorgo en temporal	53
4.1.3	Relación funcional del precio medio rural de sorgo en riego	53
4.1.4	Relación funcional del precio medio rural de sorgo en temporal.....	54
4.1.5	Relación funcional del precio al mayoreo de sorgo	54
4.1.6	Relación funcional de la cantidad demanda de sorgo	54
4.1.7	Identidad de cantidad producida total de sorgo.....	55
4.1.8	Identidad del saldo de comercio exterior de sorgo	55
4.2	Modelo teórico	57
5.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	61
5.1	Análisis estadístico de los resultados	62
5.2	Análisis económico de los resultados.....	65
5.3	Resultados económicos	76
5.3.1	Oferta	76
5.3.2	Demanda	82
5.3.3	Análisis de las elasticidades estimadas con el modelo en su forma estructural.....	83
5.4	Escenarios de mercado	94
5.4.1	Efecto sobre la oferta de sorgo	95
5.4.2	Efecto sobre la demanda de sorgo.....	95
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
6.1	Conclusiones	96
6.2	Recomendaciones.....	97
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	98
8.	ANEXOS.....	103
	ANEXO A.....	104
	ANEXO B	112
	ANEXO C	119
	ANEXO D.....	119
	ANEXO E	129
	ANEXO F.....	132

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1 Calendario agrícola para la producción de sorgo en México	2
Cuadro 1.2. Comportamiento nominal y real del precio de fertilizante, 1987-2013	4
Cuadro 1.3. Principales países productores de alimentos balanceados en el Mundo en 2014	8
Cuadro 1.4. Principales materias primas utilizadas por la industria en el año 2014	8
Cuadro 1.5. Producción pecuaria y de alimento balanceado en México en 2015	9
Cuadro 2.1. Producción de sorgo en México, 1995-2013	17
Cuadro 2.2 Volumen y valor de las importaciones de sorgo en México, 1980-2013	21
Cuadro 2.3. Producción mundial de sorgo por países en miles de toneladas, 2005-2014.....	22
Cuadro 2.4. Exportaciones mundiales de sorgo en miles de toneladas, 2005-2014.....	23
Cuadro 2.5. Importaciones mundiales de sorgo en miles de toneladas, 2005-2014.....	23
Cuadro 2.6. Precio de importación de maíz amarillo y sorgo, 2000-2014	24
Cuadro 2.7 Importaciones mundiales de maíz en miles de toneladas, 2005-2014.....	24
Cuadro 2.8 Consumo mundial de maíz amarillo en miles de toneladas, 2005-2014	25
Cuadro 2.9. Consumo mundial de sorgo por país en miles de toneladas, 2005-2014.....	26
Cuadro 3.1. Características de las elasticidades de la oferta	37
Cuadro 3.2. Características de las elasticidades de la demanda	40
Cuadro 3.3. Características de las estructuras de mercado.....	41
Cuadro 5.1. Coeficientes estimados de la forma estructural, 1980-2013	63
Cuadro 5.2. Coeficientes estimados de la forma reducida, 1980-2013	66
Cuadro 5.3. Interceptos de la oferta de sorgo en riego, promedio 1980 - 2013	67
Cuadro 5.4. Interceptos de la oferta temporal, promedio 1980 - 2013.....	68
Cuadro 5.5. Interceptos para la demanda, promedio 1980-2013.....	71
Cuadro 5.6. Elasticidades de la forma estructural para el mercado de sorgo en México, 1980 - 2013..	83
Cuadro 5.7. Elasticidades de corto plazo de la forma reducida para el mercado de sorgo en México, 1980-2013	91
Cuadro 5.8. Datos para evaluar las elasticidades del Saldo de Comercio Exterior	92
Cuadro 5.9. Saldo de comercio exterior en toneladas observado y predicho, 1980-2013.....	94
Cuadro 5.11. Precio medio rural del sorgo en riego y temporal en términos nominales y reales, 1994- 2013.....	¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1.1. Eslabones principales que comprenden la cadena agroalimentaria de sorgo en México	3
Gráfica 1.2. Producción y consumo de sorgo, 1980-2013	5
Gráfica 1.3. Producción e importaciones de sorgo en México, 1980-2013	6
Gráfica 2.1. Producción de sorgo en México por ciclo agrícola, 1994-2013	15
Gráfica 2.2. Estacionalidad por año agrícola (O-I + P-V) del sorgo grano.....	16
Gráfica 2.3. Principales Estados productores de sorgo en 2015.....	18
Gráfica 2.4. Consumo aparente de sorgo en México, 1980-2013	19
Gráfica 2.5 Precios reales al mayoreo de sorgo y precio real de importación, 1980-2013	20
Gráfica 3.1. Equilibrio de mercado en consumo y producción de un producto	29
Gráfica 3.2. Curva de demanda estática	32
Gráfica 3.3 Desplazamiento simple o paralelo de la curva de demanda	33
Gráfica 3.4. Desplazamiento estructural de la curva de demanda.....	33
Gráfica 3.5. Curvas de oferta con distintas elasticidades	36
Gráfica 3.6. Demanda para una empresa que actúa en competencia perfecta.....	42
Gráfica 5.1. Curva de oferta precio de sorgo en riego, 1980-2013	68
Gráfica 5.2. Oferta de sorgo en riego observada y predicha, 1980-2013	69
Gráfica 5.3. Curva de oferta precio estática de sorgo en temporal, 1980-2013	70
Gráfica 5.4. Oferta de sorgo en temporal observada y predicha, 1980-2013	70
Gráfica 5.5. Curva demanda precio estática de sorgo, 1980 - 2013	72
Gráfica 5.6. Demanda observada y predicha de sorgo, 1980-2013.....	72
Gráfica 5.7. Curva de transmisión del precio al mayoreo del sorgo sobre el precio al medio rural de sorgo en riego, 1980 – 2013	73
Gráfica 5.8. Curva de transmisión del precio al mayoreo de sorgo sobre el precio medio rural del sorgo en temporal, 1980 - 2013.....	74
Gráfica 5.9. Curva de transmisión del precio de importación de sorgo sobre el precio al mayoreo de sorgo, 1980-2013.....	75
Gráfica 5.10. Efecto de un aumento y disminución en el precio del maíz sobre la oferta y la cantidad ofrecida de sorgo en riego, 1980 – 2013	77
Gráfica 5.11. Efecto de un aumento y disminución en los precios del fertilizante sobre la oferta y la cantidad ofrecida de sorgo en riego, 1980 - 2013	79
Gráfica 5.12. Efecto de un aumento y disminución en la disponibilidad de agua para riego sobre la cantidad ofrecida de sorgo en riego.....	81
Gráfica 5.13. Elasticidad precio propia de la oferta de sorgo en riego, 1980-2013	84
Gráfica 5.14. Elasticidad precio propia de la oferta de sorgo en temporal, 1980-2013	85
Gráfica 5.15. Elasticidad precio al mayoreo de la demanda de sorgo, 1980-2013	86
Gráfica 5.16. Precio medio rural de sorgo en riego en \$/t observado y predicho, 1980-2013	87
Gráfica 5.17. Precio medio rural de sorgo en temporal en \$/t observado y predicho, 1980-2013	87
Gráfica 5.18. Precio al mayoreo de sorgo en \$/t observado y predicho, 1980-2013.....	88

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La importancia de la producción de sorgo en México radica principalmente en que se utiliza como materia prima para la industria de alimentos balanceados para aves, porcinos, bovinos, entre otros, que a su vez son importantes fuentes proveedoras de alimentos para consumo humano (ASERCA, 1997).

Actualmente este grano se cultiva en casi todas las entidades federativas de México, pero se identifican principalmente dos zonas productoras de sorgo, Tamaulipas y el Bajío. En Tamaulipas, el mayor productor de este grano en el país, el período de trilla (Otoño-Invierno) se reduce a cerca de 45 días en los meses de junio y julio (Financiera Rural, 2011).

La producción de sorgo constituye un insumo fundamental para la industria de alimentos balanceados, por lo que un objetivo importante en el sector agropecuario ha sido mantener a través del tiempo una oferta adecuada para la industria demandante. No obstante, la producción nacional ha sido insuficiente, por tal motivo ha sido necesario recurrir a las importaciones para cubrir la demanda nacional. Durante el período de estudio las importaciones representan en promedio el 33% de la demanda total.

De acuerdo con estimaciones realizadas por SAGARPA, el 95.5% del consumo de sorgo en México lo absorbe el sector pecuario, el 4.2% se reporta como merma y el 0.3% para producción de semilla. Una cantidad insignificante se destina a la elaboración de malta y otros usos (Fundación Produce Querétaro, 2003).

La producción del ciclo otoño invierno concentra su época de cosecha durante los meses de junio y julio, mientras que la correspondiente a primavera verano presenta un rango de tiempo más amplio, con cosechas que van desde mediados del mes de octubre, hasta el mes de enero (Cuadro 1.1).

Cuadro 1.1 Calendario agrícola para la producción de sorgo en México

Ciclo agrícola y actividad	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Ciclo Otoño-Invierno (Noreste)													
Siembra													
Cosecha													
Ciclo Primavera - Verano (Bajío y Occidente)													
Siembra													
Cosecha													

Fuente: Fundación México Produce Querétaro, 2003.

Lo reducido del tiempo de cosecha en la zona noreste del país ocasiona un problema de logística e infraestructura para la cosecha, almacenamiento y movimiento del grano, ya que los principales centros de consumo del grano se encuentran ubicados fuera de la región, ocasionando con ello mayores costos de acarreo y almacenamiento. Además, los precios de la cosecha del grano en Tamaulipas se ven presionados como resultado del traslape con la cosecha de sorgo en el sur del Estado de Texas en los Estados Unidos, la cual comienza un mes después de haberse iniciado la de Tamaulipas (Fundación Produce Querétaro, 2003).

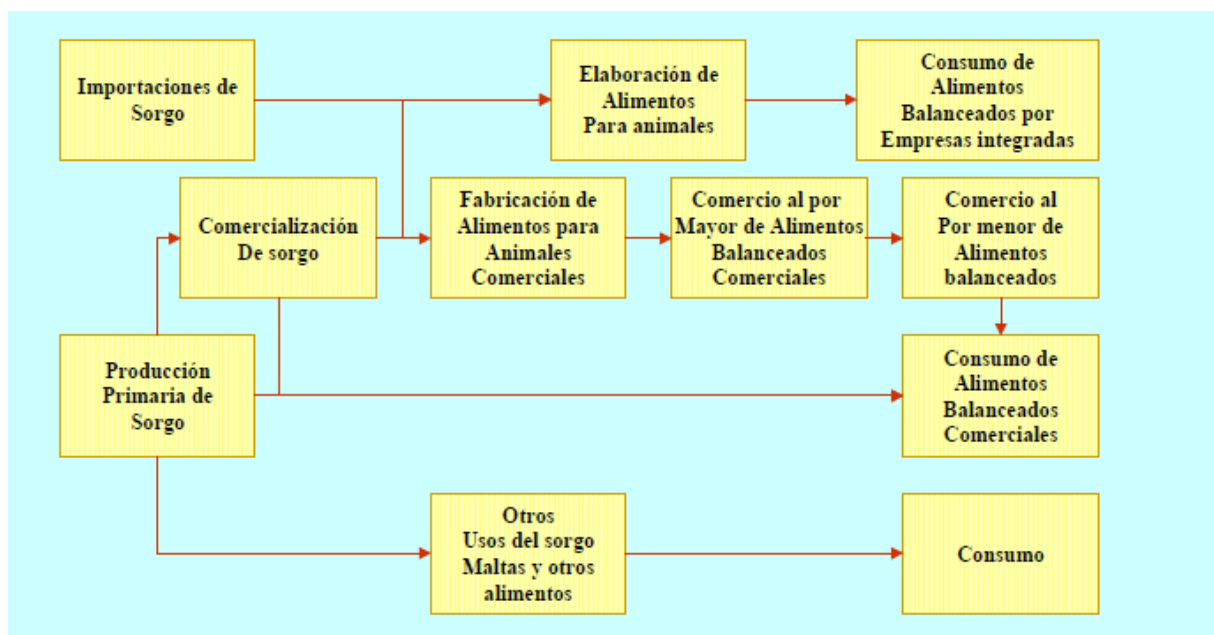
Otro de los aspectos que afecta los costos de transporte en Tamaulipas, es el hecho de que la entidad solo consume el 15% de su producción, por lo que el resto debe desplazarse a las zonas consumidoras (norte, occidente, altiplano), que se encuentran alejadas. Asimismo un 80% se desplaza por carretera y solo el 20% por ferrocarril, lo que hace costoso el transporte. En el caso del sorgo de importación, en cambio, se cuenta con un sistema masivo y complejo de plantas de almacenamiento, equipos de transporte, información de mercado e inspectores oficiales, lo que permite que pueda transportarse eficientemente hacia México (Financiera Rural, 2011).

En el caso del Bajío, la cercanía de las principales zonas productoras como Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Puebla, México con las consumidoras, le permite tener un canal natural de comercialización, por lo que requiere menor movilización. El principal transporte utilizado es el camión, y por la cercanía de las zonas consumidoras, el costo no es

sustancial. El Bajío tiene además un período de cosecha más largo y en forma escalonada, lo que le permite una mayor flexibilidad en la comercialización (Financiera Rural, 2011).

En la Gráfica 1.1 se observa que las importaciones de sorgo las absorbe la industria productora de alimentos para animales que consumen las empresas integradas productoras de huevo, cerdo y pollo principalmente. La producción primaria de sorgo, pasa del productor al acopiador (acopio -concentración), de aquí a la fabricación de alimentos comerciales para animales, después al comercio mayorista y detallista, para así llegar al consumidor final que es el productor pecuario.

Gráfica 1.1. Eslabones principales que comprenden la cadena agroalimentaria de sorgo en México



Fuente: Fundación produce Querétaro, 2003.

Fertilizantes

La producción de sorgo tiene un costo que varía según el tipo de tecnología que se aplique y el precio de los insumos y actividades que éste considere. De acuerdo con un estudio realizado por FIRA (2007), acerca de la rentabilidad de sorgo en P-V 2006 y P-V 2008 en Guanajuato, reporta que en el cultivo de sorgo el 61% y 75% de los costos en riego y temporal se destinan a fertilizante, renta de la tierra, semillas e insumos químicos (herbicidas e insecticidas).

En 2006 la producción de fertilizantes en México ascendió a 4.9 millones de toneladas (t). Los principales productos fueron sulfato de amonio, urea, superfosfato de calcio triple, cloruro de potasio, nitrato de calcio, nitrofosfato, fosfato diamónico (18-46-00) y superfosfato de calcio simple. Por su parte, el Consumo Nacional Aparente en el mismo año, fue de 6.8 millones de t, de las cuales 80.9% fue abastecido por la producción nacional y 29.1% con importaciones, provenientes principalmente del Mar Negro, Estados Unidos y Ucrania (Rebollar *et al*, 2008). Los nitrogenados simples siguen siendo los fertilizantes más utilizados, destacando la urea y el sulfato de amonio (Hernández *et al*, 2008).

Los precios de los fertilizantes mantienen una correlación directa con los de los hidrocarburos. El costo principal en la fabricación de fertilizantes nitrogenados (amoniaco anhídrido, nitrato de amonio y urea) es el gas natural, cuyo precio aumentó a la par que el del petróleo. Durante 2008, se estimó un incremento en los precios de los fertilizantes internacionales de alrededor del 51% (SAGARPA, 2015). El Cuadro 1.2 corrobora el alza de los precios reales de fertilizantes en 2008, sin embargo, mantienen una tendencia a la baja en el siguiente año.

Cuadro 1.2. Comportamiento nominal y real del precio de fertilizante, 1987-2013

AÑO	PRECIO NOMINAL (\$/TON)	PRECIO REAL (\$/TON)	AÑO	PRECIO NOMINAL (\$/TON)	PRECIO REAL (\$/TON)
1987	353.2	8356.14586	2000	1989.33	3803.24771
1988	434.78	5899.5937	2001	2161.38	3993.14001
1989	520.68	5579.62546	2002	2105.84	3527.08879
1990	672.85	5146.47102	2003	2646.83	4369.2308
1991	1203.93	7853.56727	2004	3419.6	5293.09484
1992	971.98	5473.26364	2005	3832.96	5496.53317
1993	971.98	5281.06286	2006	3922.98	5053.00015
1994	1143	5788.55529	2007	4849.31	5915.04954
1995	1316	4797.23512	2008	7941.89	8555.48892
1996	2020	5778.10266	2009	6674.71	7077.97793
1997	2092	5310.29748	2010	6109.75	6109.75
1998	1849	3643.98506	2011	7344.14	6993.55731
1999	1859	3809.06501	2012	8670.55	7369.85404
			2013	8067.71	7147.15372

Fuente: Elaboración propia con datos del SNIIM, 2015.

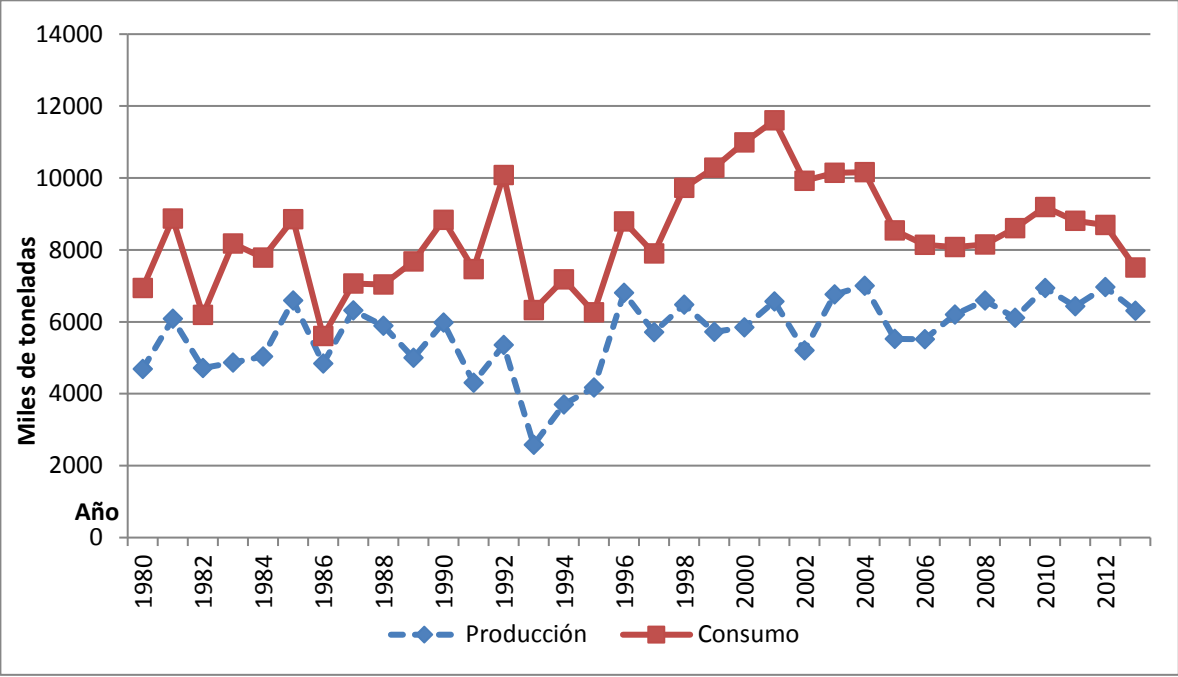
El precio real deflactado con el IPIB Base 2010=100

México podrá producir un millón de toneladas de fertilizantes, en una primera etapa, con lo cual iniciará el proceso para sustituir las importaciones de ese importante insumo agrícola y abatir los costos de producción, transportación y comercialización en beneficio de los productores del sector agroalimentario nacional (SAGARPA, 2013).

Producción e importaciones de sorgo

En el período de 1994 – 2013 las importaciones y la producción promedio de sorgo fueron 2.9 y 6.0 millones de toneladas; la importación promedio representó 32.5% del consumo total nacional aparente de ese período (Gráfica 1.2 y 1.3).

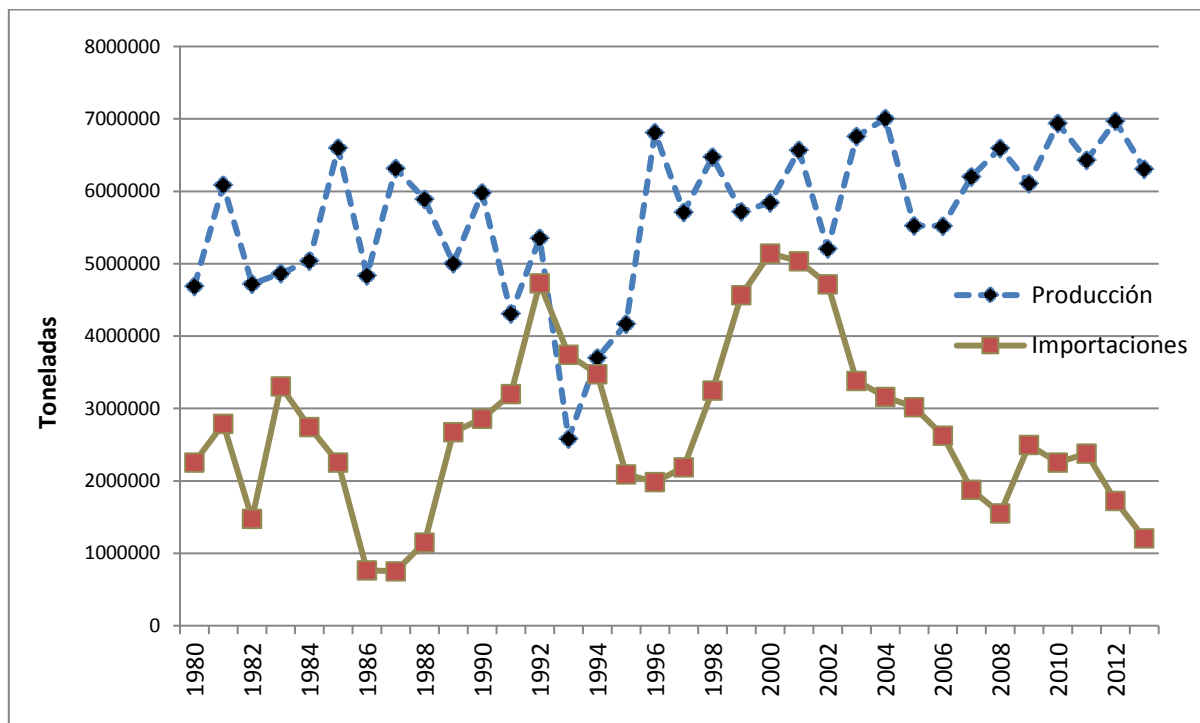
Gráfica 1.2. Producción y consumo de sorgo, 1980-2013



Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON y FAOSTAT, 2015.

Desde el 2003 el volumen de las importaciones de sorgo han disminuido en la mayoría de los años, mientras que para el 2003 las importaciones de sorgo se situaron en 3.38 millones de toneladas para el 2013 se reportan 1.20 millones de toneladas (Gráfica 1.3)

Gráfica 1.3. Producción e importaciones de sorgo en México, 1980-2013



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo A.

Normalmente las importaciones se hacen por los puertos y fronteras inadecuados, debido a que no son los más próximos a los centros consumidores, originando altos costos de transporte y como consecuencia altos precios al consumidor. Actualmente, en la distribución de sorgo se usa el medio de transporte más caro, pues algunas estimaciones indican que buena parte de la producción se mueve por camión (Rebollar, 2003).

El Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA) de la Cámara de Diputados afirmó que las importaciones de sorgo, disminuyeron significativamente durante los años 2013 y 2014, ya que los precios de forraje alternativo, en especial maíz, se redujeron, activándose la preferencia de compra por este último grano. De ahí que se estime que la importación de sorgo por parte de México continúe a la baja hasta 2024, por el mismo motivo del precio, pues la demanda de China de sorgo propiciará que los precios de este grano forrajero sean menos competitivos que los del maíz. Históricamente, muchos productores pecuarios mexicanos mostraban una ligera preferencia por el sorgo para la alimentación de sus animales, lo que facilitaba envíos de sorgo de Estados Unidos, desde la

zona Suroeste, hacía México. Sin embargo, los patrones de intercambio han cambiado por el aumento de la demanda China por sorgo y México ha dado un giro hacia la demanda de maíz amarillo.

En relación con la demanda, se distinguen dos grupos de consumidores. Por un lado las grandes firmas de fabricantes que consumen el 20% del total, y que tienen la infraestructura suficiente para almacenar grandes volúmenes de sorgo requerido en la elaboración de alimentos balanceados y que les permite comprar directamente a los productores organizados. Los productores pecuarios integrados (avícolas, porcícolas y bovinos) consumen el 80% de la producción. Aquí la participación de los intermediarios es fundamental, ya que la gran mayoría de estos productores pecuarios carecen de la infraestructura para almacenar grandes volúmenes, y se ven en la necesidad de comprar sólo la cantidades requeridas para la elaboración de alimento balanceado por determinado tiempo (Rebollar, 2003).

Mercado de alimentos balanceados

La producción de alimentos balanceados se caracteriza por la existencia de dos grupos de consumidores pecuarios principalmente: aquellos que compran el producto a plantas que manejan marcas comerciales de alimentos balanceados y; los que forman parte de una empresa que ha desarrollado algún grado de integración vertical dentro de la cadena de abastecimiento –producción-industrialización-comercialización. Durante la década de los ochenta, la mayor participación del mercado (70%) correspondía a las plantas comerciales de alimentos balanceados. En la medida que las empresas productoras de carne, huevo y leche fueron creciendo, o bien, integrándose verticalmente en las fases de abastecimiento – comercialización – industrialización de sus productos, la estructura de mercado de alimentos balanceados se vio modificada (Fundación Produce Querétaro, 2003).

China fue el principal productor de alimentos balanceados en 2014, con 182 millones de toneladas, seguido de Estados Unidos (172 millones de toneladas) y Brasil con 66 millones de toneladas. México es el cuarto productor de alimentos balanceados en el mundo, con una producción anual de alrededor de 30.5 millones de toneladas anuales (Cuadro 1.3).

Cuadro 1.3. Principales países productores de alimentos balanceados en el Mundo en 2014

País	Millones de Toneladas	%	País	Millones de Toneladas	%
China	182.69	18.6	Francia	22.16	2.3
Estados Unidos	172.45	17.6	España	20.74	2.1
Brasil	66.15	6.7	Canadá	20.35	2.1
México	30.06	3.1	Indonesia	19.98	2.0
India	29.43	3.0	Corea	18.58	1.9
Rusia	25.66	2.6	Tailandia	16.91	1.7
Japón	24.31	2.5	Turquía	15.42	1.6
Alemania	23.58	2.4	Otros	291.6	29.8
Total	980.07	100			

Fuente: Consejo Nacional de Fabricantes de Alimentos Balanceados y de la Nutrición Animal (CONAFAB), A.C., 2016.

Las materias primas utilizadas en la producción de alimentos balanceados provienen del sector primario (maíz, sorgo, trigo, cebada, avena y pastas) y del sector secundario (subproductos de trigo y maíz). En el caso del maíz utilizado la gran mayoría es importado (Cuadro 1.4)

Cuadro 1.4. Principales materias primas utilizadas por la industria en el año 2014

Producto	Nacional	Importado	Total
	(Miles de toneladas)		
Sorgo	8,478	55	8,533
Maíz	2,611	7,314	9,925
Otros granos forrajeros: Trigo, Cebada, Avena, etc	144	89	233
Consumo directo de grano forrajero por la industria	11,233	7,458	18,691
Pastas proteínicas (DDGs, P. Soya, P.Canola, etc.)	3,183	2,822	6,005
Otros insumos (subproductos de trigo, de maíz, vitaminas, minerales, aceites,etc.)	4,577	790	5,367
Total	18,993	11,070	30,063

Fuente: Consejo Nacional de Fabricantes de Alimentos Balanceados y de la Nutrición Animal, A.C., 2016.

Del total de la producción de alimentos balanceados, 50% es destinado al sector avícola, 15.9% al porcícola, 15.7%, al ganado lechero, 11.5%, al ganado de engorda y 3.0 % a mascotas. El resto se distribuye en acuicultura y otras (Cuadro 1.5).

Cuadro 1.5. Producción pecuaria y de alimento balanceado en México en 2015

ESPECIE	ALIMENTO BALANCEADO (Miles de toneladas)	%
Avicultura	15,535	49.9
Cerdo	4,958	15.9
Ganado de engorda	3,514	11.3
Ganado lechero	4,798	15.4
Acuicultura (1)	234	0.8
Mascotas (2)	860	2.8
Otros (3)	1,216	3.9
TOTAL	31,115	100

Fuente: Consejo Nacional de Fabricantes de Alimentos Balanceados y de la Nutrición Animal, A.C., 2015.

- (1) Corresponde a camarón y peces, (2) Es la producción nacional de alimento balanceado para perros y gatos, sin incluir importaciones y (3) Incluye: Alimento para caballos, conejos, gallos, ovejas, caprinos, etc.

Aun cuando la avicultura es la parte más importante de este sector, la producción de cerdos y leche son fundamentales, y en conjunto los tres subsectores absorben el 81.3% de la producción.

Con base en lo antes expuesto, la presente investigación pretende dar respuesta a las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuáles son los principales factores económicos que han determinado el comportamiento de la oferta y de la demanda de sorgo en México?
2. ¿En qué medida los precios de importación han afectado el mercado de sorgo en México, propiciando mayores importaciones?

Esta investigación sobre el mercado de sorgo en México pretende lograr los siguientes objetivos:

1.2 Objetivos

- a. Cuantificar el efecto de los precios de importación de sorgo sobre los internos al mayoreo, al productor y los pagados por el consumidor.
- b. Medir el efecto de las variables exógenas del modelo sobre el saldo de comercio exterior.

1.3 Hipótesis

1.3.1 General

La oferta y la demanda del mercado de sorgo reaccionan inelásticamente ante los cambios de sus principales factores determinantes.

1.3.2 Específicas

- a. El precio de sorgo y de maíz con un año de rezago son los principales determinantes de la oferta debido a que influyen en la planificación de la actividad agrícola.
- b. El precio de importación del sorgo ejerce influencia directa sobre el nivel de precios internos.
- c. La variable de mayor influencia es el precio al mayoreo de sorgo en el caso de la demanda

1.4 Metodología

1.4.1. El método

A fin de cumplir con los objetivos propuestos y probar las hipótesis de trabajo de la investigación, se formuló y estimó un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas para el mercado de sorgo en México, en el cual se involucran a las principales variables explicativas que determinan a las funciones de la demanda, de la oferta y a las transmisiones de los precios de importaciones de sorgo en los internos, y de éstos sobre dichas funciones y sobre el saldo de comercio exterior. El modelo representa el funcionamiento del mercado de sorgo en México y su evolución de 1980 a 2013.

La estimación de los parámetros del modelo econométrico se efectuará con el método de mínimos cuadrados en dos etapas (Gujarati, 2010), con el paquete computacional SAS (Statistical Analysis System) V. 9.0. Usando datos de series de tiempo a nivel nacional para el período de 1980 – 2013. Una vez estimado el modelo, los resultados obtenidos serán utilizados para plantear recomendaciones de política agrícola, y analizar el efecto que puedan tener éstas sobre la producción nacional de sorgo.

1.4.2. Fuentes estadísticas

La información utilizada en el análisis del mercado cubrió un periodo de 34 años y las fuentes son las que a continuación se detallan.

Los datos para la variables de cantidad producida de sorgo total (QPST), en riego (QPSRI) y temporal (QPSTE); precio medio rural de sorgo total (PMERS), en riego (PMERSRI) y temporal (PMERSTE) así como el precio medio rural de maíz (PMERM) fueron tomados de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Las importaciones (IMPS) y exportaciones (EXPS) de sorgo fueron tomadas del Consejo Nacional Agropecuario, de FAO (FAOSTAT, 2015) y de la Secretaría de Economía (SIAVI, 2015). El índice nacional de precios al consumidor (INPC), se obtuvo de la página del Servicio de Administración Tributaria (SAT, 2015). El índice nacional de precios a la agricultura (INPA) y el índice del producto interno bruto implícito a la agricultura (IPIB) se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 2015). También se usó la precipitación pluvial anual (PPA) y la disponibilidad de agua para riego (DAR) tomados del Servicio Meteorológico Nacional (SMN.CNA, 2015) y de la Comisión Nacional del Agua (CNA, 2015) respectivamente. El salario mínimo general (SMG) se obtuvo de Consejo Nacional de los Salarios Mínimos (CONASAMI, 2015). Para el precio de importación de sorgo (PIMS), se tomó el sorgo número dos, amarillo, en puertos del Golfo, publicado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos; reportado en dólares por *hundredweight*. Para convertirlos en pesos por tonelada se utilizó un promedio anual con los datos de tipo de cambio diarios reportados por el Banco de México. Se considera que un Hundredweight es igual a 0.0453592 toneladas métricas. La cantidad producida de alimento balanceado (QPAB) se obtuvo de varios anuarios publicados por la Comisión Nacional de Fabricantes de Alimentos

Balanceados y de la Nutrición Animal (CONAFAB, 2015). El precio al mayoreo de maíz (PMM) se obtuvo de la tesis de maestría de (Tlapa, 2005) y del Sistema Nacional de Información de Mercados (SNIIM, 2015). Se consideraron únicamente la central de abastos de Iztapalapa, de Guadalajara y el mercado de abasto de San Nicolás de los Garza de Nuevo León. Reporta datos únicamente a partir de 1998. Las mismas fuentes se utilizaron para el precio al mayoreo de la pasta de soya (PMPS) y el precio al mayoreo de sorgo (PMS). Para el precio de fertilizante (PFER) se manejó únicamente el precio de Urea debido a que los cereales utilizan principalmente fertilizantes nitrogenados y la fuente clásica es la urea. Las fuentes para esta variable fueron el Sistema Nacional de Información de Mercados (SNIIM, 2015) y la tesis de maestría de (Tlapa, 2005). Finalmente la cantidad demanda de sorgo (QDS) es el resultado de la cantidad producida de sorgo total más las importaciones menos las exportaciones. El costo de diesel es una variable aproximada del costo de transporte (CTRANSPOR).

1.5 Revisión bibliográfica

García (1991), en su trabajo planteó un modelo econométrico del mercado de sorgo en México con información de 1964 a 1987, encontró que la producción nacional de sorgo responde en forma directa a los precios esperados de sorgo e inversa a los precios esperados de soya en zonas de riego y de maíz en zonas de temporal; y que la cantidad demandada de sorgo responde en forma directa a los incrementos de la población animal consumidora de alimentos balanceados, y se ve afectada negativamente por los incrementos en los precios de carne de cerdo en canal, huevo al consumidor y por el precio internacional de sorgo.

Rebollar (2003), realizó una evaluación de las políticas comercial y cambiaria en el mercado de sorgo en México utilizando un modelo de equilibrio espacial e intertemporal del mercado de sorgo. La validación del modelo la realizó sobre producción y consumo regionales y sobre las importaciones por puerto y frontera. Concluye que una política comercial de mayor protección a la producción de sorgo habría beneficiado a los productores nacionales del grano y perjudica a los consumidores, y que la política de libre comercio sin variaciones al tipo de cambio en el año 1999/2000 habría perjudicado a los productores, manifestándose en una reducción de la producción. También habría beneficiado a los consumidores y que la

producción, importaciones y consumo de sorgo fueron sensibles a la tasa de cambio en 1999-2000. En un ambiente de libre comercio los niveles de producción e importaciones mexicanas del grano habrían sido menores en 0.5 y 2.8 millones de toneladas, respectivamente, en comparación con los niveles observados bajo el esquema de libre comercio sin restricción en el consumo.

Ramírez *et al.*, (2010), con la finalidad de demostrar si el TLCAN ha beneficiado o perjudicado a los productores de leche, calculó la elasticidad precio del sorgo (*Sorghum vulgare* Pers) y alfalfa (*Medicago sativa* L), a través de la estimación de un modelo de ecuaciones simultáneas: compuesto de una ecuación de demanda, una de oferta, tres de transmisiones de precios y una identidad de saldo de comercio exterior. Los resultados indican que la oferta de leche responde de manera inelástica a los cambios en el precio internacional, el precio del sorgo y el precio de la alfalfa, pues las elasticidades de largo plazo resultaron con valores de 0.159, -0.522 y -0.664. Estas elasticidades y el cambio en los precios ocurrido en el período 1994-2005 indican que la producción del lácteo disminuyó anualmente en 1.0% por efecto de la disminución en el precio internacional, y aumentó en 3.0 y 2.5% anual por efecto de los cambios ocurridos en el precio de la alfalfa y sorgo. Por lo anterior se concluye que el TLCAN ha sido benéfico para la producción de leche, ya que el efecto a través del precio del sorgo y de la alfalfa ha sido mayor al efecto transmitido a través del precio internacional del lácteo.

Molina *et. al.* (2012), estimaron dos funciones de oferta usando series de 1980 a 2009, y un sistema de ecuaciones con datos de 2007 a 2009. Los resultados indican que el maíz y el sorgo tienen una respuesta inelástica ante el pago de PROCAMPO con elasticidades de 0.24 y 0.22 para maíz y sorgo. Si PROCAMPO no hubiera existido, la producción de maíz y sorgo hubiera sido menor en 17 y 9.1%, respecto al nivel observado en 2007-2009. Un aumento de 50% en el pago de PROCAMPO aumentaría la producción de maíz y sorgo en 1,924 y 286 mil toneladas, y disminuiría las importaciones en esa cantidad. La evolución de los precios internacionales del sorgo, del maíz y del precio del fertilizante en el período 1993-1995 y de 2007-2009 permiten concluir que el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) no ha beneficiado a los productores ya que la oferta de maíz y sorgo observada en 2007 a 2009 fue menor en 1,656 y 27 mil toneladas por la disminución en los precios

internacionales de ambos granos. De manera similar, la producción de maíz y sorgo observada en 2007 a 2009 fue menor en 455 y 254 mil toneladas por efecto del aumento en el precio del fertilizante. Debido a los efectos positivos del PROCAMPO, y a los efectos negativos que ha tenido el TLCAN sobre el mercado de los dos granos se recomienda que el programa continúe y aumente el apoyo otorgado.

Tlapa (2005), indica que la producción de sorgo en temporal, es más sensible que la de riego a los cambios de los precios del maíz, su principal cultivo competitivo, con una elasticidad cruzada de 0.62 y 0.52. Además, indica que la producción de sorgo reacciona inversamente a los cambios en los precios de los fertilizantes, y es más sensible en temporal que en riego. Concluye, en el caso de los insumos, que innovaciones en la producción de fertilizantes que hagan disminuir sus propios precios alentaría a la producción de sorgo, más en temporal que en riego. La producción de sorgo responde directamente a incrementos en la disponibilidad de agua para riego.

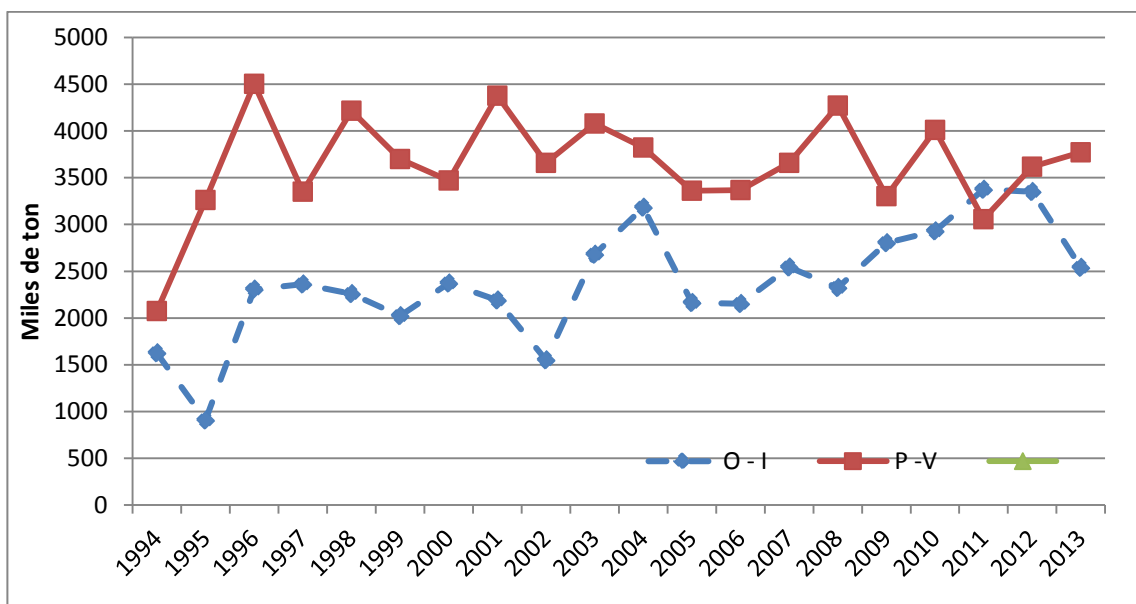
2. SITUACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL DEL MERCADO DE SORGO

2.1 Entorno Nacional

2.1.1 Producción Nacional

La producción por ciclo agrícola de sorgo grano en México, se distribuye en los ciclos primavera-verano y otoño-invierno. De acuerdo con datos del SIACON la producción nacional de sorgo grano es más relevante en el ciclo primavera-verano, al participar con el 63% de la producción total y el resto, el 37%, se produce en el ciclo otoño-invierno. El Estado de Tamaulipas es el principal productor de sorgo en el país, el 82% de su producción para el año 2013 se obtuvo en el ciclo Otoño-Invierno, lo cual representó el 61% de la producción nacional de dicho ciclo (Gráfica 2.1).

Gráfica 2.1. Producción de sorgo en México por ciclo agrícola, 1994-2013



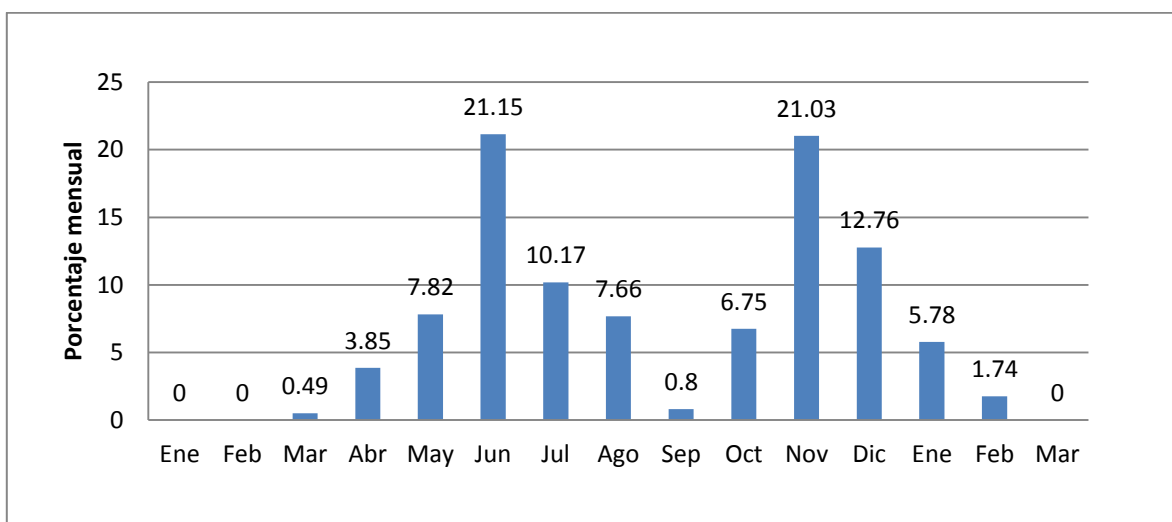
Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON, 2015.

El sorgo es el segundo grano más producido en México después del maíz, aunque su uso es como materia prima para alimento para ganado. Ocupa el segundo lugar en superficie sembrada, con el 18.99% a nivel nacional, la producción por cantidad representa la segunda más importante después del maíz, con un 19% en 2013. El valor de la producción para ese mismo año alcanzó los 109,884 millones de pesos, de los cuales el sorgo grano ocupó el

segundo lugar como generador de valor, esto es 16.7% del total, sólo por debajo del maíz cuya participación fue de 69.4 % (SIACON, 2015)

La cosecha de sorgo se concentra principalmente en dos períodos, durante junio y julio se representa la cosecha del ciclo otoño-invierno y de octubre a diciembre la cosecha del ciclo primavera-verano (Gráfica 2.2).

Gráfica 2.2. Estacionalidad por año agrícola (O-I + P-V) del sorgo grano



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, 2016.

Durante el período de 1995 a 2013, la producción nacional de sorgo tuvo una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 2.2%. La producción pasó de 4,169, 898 a 6, 308,146 toneladas. Durante ese mismo periodo, la superficie sembrada y cosechada de sorgo aumentó 27 y 23% respectivamente. En el 2013, la superficie sembrada alcanzó 2, 012,000 hectáreas y la cosechada 1, 688,916 hectáreas. En 2013 la producción de sorgo fue mayor en 51% a la de 1995 (4.1 millones de toneladas). El aumento en la producción nacional se debe también al incremento en los rendimientos. Los rendimientos aumentaron tanto a nivel nacional como por régimen de humedad. El incremento en la producción se debe al aumento de la productividad, ya que mientras en 1995 se obtenían 3.0 ton por hectárea, en el año 2013 después de diecinueve años se alcanzaron 3.7 ton por hectárea en promedio. En los mismos años el rendimiento por hectárea en riego pasó de 5.3 toneladas por hectárea a 5.9 toneladas por hectárea y en temporal de 2.3 a 2.5 ton por hectárea (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Producción de sorgo en México, 1995-2013

Producción de Sorgo en México									
Año	Superficie Sembrada	Superficie cosechada (Miles de Ha)			Producción (Miles de Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)			Precio medio rural
	(Miles de Ha)	Riego (R)	Temporal (T)	(R+T)		Riego (R)	Temporal (T)	R+T	(\$/Ton)
1995	1,584	320	1,052	1,372	4,170	5.33	2.34	3.04	941.5
1996	2,345	510	1,675	2,185	6,809	5.15	2.50	3.12	1,141.1
1997	2,123	452	1,425	1,877	5,712	5.31	2.32	3.04	981.8
1998	2,199	437	1,516	1,953	6,475	5.71	2.63	3.32	1,018.3
1999	2,142	363	1,550	1,913	5,720	5.83	2.33	2.99	979.1
2000	2,182	364	1,535	1,899	5,842	6.04	2.37	3.08	1,051.5
2001	2,213	371	1,572	1,943	6,567	6.47	2.65	3.38	991.0
2002	2,030	384	1,359	1,744	5,206	6.07	2.11	2.99	1,194.6
2003	2,102	344	1,629	1,973	6,759	6.28	2.83	3.43	1,296.9
2004	1,954	342	1,491	1,833	7,004	6.37	3.24	3.82	1,328.9
2005	1,901	469	1,130	1,599	5,524	5.66	2.54	3.45	1,196.0
2006	1,798	452	1,148	1,600	5,519	5.67	2.58	3.45	1,565.2
2007	1,869	486	1,289	1,775	6,203	5.92	2.58	3.5	1,924.2
2008	1,937	510	1,334	1,844	6,593	5.79	2.73	3.58	2,310.8
2009	1,955	570	1,121	1,691	6,108	5.69	2.56	3.61	2,159.2
2010	1,889	535	1,233	1,768	6,940	6.02	3.01	3.93	2,269.8
2011	1,972	660	1,068	1,728	6,429	6.01	2.31	3.72	3,450.6
2012	1,937	540	1,280	1,820	6,970	6.26	2.81	3.83	3,412.3
2013	2,012	601	1,088	1,689	6,308	5.90	2.54	3.74	2,919.2

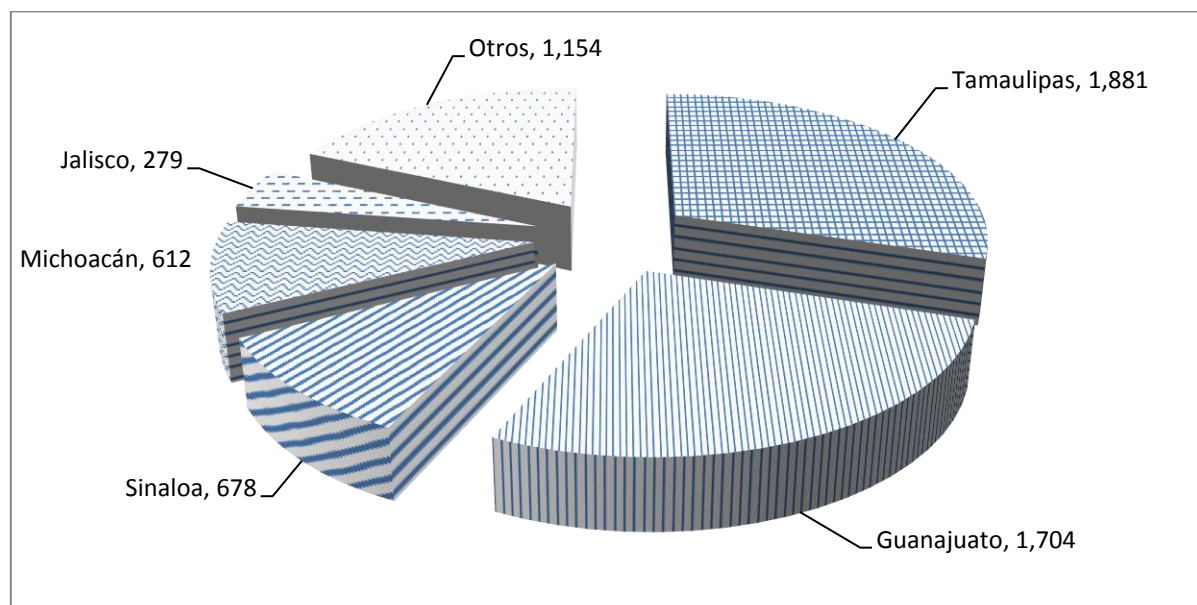
Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON, 2015.

En el Cuadro 2.1 se observa que para 2013 rendimiento por hectárea en riego y temporal fue de 5.9 y 2.54 toneladas por hectárea. Por lo cual la producción en riego es más eficiente y requiere una menor superficie. Para ese mismo año el 42% de la superficie cosechada fue bajo la modalidad de riego, obteniéndose el 40% de la producción, mientras que el 49% de la superficie cosechada bajo la modalidad de temporal se obtuvo el 60% de la producción (SIACON, 2015).

Principales Estados productores

El cultivo de sorgo se encuentra prácticamente en todos los estados del país, aunque la producción se concentra principalmente en los estados de Tamaulipas, Guanajuato, Sinaloa, Michoacán y Jalisco (Gráfica 2.3). Los estados descritos en 2013 produjeron 5,154, 000 toneladas lo que representó el 82% de la producción nacional, 82% en la superficie sembrada y 81% del valor de la producción. Otros Estados que destacan por su nivel de producción son Nayarit, Morelos y San Luis Potosí. Por su parte el Estado de Guanajuato de 2010 a 2014 con una producción promedio de 1,400, 000 toneladas, se ubica como la segunda Entidad a nivel nacional (SIACON, 2015)

Gráfica 2.3. Principales Estados productores de sorgo en 2015



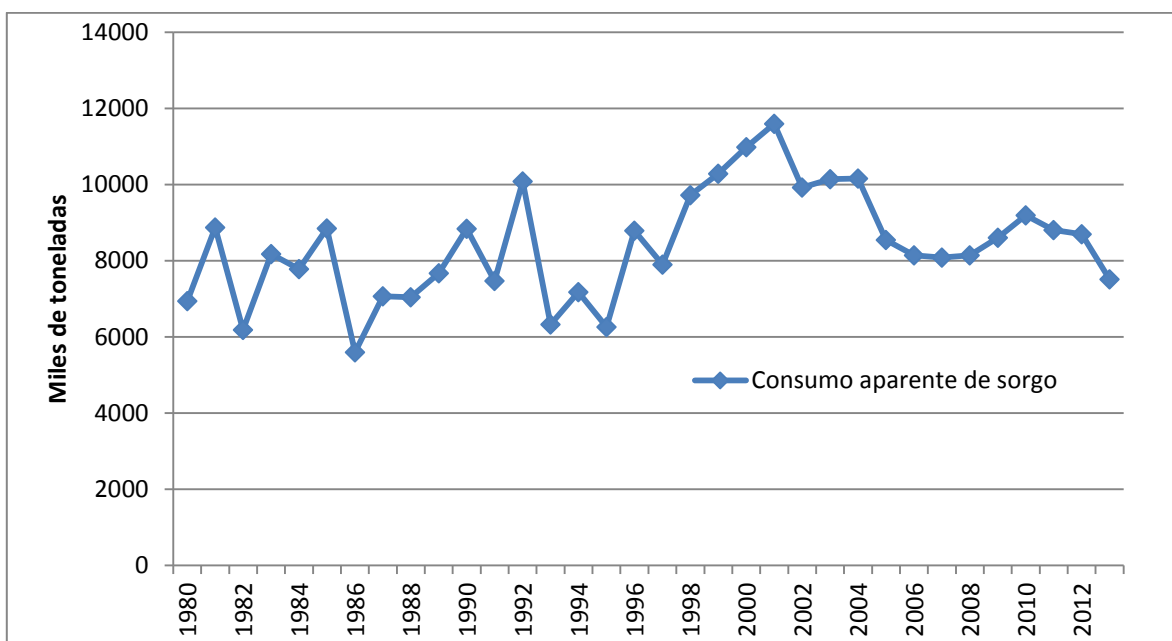
Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON, 2015.

El liderazgo de Tamaulipas en la producción de sorgo se debe a la extensa superficie que cultiva, 977,404 hectáreas, el 49% del total nacional, ya que su rendimiento de 2.62 toneladas por hectárea es menor al promedio nacional de 3.74 toneladas por hectárea en el 2013. El Estado de Sinaloa, se mantiene como una entidad importante en producción de sorgo pero con menor producción en comparación con los Estados de Tamaulipas y Guanajuato, aportando en 2014 una producción de 1, 175,000 toneladas (SIACON, 2015)

2.1.2 Consumo aparente

El consumo de sorgo en México lo convierte en el segundo consumidor mundial, sólo detrás de China, después de ser durante varios años el principal consumidor. En la Gráfica 2.4 se observa el consumo aparente en México que ha caído claramente después de 2001. Cuando alcanzó su valor máximo de 11.5 millones de toneladas, para llegar en 2013 a 7.5 millones de toneladas, el nivel más bajo de los últimos trece años.

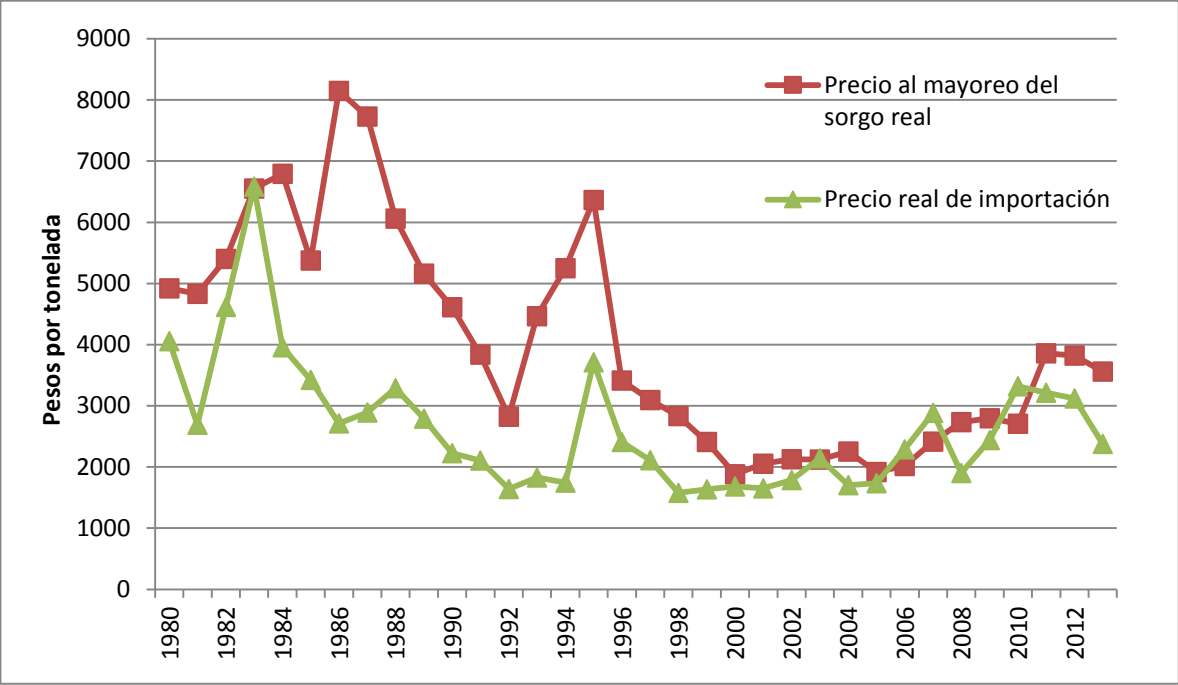
Gráfica 2.4. Consumo aparente de sorgo en México, 1980-2013



Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON, 2015.

El precio al mayoreo real del sorgo puede observarse en la Gráfica 2.5, en donde se observan también precios altos al mayoreo en el periodo de 1980 a 2013, mientras que los de importación generalmente son más bajos que éstos.

Gráfica 2.5 Precios reales al mayoreo de sorgo y precio real de importación, 1980-2013



Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON, 2015.

Precio de importación real sorgo deflactado con el IPIB base 2010=100. Precio al mayoreo de sorgo real deflactado con el INPA base 2010=100

2.1.3 Intercambio comercial

De acuerdo con el Sistema de Información Arancelaria Vía Internet, SIAVI, las importaciones de sorgo grano provienen principalmente de Estados Unidos de América, y reporta para algunos años los siguientes países: India, Argentina, Brasil y Uruguay. A pesar de las variaciones en volumen, el valor de las importaciones se había mantenido con ligeras variaciones hasta 2010. A partir de 2011, cuando aumentó 60.9%, se ha registrado una mayor variación. El volumen mostró caídas similares desde 2011 (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2 Volumen y valor de las importaciones de sorgo en México, 1980-2013

Año	Valor Miles de pesos	Volumen Miles de toneladas	Año	Valor Miles de pesos	Volumen Miles de toneladas
1980	1,690,970.9	2255	1997	1,884,100.1	2189
1981	2,179,303.5	2789	1998	2,366,591.1	3247
1982	1,996,130.5	1478	1999	2,847,772.4	4566
1983	3,675,439.0	3308	2000	2,728,039.3	5142
1984	2,711,346.0	2747	2001	2,868,901.5	5032
1985	1,954,193.2	2255	2002	2,919,479.9	4717
1986	818,840.7	767	2003	2,426,557.0	3381
1987	673,179.2	752	2004	2,640,410.6	3159
1988	1,159,434.6	1147	2005	2,033,488.9	3020
1989	2,564,168.9	2674	2006	2,017,702.7	2625
1990	2,518,947.6	2861	2007	2,050,330.4	1878
1991	2,335,216.4	3200	2008	2,159,780.6	1553
1992	3,197,489.2	4727	2009	3,019,414.2	2497
1993	2,117,845.0	3745	2010	2,665,967.1	2253
1994	2,283,620.4	3475	2011	4,201,733.1	2380
1995	2,273,400.4	2092	2012	3,111,652.3	1726
1996	2,523,979.6	1983	2013	2,164,801.0	1206

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO y SIAVI-SE, 2015.

El continuo declive de las importaciones de sorgo, a pesar de las afectaciones por la plaga del pulgón amarillo, fue indicativo de buenos resultados de las medidas tomadas contra la plaga. En el estado de Tamaulipas, por ejemplo, se han implementado medidas para el control biológico de la plaga. El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) rehabilitó un laboratorio de reproducción de un insecto conocido por su utilidad (*Chrysoperla carnea*) para combatir el pulgón amarillo del sorgo (SAGARPA, 2015).

2.2 Entorno Mundial

2.2.1 Producción Mundial de Sorgo

La producción mundial de sorgo aumentó de 2011 a 2015 a una TCMA de 1.57%. El crecimiento proviene, en mayor medida, de la producción de Estados Unidos, como resultado de incrementos en los rendimientos. Junto con la producción, el consumo se ha incrementado

en los últimos dos años, principalmente por la demanda creciente en el mercado chino. El aumento de la demanda de China se presentó desde la segunda mitad de 2013, cuando se descubrieron cepas modificadas de maíz en cargamentos provenientes de los Estados Unidos, lo cual significó una suspensión en los envíos de este maíz a China (USDA, 2015)

En 2014 siete países productores agruparon el 64% de la oferta mundial, siendo los más fuertes Estados Unidos de América con el 16%, México con el 12%, Nigeria con el 10% y Sudán con el 9%, los otros países importantes fueron India, Etiopía y Argentina (Cuadro 2.3)

Cuadro 2.3. Producción mundial de sorgo por países en miles de toneladas, 2005-2014

País	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Estados Unidos	9,976	7,032	12,636	12,087	9,693	8,775	5,410	6,293	9,966	10,988
México	5,524	5,519	6,203	6,593	6,108	6,940	6,429	6,970	6,308	7,300
Nigeria	10,500	10,500	10,000	11,000	6,600	6,750	6,900	5,943	6,592	6,700
Sudán	4,275	4,327	4,999	3,869	4,192	2,630	4,605	4,524	2,249	6,281
India	7,630	7,150	7,930	7,259	6,700	7,000	6,030	5,300	5,540	4,790
Etiopía	2,174	2,316	2,659	2,619	2,971	3,960	3,951	3,604	4,114	4,000
Argentina	2,328	2,795	2,937	1,660	3,629	4,400	4,200	4,700	4,400	3,500
Resto de países	17,388	16,950	20,007	19,644	17,128	20,229	19,624	21,187	19,547	20,006

Fuente: Elaboración propia con base en información de USDA y SIACON, 2015.

La distribución de la producción entre los principales países productores de sorgo observa pocos cambios en el ordenamiento de los últimos cinco años. Los cambios más importantes han sido la consolidación de los Estados Unidos en el primer lugar de la producción mundial. México se ha mantenido en el tercer lugar desde 2010.

2.2.2 Comercio Internacional

El principal país exportador es Estados Unidos, con 78.2% del total mundial en 2014. Sus exportaciones crecieron a una TCMA de 6.76% de 2005 al 2014. El mayor aumento de las exportaciones de Estados Unidos ocurrió del 2012 al 2013, cuando creció en 177.61%. Esto debido por un lado, al crecimiento de la demanda de China y, por otro lado a la recuperación de la producción de sorgo (Cuadro 2.4).

Cuadro 2.4. Exportaciones mundiales de sorgo en miles de toneladas, 2005-2014

País	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Estados Unidos	4,936	3,876	7,030	3,632	4,169	3,850	1,611	1,938	5,380	8,890
Argentina	197	1,083	1,224	1,114	1,772	1,702	3,084	1,783	1,279	1,400
Australia	125	85	810	1,000	300	850	1,265	1,160	385	600
Ucrania	0	0	37	126	41	34	113	124	229	150
Nigeria	50	50	50	50	50	60	75	50	50	100
Etiopía	0	0	0	0	0	75	75	75	75	75
India	4	9	94	52	127	27	134	228	87	50
Resto de países	66	361	529	141	174	163	164	192	214	202

Fuente: Elaboración propia con base en información de USDA, 2015.

El volumen de las importaciones mundiales se ha concentrado desde 2013 y 2014 en el mercado chino, con el 66.2% y el 79.3% en los respectivos años. Antes de que China ocupara la primera posición en importaciones, México de 2005 al 2010 era el principal importador de sorgo (Cuadro 2.5).

Cuadro 2.5. Importaciones mundiales de sorgo en miles de toneladas, 2005-2014

País	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
China	9	4	12	14	83	4	84	631	4,691	8,500
Japón	1,393	1,276	1,084	1,629	1,649	1,418	1,481	1,897	1,003	1,000
Chile	57	162	374	501	632	601	614	189	184	200
Arabia Saudita	2	2	6	4	4	6	14	180	3	150
Colombia	5	67	66	202	212	391	592	591	104	100
Unión Europea	51	653	5,820	359	6	921	88	317	193	100
Kenia	27	2	6	9	58	12	52	109	92	100
México	3,020	2,625	1,878	1,553	2,497	2,253	2,380	1,726	1,206	100
Resto de países	762	724	1,139	953	1,164	965	736	1,047	646	461

Fuente: Elaboración propia con base en información de USDA y SIACON, 2015.

El aumento en la producción se considera como una explicación para la disminución de las importaciones; sin embargo, en 2013 y 2014 las importaciones de sorgo en México disminuyeron significativamente, debido al abaratamiento relativo del maíz amarillo, en relación con los de sorgo (Cuadro 2.6).

Cuadro 2.6. Precio de importación de maíz amarillo y sorgo, 2000-2014

Año	MAIZ \$/ton	SORGO \$/ton	Año	MAIZ \$/ton	SORGO \$/ton
2000	1093.85	1087.29	2008	3176.29	2958.68
2001	1145.76	1217.24	2009	2489.22	2271.81
2002	1311.84	1344.49	2010	2863.62	2547.70
2003	1423.48	1439.21	2011	4506.65	4152.27
2004	1539.97	1512.04	2012	4702.68	4285.28
2005	1367.04	1333.01	2013	4181.97	3922.29
2006	1694.74	1709.88	2014	3183.19	3419.45
2007	2300.94	2287.29			

Fuente: Elaboración propia con base en información del Banco Mundial, 2015.

China, el segundo productor y consumidor mundial de maíz en el mundo, implementa desde 2008 un programa de acumulación de inventarios de maíz, en el que se ofrece un precio mínimo a los productores. Los principales objetivos del programa son dos: 1) apoyar el ingreso rural de millones de productores de maíz en ese país, toda vez que las compras que realiza el gobierno se hacen a un precio superior al precio de referencia internacional y 2) promover la seguridad alimentaria, toda vez que las reservas estratégicas se utilizan en situaciones de emergencia alimentaria en el país (FIRA, 2015).

México es un país deficitario en maíz y se ubica como el segundo importador mundial (con el 8.5% de las importaciones totales en 2013), sólo después de Japón. México importa alrededor de 10 millones de toneladas entre 2011 y 2014. (Cuadro 2.7)

Cuadro 2.7 Importaciones mundiales de maíz en miles de toneladas, 2005-2014

País	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Japón	5,469	5,747	5,701	16,531	15,971	15,648	14,892	14,412	15,121	15,400
México	3,549	3,610	3,136	7,764	8,298	8,252	11,172	5,676	10,954	10,900
Sur Corea	3,884	3,439	3,092	7,188	8,461	8,107	7,636	8,174	10,406	9,600
Venezuela	1,691	1,765	1,498	1,336	2,198	1,251	2,596	2,300	2,626	2,600
Sur Corea	3,884	3,439	3,092	7,188	8,461	8,107	7,636	8,174	10,406	9,600
Algeria	5,476	4,874	5,904	1,903	2,569	2,683	3,203	2,800	4,200	3,400
Egipto	7,771	7,300	7,700	5,031	5,832	5,803	7,154	5,000	8,500	7,500
Total mundial	82,597	91,377	98,217	83,589	92,723	91,678	103,753	100,117	129,628	115,040

Fuente: Elaboración propia con base en información de USDA, 2015.

Los Estados Unidos son los mayores consumidores de maíz. China es el segundo consumidor de maíz en el mundo (Cuadro 2.8). En el caso de Estados Unidos su producción es suficiente para cubrir la demanda interna, además de exportar la mayor cantidad a nivel mundial. En cuanto al tipo de consumo de la producción del maíz, varía en los países de acuerdo al tipo de cultura. Por ejemplo, en China y Estados Unidos, el maíz se utiliza para la alimentación del ganado, mientras que en México, el consumo de maíz en la alimentación humana es más representativo que el consumo de maíz para ganado.

Cuadro 2.8 Consumo mundial de maíz amarillo en miles de toneladas, 2005-2014

País	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Estados Unidos	232,015	230,674	261,632	258,041	280,987	284,549	277,961	262,973	292,965	301,851
China	101,500	102,000	106,000	153,000	165,000	180,000	188,000	202,000	212,000	216,000
Unión Europea	127,525	125,500	116,536	63,600	61,300	64,900	69,500	69,300	76,000	76,500
India	69,980	73,371	76,422	17,000	15,100	18,100	17,200	17,400	19,500	19,500
Brasil	10,450	10,300	10,300	45,500	47,000	49,500	50,500	53,000	55,000	56,500
Argentina	6,200	6,700	7,000	6,400	6,900	7,300	7,000	7,600	8,700	9,200
Rusia	38,400	36,400	37,700	5,200	3,700	3,200	4,700	6,400	7,500	9,000
Canadá	10,808	11,442	13,769	11,738	11,868	11,761	11,636	11,609	12,801	12,000
Consumo mundial	705,926	727,808	771,429	784,479	826,532	851,398	882,624	860,435	936,726	971,807

Fuente: Elaboración propia con base en información de USDA, 2015.

2.2.3 Consumo mundial de sorgo

El consumo mundial de sorgo ha mostrado una tendencia creciente en los últimos cuatro años. En este periodo, de 2011 a 2014, se ha registrado un crecimiento de 4.03% de TCMA. Esto contrasta con lo observado en los cuatro años previos, de 2007 a 2010, donde la TCMA fue negativa en 2.69%. Estos altibajos explican el bajo crecimiento del consumo en los últimos diez años, de 2005 a 2014, que fue de 0.84% de TCMA (Cuadro 2.9)

Cuadro 2.9. Consumo mundial de sorgo por país en miles de toneladas, 2005-2014

País	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
China	2,300	2,050	2,000	2,000	1,900	2,200	2,200	3,200	6,800	11,100
México	8,600	8,100	7,200	8,600	9,700	9,400	8,100	8,100	8,300	7,500
Nigeria	10,450	10,450	9,950	10,950	6,550	6,700	6,800	5,900	6,550	6,650
Sudán	4,250	4,500	5,000	4,500	4,500	3,000	4,500	4,700	2,550	6,000
India	7,500	7,100	7,900	7,200	6,600	6,800	6,000	5,150	5,200	4,900
Etiopía	2,100	2,300	2,600	2,700	3,200	3,700	3,700	3,700	4,200	4,100
Argentina	2,300	1,700	1,200	1,100	1,900	1,900	1,900	2,300	2,700	2,800
Estados Unidos	4,818	4,012	5,081	8,408	5,866	5,277	3,916	4,796	4,109	2,546
Brasil	1,575	1,375	1,575	2,075	1,675	2,075	2,175	2,300	2,000	2,000
Burkina	1,553	1,516	1,502	1,700	1,686	1,900	1,500	1,900	1,900	1,800
Resto de los países	13,960	14,299	20,944	15,991	14,939	16,892	16,102	16,768	14,493	14,664

Fuente: Elaboración propia con base en información de USDA, 2015.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA LA FORMULACIÓN DEL MODELO DEL MERCADO DE SORGO EN MÉXICO

3.1 Fundamentos teóricos de la oferta

Tomek y Kaiser (2014) indican que la oferta, se define como una relación que muestra las diferentes cantidades de un producto agropecuario dado que los productores estarían dispuestos a ofrecer o podrían poner a la venta a diferentes precios por periodo, *ceteris paribus*. La función de oferta para una empresa se obtiene a partir de las funciones de costos de producción o de la función de producción, usando la condición de primer orden del principio de maximización de ganancias (costo marginal igual ingreso marginal) o valor del producto marginal igual al precio del insumo, y se describe como un cuadro de precio y cantidades, o bien, como un gráfico o función algebraica de precio y cantidad.

Stamer (1969), indica que la oferta de un producto agropecuario depende en primer lugar de las expectativas de beneficio de los agricultores, que si éstos estiman altas ganancias para el próximo año, entonces la cantidad ofrecida aumentará y al contrario, si esperan que los beneficios disminuyan.

Como la ganancia (π) depende del volumen de ventas (Q), del precio del producto (P) y de los costos totales medio (CMT), entonces $\pi=Q (P - CMT)$; por tanto la oferta futura depende a su vez de los precios esperados del producto y de la evolución de los costos. Como la empresa agropecuaria actúa en el mercado, su oferta también depende de los precios de otros productos relacionados, de la capacidad y características técnicas de las mismas (García *et al*, 2002). De lo anterior se desprende que la oferta agregada total de un producto agropecuario está determinada en el periodo t , por los siguientes factores: el precio esperado del producto, los precios de los insumos o factores de la producción, el nivel tecnológico, el precio de los productos competitivos y acoplados, los factores ambientales como el clima, temperatura, luz y restricciones institucionales (Stamer, 1969 y Tomek y Kaiser, 2014)

3.1.1 Los aspectos estáticos y dinámicos de la oferta

De los factores determinantes de la función de oferta, las variaciones del precio del producto, permaneciendo todo lo demás constante, induce a cambios en la cantidad ofrecida, permaneciendo fija la curva de oferta. A esta función se le conoce como **oferta estática**. Por el contrario, los cambios de los demás determinantes (precio de los insumos, precio de los productos competitivos o acoplados, nivel tecnológico), *ceteris paribus*, provocan el desplazamiento de la curva de la oferta, a esto se le denomina **oferta dinámica**. En esta oferta también se incluyen los cambios que provocan los retrasos en los ajustes de la cantidad ofrecida que no suceden instantáneamente debido al conocimiento imperfecto y el tiempo que se necesita para que se lleven a cabo los ajustes (Tomek y Kaiser, 2014).

La cantidad ofrecida rezagada permite diferenciar a la oferta, tanto en el corto como en el largo plazo. La oferta de largo plazo se refiere como la cantidad que será vendida por el productor después del tiempo que se requiere para que todos los ajustes se completen.

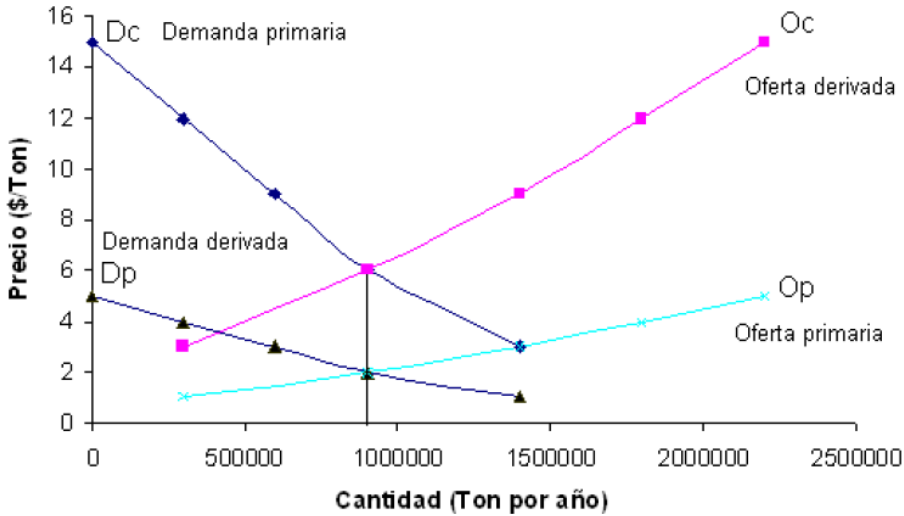
Dentro de los aspectos dinámicos de la oferta se tiene a los desplazamientos simples o paralelos, y a los cambios estructurales de la función de la oferta. En el primer caso, se manifiesta cuando al variar uno de los factores desplazadores (precio del insumo, precio de los productos competitivos y acoplados), *ceteris paribus*, la función de oferta modifica su intercepto. El cambio estructural de la oferta se presenta cuando al variar uno de los factores de cambio de la oferta (por ejemplo, cambios en la tecnología, en el número y tamaño de empresa), ésta se desliza modificando su pendiente o la forma de la función (Tomek y Kaiser, 2014)

3.1.2 Oferta primaria y derivada

Antes de que el producto llegue al consumidor final, pasa por una serie de agentes de comercialización que le agregan valor por espacio, tiempo y forma para adecuarlo a las necesidades del consumidor final. De esta manera se define a la oferta derivada como las diferentes cantidades de un producto, adicionada de servicios de comercialización que son vendidos a precios alternativos de mayoreo o de menudeo por periodo, suponiendo a los demás factores constantes.

La oferta primaria se refiere a las cantidades de un producto agropecuario, que los productores ofrecen y pueden vender a precios alternativos al productor por periodo, manteniendo lo demás constante (Gráfica 3.1).

Gráfica 3.1. Equilibrio de mercado en consumo y producción de un producto



Fuente: García *et al*, 2003

3.2 Fundamentos teóricos de la demanda

La unidad básica de la teoría de la demanda lo constituye el consumidor individual o la familia (Tomek y Robinson, 2003 citado por García *et al*, 2003), al tener necesidades básicas tales como alimentación, salud, vivienda, vestido, entre otras. Por otro lado el consumidor tiene un presupuesto para consumo limitado (I^0). Por tanto, se enfrenta a un problema de elección de bienes y servicios específicos que le permitan maximizar su utilidad (U), dentro de los límites impuestos por su limitado presupuesto (I^0). Así, si se supone un mundo de dos bienes (X), alimentos y (Y) todos los otros bienes, un presupuesto limitado (I^0), los precios de (X) y (Y) y una función de utilidad (U), $U= f(X, Y)$, entonces la función de demanda precio para un consumidor se obtiene de las condiciones de primer orden del principio de maximización de la utilidad (U). Usando la técnica de Lagrange (L), $L=f(X, Y) + \lambda(I^0 -P_xX+ P_yY)$

Si se deriva (L) parcialmente respecto a X, Y y λ , y se iguala a cero dichas derivadas se obtienen las condiciones de maximización de la utilidad de primer grado para un máximo condicionado, y si se supone que a las condiciones de segundo orden también se cumplen, entonces se obtienen las funciones de demanda (D) para los bienes X y Y:

$$D_x = f(I_0/2P_x) \text{ y } D_y = h(I_0/2P_y)$$

Se define a la demanda agregada total como una relación que muestra a las distintas cantidades de un producto específico que los consumidores están deseando y pueden comprar por periodo a los posibles precios alternativos, permaneciendo constantes los demás factores determinantes de la demanda (Tomek y Robinson, 2003, citado por García *et al.*, 2003). La curva de demanda agregada total es la suma horizontal de las curvas de demanda de cada consumidor. Ésta incluye tanto a los consumidores que entran al mercado cuando el precio disminuye, como a los que salen de él cuando el precio aumenta. Por tanto, un cambio en el precio influye en el número de consumidores, así como en la cantidad que cada uno demanda.

En términos generales Tomek y Robinson, 2003 (citado por García *et al.*, 2003), señalan que los principales determinantes de la demanda de un producto agrícola (Q_i) en el periodo t son los siguientes:

1. El número de habitantes de un país, su crecimiento y su distribución por edad y área geográfica (N).
2. El ingreso disponible y su distribución (I).
3. Los gustos y preferencias del consumidor (G).
4. Los precios y la disponibilidad de otros productos sustitutos P_s y complementarios P_c .
5. La promoción de los productos (K).

El primero de estos factores determinado por el número de consumidores económicamente aptos, es uno de los más importantes determinantes de la demanda. Cuando aumenta la dimensión del mercado, a través del incremento de la población apta para consumir, la curva de la demanda de cierto artículo podrá sufrir un desplazamiento positivo, pues para todos los niveles de precios posibles habrá un número mayor de consumidores dispuestos y aptos para

ingresar al mercado. Lo mismo es para el segundo factor enunciado, pues al incrementar el poder adquisitivo, determinado por el crecimiento del ingreso disponible de las unidades familiares, también podrá provocar la expansión de la demanda de determinado producto (Roseetti, 1991).

Además, las actitudes y preferencias de los consumidores, que incluso son manejadas por las campañas publicitarias, también ejercen considerable influencia en la demanda, causando importantes desplazamientos de las curvas definidas. Esos movimientos también son provocados por los dos últimos factores enunciados. Los precios de los productos sustitutos y complementarios pueden asimismo causar aumentos y disminuciones, alterándolas positiva o negativamente (Roseetti, 1991).

De los factores determinantes mencionados, el precio del bien (P_i), suponiendo a los demás factores constantes, provoca cambios en la cantidad demandada, mientras que la curva de demanda permanece fija, los otros determinantes establecen el nivel o posición de dicha curva, por ello se les denomina factores de cambio de la demanda. Los cambios en el precio del producto y de los demás determinantes dan lugar a los aspectos estáticos y dinámicos de la demanda.

En forma funcional la demanda del bien (Q_i) y sus factores determinantes se expresan como sigue:

$$Q_i = f(P_i, N, I, P_s, P_c, G, E, K)$$

3.2.1 Demanda primaria y derivada

La demanda primaria total se define como las diferentes cantidades de un bien o servicio que los consumidores desean y compran a diferentes precios alternativos al menudeo por período, permaneciendo todo lo demás constante (Tomek y Kaiser, 2014)

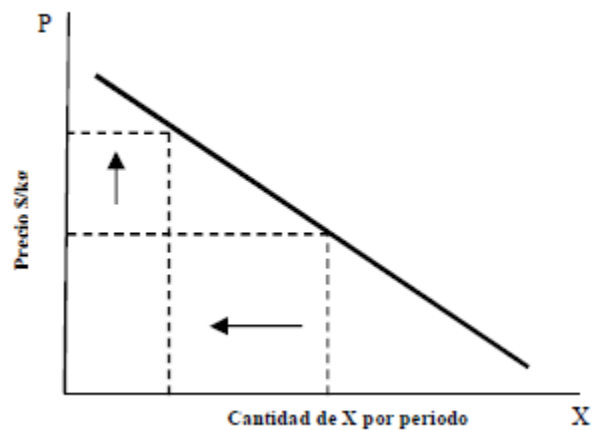
El consumidor final compra los productos directamente en el anaquel de las tiendas detallistas, dado que éstos han pasado por una serie de procesos que les agregan valor por espacio, tiempo, forma y posesión, de tal manera que el producto satisfaga las necesidades del consumidor.

Entonces la demanda derivada se refiere a las distintas cantidades de productos agropecuarios como tales, que son compradas a diferentes precios alternativos al productor por periodo, *ceteris paribus*, mismos que son utilizados para producir bienes finales. (Gráfica 3.1).

3.2.2 Los aspectos estáticos y dinámicos de la demanda

La **demanda estática** se refiere a los cambios en la cantidad demandada a lo largo de la curva de demanda, ante cambios en el precio del bien o servicio en estudio, *ceteris paribus*. De acuerdo con la ley de la demanda, la cantidad demandada de un producto y su precio, *ceteris paribus*, varían inversamente, es decir, la curva de demanda tiene pendiente negativa (García et al., 2003) (Gráfica 3.2).

Gráfica 3.2. Curva de demanda estática



Fuente: García et al, 2003

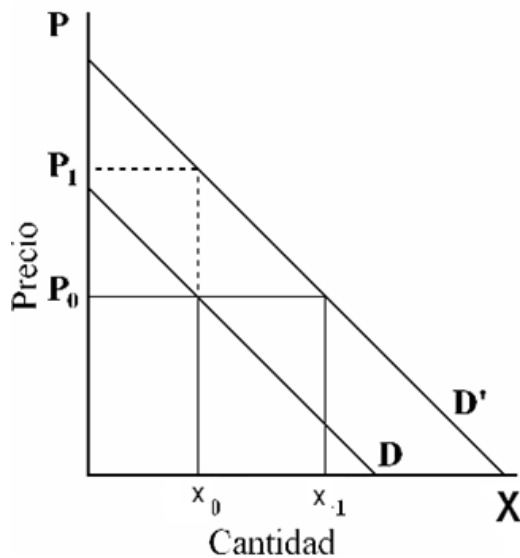
Una variación en cualquiera de los factores diferentes al precio del bien o servicio, *ceteris paribus*, provoca cambios dinámicos en la función de demanda. Por lo tanto, el concepto de **demanda dinámica** es empleado de dos formas, de acuerdo con la teoría de la demanda.

En el primer concepto se refiere a los desplazamientos de la curva de demanda provocados, *ceteris paribus*, por los cambios en el ingreso, en la población, en los precios de los bienes relacionados (precio de los productos sustitutos o complementarios), en los gustos y

preferencias del consumidor y la publicidad y a los que ocurren con el paso del tiempo (Tomek y Kaiser, 2014). Segundo, puede referirse a retrasos en los ajustes en la cantidad demanda que no ocurren instantáneamente debido al conocimiento imperfecto y al tiempo requerido para hacer los cambios. El concepto de ajuste retrasado asociado con el paso del tiempo, conduce a diferenciar a la demanda en el corto y el largo plazo. La demanda en el largo plazo es definida como la cantidad que será comprada ante una variación en el precio del bien, después del tiempo suficiente que se ha permitido para que todos los ajustes se completan.

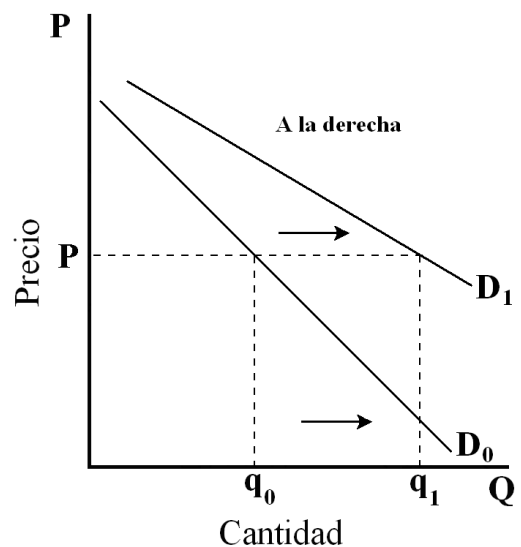
Los desplazamientos de la demanda pueden ser simples o paralelos y estructurales. Los primeros son originados por variación de uno de los factores de la demanda (población, ingreso, precios de los bienes relacionados), *ceteris paribus*. La función de la demanda se desplaza paralelamente modificando únicamente su intercepto (Gráfica 3.3).

Gráfica 3.3 Desplazamiento simple o paralelo de la curva de demanda



Fuente: García *et al*, 2003

Gráfica 3.4. Desplazamiento estructural de la curva de demanda



Fuente: García *et al*, 2003

Mientras que los desplazamientos estructurales se originan, *ceteris paribus*, por la variación de alguno de los factores determinantes de la demanda modificando la ordenada al origen, y además su pendiente. Las variables que influye en su desplazamiento estructural son los gustos y preferencias del consumidor, la distribución del ingreso, la presencia de nuevos productos que pueden competir con el bien en cuestión, los cambios en la estructura de la población, entre otros (Gráfica 3.4).

3.3 Las elasticidades de la oferta y de la demanda

3.3.1 Elasticidades de la oferta

Por su importancia para hacer predicciones de la oferta y para definir medidas de política agrícola, aquí se presenta las elasticidades precio propia y cruzadas.

a) La elasticidad precio de la oferta (e_{ii})

Es el cambio porcentual en la cantidad ofrecida de un producto, ante un cambio porcentual en el precio, *ceteris paribus*. El rango de variación de la e_{ii} va de cero hasta infinito ($0 \leq e_{ii} \leq \infty$). Se interpreta como el cambio porcentual en la cantidad ofrecida en respuesta a un cambio de 1% en el precio, *ceteris paribus*. Es decir:

$$e_{ii} = \frac{\text{Cambio porcentual en } Q_i \text{ por unidad de tiempo}}{\text{Cambio porcentual en } P_i}$$

La fórmula matemáticamente para medir la elasticidad precio de la oferta en un punto es la siguiente:

$$e_{ii} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \left[\frac{\Delta Q}{\Delta P} \right] \left[\frac{P}{Q} \right] = \frac{\Delta\%Q}{\Delta\%P}$$

O cuando se conoce la función:

$$e_{ii} = \frac{dQ}{dP} \cdot \frac{P}{Q}$$

Debido a que normalmente un aumento en la cantidad ofrecida está asociado a un incremento en el precio, el signo del coeficiente es generalmente positivo. De acuerdo con esto se tienen los siguientes posibles valores de elasticidad precio (García *et al.*, 2003).

- Si $e_{ii}=0$, esto significa que la oferta es rígida, es decir que no hay respuesta de la cantidad ofrecida a un cambio en el precio, *ceteris paribus*. En este caso se trata de una oferta **perfectamente inelástica**, gráficamente se representa por una línea vertical,

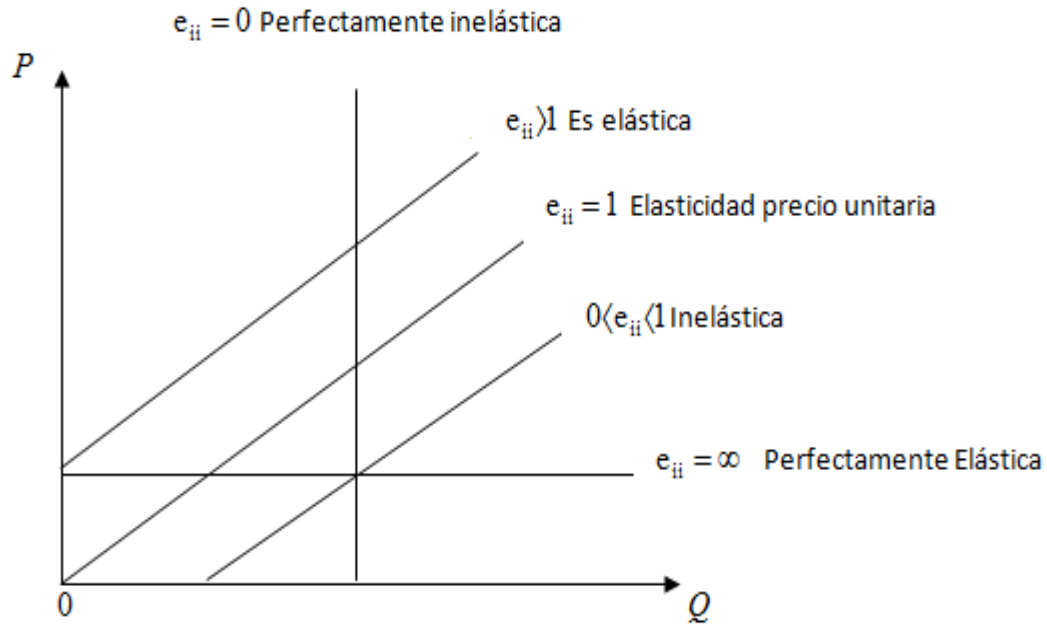
$$e_{ii} = \frac{\Delta\%Q}{\Delta\%P} = \frac{0}{\Delta\%P} = 0$$

- Si $e_{ii}=\infty$, esto significa que hay una respuesta muy grande por parte de los productores a un precio determinado, se trata de una oferta perfectamente elástica. Gráficamente se representa por una línea horizontal.

$$e_{ii} = \frac{\Delta\%Q}{\Delta\%P} = \frac{\Delta\%Q}{0} = \infty$$

- Si $0 < e_{ii} < 1$, implica que el $\Delta\%Q < \Delta\%P$, la elasticidad precio de la oferta es inelástica. La curva de oferta intersecta al eje de la cantidad (intersección horizontal positiva) por lo que e_{ii} es siempre < 1 y mayor a cero, pero se aproxima a 1 conforme la Q aumenta. Esto significa que la cantidad ofrecida responde menos que proporcionalmente al cambio en el precio;
- Si $e_{ii} > 1$, implica que el $\Delta\%Q > \Delta\%P$, lo cual indica que la e_{ii} es elástica. La curva de oferta intercepta al eje de las ordenadas (eje del precio), e_{ii} se acerca a uno a medida que la cantidad aumenta, y
- Si $e_{ii} = 1$, la elasticidad precio es unitaria, es decir, que el $\Delta\%Q = \Delta\%P$. La curva de oferta intersecta al origen (la intersección horizontal es igual a cero) por lo que la elasticidad es una constante igual a uno (García *et al.*, 2003).

Gráfica 3.5. Curvas de oferta con distintas elasticidades



Fuente: García *et al.*, 2003

b) Elasticidades precio cruzada de la oferta (e_{ab})

Mide la variación porcentual en la cantidad ofrecida de un producto **a** en respuesta a la variación porcentual en el precio de un producto relacionado **b**, *ceteris paribus*. Se interpreta como el cambio porcentual en la cantidad ofrecida del bien a en respuesta a un cambio de 1% en el precio del bien b, *ceteris paribus*. La fórmula para la elasticidad en un punto es la siguiente:

$$e_{ab} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \left[\frac{\Delta Q_a}{\Delta P_b} \right] \left[\frac{P_b}{Q_a} \right] = \frac{\Delta\% Q_a}{\Delta\% P_b}$$

O cuando se conoce la función:

$$e_{ab} = \frac{dQ_a}{dP_b} \cdot \frac{P_b}{Q_a}$$

1. Productos competitivos por los mismos recursos. En este caso el coeficiente de la e_{ab} aparece con signo negativo ($e_{ab} < 0$).
 $+\Delta P_b \Rightarrow +\Delta Q_b \Rightarrow -\nabla O_a \Rightarrow -\nabla Q_a$. Se mantiene constante el precio del producto a.
2. Productos asociados o conjuntos; para este caso, el coeficiente de la e_{ab} aparece con signo positivo ($e_{ab} > 0$).
3. $+\Delta P_b \Rightarrow +\Delta Q_b \Rightarrow +\Delta O_a \Rightarrow +\Delta Q_a$ se mantiene constante el precio del producto a.

Cuadro 3.1. Características de las elasticidades de la oferta

Tipo	Fórmula		Posible resultado	Causa	Clasificación del producto
	No se conoce la función	Sí se conoce la función			
E_p			> 1	$\Delta Q\% > \Delta P\%$	Elástico
Elasticidad precio	$E_p = \frac{\Delta Q}{\Delta P} * \frac{P}{Q}$	$E_p = \left[\frac{\partial Q}{\partial P} \right] \left[\frac{P}{Q} \right]$	$= 1$	$\Delta Q\% = \Delta P\%$	Unitario
			$0 < E_p < 1$	$\Delta Q\% < \Delta P\%$	Inelástico
E_{ab}			<i>Signo (+)</i> > 0	$\uparrow P_b$ y $\uparrow Q_a$	Asociado
Elasticidad Cruzada	$E_{ab} = \frac{\Delta Q_a}{\Delta P_b} * \frac{P_b}{Q_a}$	$E_p = \left[\frac{\partial Q_a}{\partial P_b} \right] \left[\frac{P_b}{Q_a} \right]$	<i>Signo (-)</i> < 0	$\uparrow P_b$ y $\downarrow Q_a$	Competitivo

Fuente: García *et al*, 2003

3.3.2 Elasticidades de la demanda

El coeficiente de elasticidad permite medir la magnitud de los cambios, ya sea que aumente o disminuya la cantidad demanda, cuando varía alguno de los factores determinantes, mientras que los demás permanecen constantes. Por ejemplo, la elasticidad precio propia de la demanda

señala el cambio porcentual en la cantidad demandada de un producto por unidad de tiempo asociada con un cambio porcentual dado en el precio del mismo, *ceteris paribus*.

Por definición, la elasticidad mide el cambio porcentual en una variable dependiente ante un cambio porcentual de la variable explicativa, permaneciendo lo demás constante. El coeficiente de elasticidad es un número sin dimensiones, lo que le da ventaja de poder compararse con elasticidades de otros países y de otros productos.

La elasticidad precio (E_{ii}) está definida para un punto de la curva de demanda; por tanto, para la mayoría de las curvas la magnitud del coeficiente de elasticidad varía a lo largo de las mismas. Utilizando a Δ para denominar un cambio muy pequeño; entonces la definición matemática de la elasticidad precio (E_{ii}) es:

$$E_{ii} = \frac{\frac{\Delta Q_i}{Q_i}}{\frac{\Delta P_i}{P_i}} = \left[\frac{\Delta Q_i}{Q_i} \right] \left[\frac{P_i}{Q_i} \right] = \frac{\Delta \% Q_i}{\Delta \% P_i} \text{ fórmula para } E_{ii} \text{ en un punto, o}$$

$$E_{ii} = \frac{dQ_i}{dP_i} \cdot \frac{P_i}{Q_i}, \text{ cuando se conoce la función}$$

$$E_{ii} = \frac{\text{Variación \% de la cantidad demanda}}{\text{Variación \% del precio}}$$

$$E_{ii} = \frac{\frac{Q_{i0} - Q_{i1}}{Q_{i0} + Q_{i1}}}{\frac{P_{i0} - P_{i1}}{P_{i0} + P_{i1}}} = \left[\frac{Q_{i0} - Q_{i1}}{Q_{i0} + Q_{i1}} \right] \left[\frac{P_{i0} + P_{i1}}{P_{i0} - P_{i1}} \right] \text{ fórmula para } E_{ii} \text{ en un arco}$$

Donde Q_i es la cantidad demanda del producto i al precio P_i y éste es el precio del bien i , ΔQ_i y ΔP_i variaciones absolutas muy pequeñas de la cantidad y del precio, dQ_i y dP_i variaciones absolutas infinitesimales de la cantidad y del precio, Q_{i0} y Q_{i1} y P_{i0} y P_{i1} representan a la cantidad y al precio del artículo i en dos puntos distintos de una curva de demanda. La fórmula para E_{ii} en un arco permite indicar la elasticidad de un intervalo entre dos puntos. No es un promedio de las elasticidades en el arco entre los puntos.

El coeficiente de la elasticidad-ingreso de la demanda (E_{iI}) mide el cambio porcentual en la cantidad demanda de un bien por unidad de tiempo ($\Delta Q/Q$) como resultado de un cambio porcentual dado en el ingreso del consumidor ($\Delta I/I$), *ceteris paribus*.

Es decir:

$$E_{iI} = \frac{\text{Cambio porcentual en la cantidad demanda por unidad de tiempo}}{\text{Cambio porcentual en el ingreso}}$$

La relación ingreso-cantidad es llamada también función consumo o función de Engel. La elasticidad ingreso está definida por un punto en la función y típicamente varía a lo largo del rango de la curva (Tomek y Robinson, 2003).

La función matemática de la E_{iI} en un punto es:

$$E_{iI} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta I}{I}} = \left[\frac{\Delta Q}{\Delta I} \right] \left[\frac{I}{Q} \right] = \frac{\Delta\%Q}{\Delta\%I}, \text{ o}$$

$$E_{iI} = \frac{dQ}{dI} \cdot \frac{I}{Q}, \text{ cuando se conoce la función}$$

$$\text{La definición para } E_{iI} \text{ en un arco es: } E_{iI} = \frac{\frac{Q_0 - Q_1}{Q_0 + Q_1}}{\frac{I_0 - I_1}{I_0 + I_1}} = \left[\frac{Q_0 - Q_1}{Q_0 + Q_1} \right] \left[\frac{I_0 + I_1}{I_0 - I_1} \right]$$

La elasticidad cruzada de la demanda es el cambio porcentual de la cantidad demandada de un bien dado (i) ante un cambio porcentual en el precio de un bien relacionado (j), *ceteris paribus*.

$$E_{ij} = \frac{\frac{\Delta Q_i}{Q_i}}{\frac{\Delta P_j}{P_j}} = \left[\frac{\Delta Q_i}{\Delta P_j} \right] \left[\frac{P_j}{Q_i} \right] = \frac{\Delta\%Q_i}{\Delta\%P_j}, \text{ fórmula para } E_{ij} \text{ en un punto.}$$

$$E_{ij} = \frac{dQ_i}{dP_j} \cdot \frac{P_j}{Q_i}, \text{ cuando se conoce la función de demanda}$$

Cuadro 3.2. Características de las elasticidades de la demanda

		Fórmula		Posible resultado	Causa	Clasificación del producto
Tipo	No se conoce la función	Sí se conoce la función				
Elasticidad precio	$E_{ii} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{\bar{P}}{\bar{Q}}$	$E_{ii} = \frac{dQ}{dP} \left[\frac{\bar{P}}{\bar{Q}} \right]$	$E_{ii} = \infty$			Perfectamente elástica
			$E_{ii} > -1 $	$\%Q > \Delta\%P$		Elástico
			$E_{ii} = -1 $	$\Delta\%Q = \Delta\%P$		Unitario
			$E_{ii} < -1 $	$\Delta\%Q < \Delta\%P$		Inelástico
			$E_{ii} = 0$			Perfectamente Inelástico
Elasticidad Ingreso	$E_{ii} = \frac{\Delta Q}{\Delta I} \cdot \frac{\bar{I}}{\bar{Q}}$	$E_{ii} = \frac{dQ}{dI} \left[\frac{\bar{I}}{\bar{Q}} \right]$	$E_{ii} > 1$	$\Delta\%Q > \Delta\%I$		Normal de lujo
			$0 < E_{ii} < 1$	$\Delta\%Q < \Delta\%I$	$\uparrow I \Rightarrow \downarrow Q$	Normal necesario
			$E_{ii} < 0$		$\downarrow I \Rightarrow \uparrow Q$	Normal inferior
Elasticidad Cruzada	$E_{ij} = \frac{\Delta Q_i}{\Delta P_j} \cdot \frac{\bar{P}_j}{\bar{Q}_i}$	$E_{ij} = \frac{dQ_i}{dP_j} \left[\frac{\bar{P}_j}{\bar{Q}_i} \right]$	$E_{ij} > 0$	$\uparrow P_j \Rightarrow \uparrow Q_i$		Sustituto
			$E_{ij} = 0$	$\downarrow P_j \Rightarrow \downarrow Q_i$	No existe relación	Independiente
			$E_{ij} < 0$	$\uparrow P_j \Rightarrow \downarrow Q_i$	$\downarrow P_j \Rightarrow \uparrow Q_i$	Complementario

Fuente: García *et al.*, 2003

3.4 La estructura del mercado

El mercado se define por la interacción de las fuerzas de la oferta y de la demanda que, mediante el intercambio de productos, trabajan para determinar o modificar el precio, y no necesariamente está confinado en un espacio geográfico particular (García, *et al.*, 2000).

De acuerdo con Tomek y Robinson (2003), la estructura de mercado se define como la distribución en número y tamaño de compradores y vendedores, el grado de diferenciación del

producto y el conocimiento de los costos, precios y condiciones de mercado entre los participantes. En Cuadro 3.3, se definen las características para determinar la existencia de las estructuras de mercado.

Cuadro 3.3. Características de las estructuras de mercado

	Competencia perfecta	Competencia monopolística	Oligopolio	Monopolio
Número de empresas	Muchísimas	Muchas	Pocas	Una
Tipo de producto	Homogéneo	Diferenciado	Homogéneo o diferenciado	Único
Demanda de una empresa	Precio-aceptable: la demanda es perfectamente elástica	La demanda es elástica con respecto al precio pero no perfectamente elástica	La demanda es menos elástica que la demanda de la empresa monopolísticamente competitiva	La empresa se enfrenta a la curva de la demanda del mercado
Condiciones de entrada	Ninguna barrera	Ninguna barrera	Grandes barreras: economías de escala o política de Gobierno	Grandes barreras: economías de escala o política de Gobierno
Ejemplos	Trigo, soya	Cepillos de dientes, ropa	Viajes en avión, automóviles, bebidas, tabaco	Servicios telefónico local, medicamentos patentados

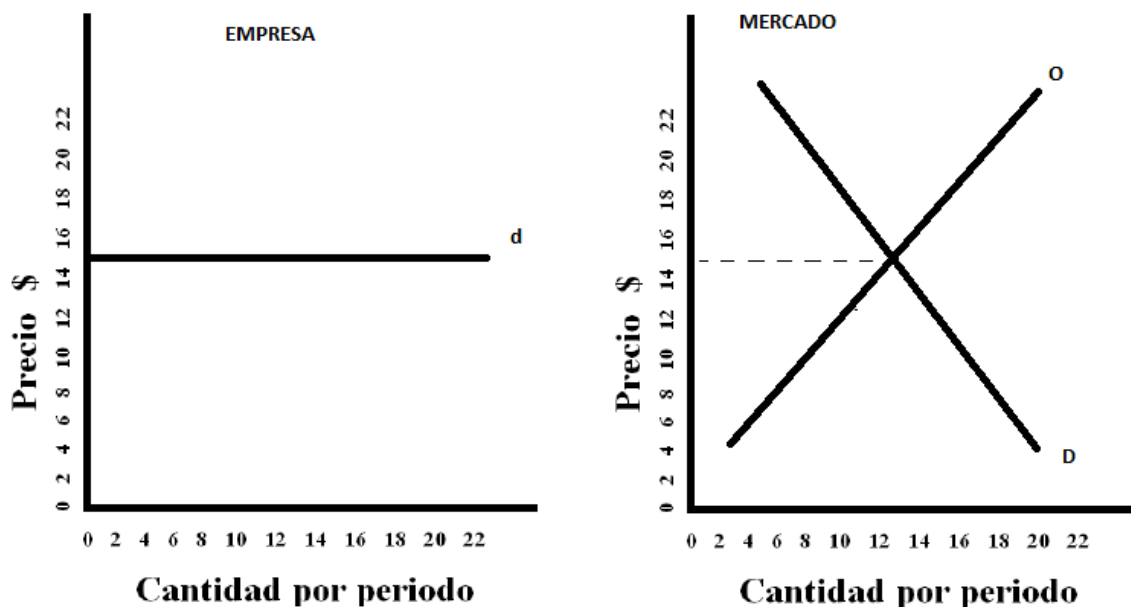
Fuente: O'Sullivan, *et al*, 2004

La competencia se refiere a la existencia de varias empresas o personas, quienes realizan la oferta y venta de productos (oferentes) en un mercado determinado, en donde también existen empresas o personas (consumidores) quienes demandan los productos de los oferentes según sus preferencias y necesidades.

De esta definición se desprende la *competencia perfecta* y la *competencia imperfecta*. La *competencia perfecta* es aquella donde el número de oferentes y demandantes de un determinado producto es tan grande que las acciones de un solo individuo no afectan el precio de la misma (Salvatore, 2008); no existen barreras a la entrada de nuevos comerciantes del mismo producto y de esta manera ningún oferente o demandante tiene el control sobre el

mercado, mucho menos sobre el precio al cual se negocia el producto; en este tipo de economía, tanto los productores y los consumidores son tomadores de precios, al aceptar y negociar con los precios que se presentan en el mercado (McConnell y Stanley, 1997); los productos de todas las empresas presentes en el mercado son homogéneos; y los consumidores, los propietarios de los recursos y las empresas tienen conocimiento perfecto de los precios y costos actuales y futuros. En la Gráfica 3.6 se observa cómo ve un empresario su curva de demanda en un mercado perfectamente competitivo.

Gráfica 3.6. Demanda para una empresa que actúa en competencia perfecta



Fuente: García *et al*, 2003

En el caso del mercado de sorgo, se cumplen todos los supuestos de la competencia perfecta, con excepción del conocimiento perfecto de que conocen los precios presentes y futuros.

El *monopolio* se da cuando existe una sola persona o empresa que produce un bien o servicio determinado. Este bien o servicio no cuenta con productos sustitutos cercanos, por lo tanto no puede reemplazarse por ningún otro producto o servicio y es la única alternativa que el consumidor puede comprar.

La clave está en que se presenta una diferenciación del producto, es decir, dependiendo del productor puede tener variaciones que le permitan ser diferentes a los demás productos similares fabricados por otras empresas. En este caso, la competencia no se da por precios, sino por otros factores como la calidad del bien, el servicio, la publicidad, la presentación o empaque, la ubicación, entre otros.

3.5 Modelo de rezagos distribuidos y autoregresivo de Nerlove

En el análisis de regresión con datos de series de tiempo, cuando el modelo de regresión incluye no sólo valores actuales sino además valores rezagados (pasados) de las variables explicativas (las X), se denominan **modelo de rezagos distribuidos**. Si el modelo incluye uno o más valores rezagados de la variable dependiente entre sus variables explicativas, se denomina **modelo autoregresivo**. Así,

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + u_t \quad (1)$$

Representa un modelo de rezagos distribuidos, mientras que

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + \gamma Y_{t-1} + u_t \quad (2)$$

Es un ejemplo de modelo autoregresivo o dinámico ya que señala la trayectoria en el tiempo de la variable dependiente en relación con su(s) valor(es) pasado(s), y

$$Y_t = \lambda + \lambda_1 X_t + \lambda_2 X_{t-1} + \lambda_3 Y_{t-1} + \epsilon_t \quad (3)$$

Es un modelo autoregresivo y de rezagos distribuidos (García *et al*, 2002)

Los modelos autoregresivos son muy comunes en el análisis económico y en esta investigación se aplicará en la estimación de la oferta de sorgo en México.

Nerlove postula que la producción observada en el año t (Q_t) depende linealmente del “precio esperado” en t (P_t^*) y de un término de error (ϵ_t), tal que:

$$Q_t = \beta_0 + \beta_1 P_t^* + \epsilon_t \quad (4)$$

Donde:

Q_t = Oferta observada

P_t^* = Precio esperado por los productores

ε_t = Término de error

Como (4) no es estimable, ya que P_t^* no es observable. Para llegar a la ecuación observable econométricamente, Nerlove desarrolló un modelo de formación de expectativas adaptativas de precios o de aprendizaje por error. Postula que los productores corrigen el precio que esperan predomine cada año en proporción al error que cometieron al estimar el precio del año anterior, matemáticamente la hipótesis de Nerlove se expresa de la siguiente manera:

$$P_t^* - P_{t-1}^* = \gamma(P_{t-1} - P_{t-1}^*) \quad (5)$$

Donde

γ = es conocido como el coeficiente de expectativas, e indica la medida en que cada productor considera el error cometido el año anterior. El coeficiente γ varía entre $0 \leq \gamma \leq 1$. La hipótesis 5 es conocida como hipótesis de expectativas adaptativas, progresivas o de aprendizaje por error.

La ecuación (5) expresa que la diferencia entre el precio esperado en t, y el esperado en t-1, es decir la corrección de la expectativa de precios, es una cierta proporción γ de la diferencia entre el precio realmente recibido por el agricultor en t-1: (P_{t-1}^*) y el que ellos esperaban en t-1: (P_{t-1}). Si el coeficiente de expectativas es igual a cero ($\gamma = 0$), estaría indicando que el precio esperado en t es igual precio esperado en t-1, es decir que los productores no corrigen sus expectativas del año anterior. Por otra parte si ($\gamma = 1$), entonces $P_t^* = P_{t-1}^*$, o lo que es lo mismo, los productores siempre esperan que el precio que prevalecerá en t, sea el mismo que ocurrió en t-1. En el primer caso ($\gamma = 0$), todos los precios pasados del producto entran en la formulación de expectativas de precios de los productores, ya que si $P_t^* = P_{t-1}^*$, $P_{t-1}^* = P_{t-2}^*$, etc. En el segundo caso ($\gamma = 1$), sólo el precio del año anterior es considerado. Esto puede verse en forma más clara, despejando P_t^* en la ecuación (5).

$$P_t^* = \gamma P_{t-1} + (1 - \gamma)P_{t-1}^* \quad (6)$$

Rezagando (6) un año se tiene que:

$$P_{t-1}^* = \gamma P_{t-2} + (1 - \gamma)P_{t-2}^* \quad (7)$$

Sustituyendo (7) en (6) se obtiene:

$$P_t^* = \gamma P_{t-1} + (1 - \gamma)\gamma P_{t-2} + (1 - \gamma)^2 P_{t-2}^* \quad (8)$$

Pero:

$$P_{t-2}^* = \gamma P_{t-3} + (1 - \gamma)P_{t-3} \quad (9)$$

Luego sustituyendo (9) en (8) se obtiene:

$$P_t^* = \gamma P_{t-1} + (1 - \gamma)\gamma P_{t-2} + (1 - \gamma)^2 \gamma P_{t-3} + (1 - \gamma)^3 P_{t-3}^* \quad (10)$$

De la ecuación (10), se desprende que si $\gamma = 1$, todos los términos multiplicados por $(1 - \gamma)$ se hacen cero, y por lo tanto $P_t^* = P_{t-1}$, por otro lado si $\gamma = 0$, el único término que no desaparece es el último, quedando $P_t^* = P_{t-1}^*$

Para obtener una ecuación de oferta estimable económicamente del modelo nerloviano, se rezaga la ecuación (4) un año y se obtiene:

$$Q_{t-1} = \beta_0 + \beta_1 P_{t-1}^* + \varepsilon_{t-1} \quad (11)$$

Despejando P_{t-1}^* entonces

$$P_{t-1}^* = \frac{Q_{t-1} - \beta_0 - \varepsilon_{t-1}}{\beta_1} \quad (12)$$

Sustituyendo (12) en (6) se tiene que:

$$P_t^* = \gamma(P_{t-1}) + (1 - \gamma) \frac{Q_{t-1} - \beta_0 - \varepsilon_{t-1}}{\beta_1} \quad (13)$$

Reemplazando (13) en (1) se tiene:

$$Q_t = \beta_0 + \beta_1(\gamma P_{t-1} + (1 - \gamma) \frac{Q_{t-1} - \beta_0 - \varepsilon_{t-1}}{\beta_1}) + \varepsilon_t \quad (14)$$

Luego:

$$Q_t = \beta_0 \gamma + \beta_1 \gamma P_{t-1} + (1 - \gamma)Q_{t-1} + (\varepsilon_t - (1 - \gamma)\varepsilon_{t-1}) \quad (15)$$

La ecuación (15) expresa la producción del año actual en función del precio realmente obtenido por el agricultor en el año anterior y de la producción del año anterior, más un término de error.

En esta ecuación todas las variables son observables, por lo tanto puede ser estimada econométricamente. Al estimar la ecuación (16) se tiene (García *et al*, 2002):

$$Q_t = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 P_{t-1} + \hat{\alpha}_2 Q_{t-1} + \eta_t \quad (16)$$

Donde:

$$\hat{\alpha}_0 = \beta_0 \gamma \quad (17)$$

$$\hat{\alpha}_1 = \beta_1 \gamma \quad (18)$$

$$\hat{\alpha}_2 = (1 - \gamma) \quad (19)$$

De estas expresiones se concluye que:

$$\gamma = 1 - \hat{\alpha}_2 \quad (20)$$

$$\beta_0 = \frac{\hat{\alpha}_0}{\gamma} \quad (21)$$

$$\beta_1 = \frac{\hat{\alpha}_1}{\gamma} \quad (22)$$

La ecuación (16) es el modelo de corto plazo. Para obtener el modelo de largo plazo, basta con dividir por γ a todos los coeficientes de (16) y eliminar a Q_{t-1} . De esta manera se obtiene la ecuación de largo plazo:

$$Q_t = \frac{\hat{\alpha}_0}{\gamma} + \frac{\hat{\alpha}_1}{\gamma} P_{t-1} \quad (23)$$

Para el cálculo de la elasticidad-precio de corto plazo, se utiliza directamente el coeficiente estimador $\hat{\alpha}_1$. Para el cálculo de la elasticidad-precio de largo plazo, se utiliza $(\beta = \frac{\hat{\alpha}_1}{\gamma})$ o sea, se dividen las elasticidades de corto plazo entre el coeficiente de ajuste de las expectativas adaptativas (γ).

Nerlove considera también un segundo modelo, en el que supone existe una cantidad deseada óptima, de equilibrio, a largo plazo de producción. Supone que el nivel de producción deseado es una función del precio observado P_{t-1} y de un término de error.

$$Q_t^* = \beta_0 + \beta_1 P_{t-1} + \varepsilon_t \quad (24)$$

Igualmente supone que los agricultores ajustan su producción actual t con respecto a $t-1$ en una

$$Q_t - Q_{t-1} = \gamma(Q_t^* - Q_{t-1}) \quad (25)$$

Donde $0 < \gamma \leq 1$ = coeficiente de ajuste, $(Q_t - Q_{t-1})$ = cambio real, y $(Q_t^* - Q_{t-1})$ = cambio deseado.

Para el periodo considerado, si $\gamma = 1$, la producción actual es igual a la producción deseada, es decir, la producción actual se ajusta a la producción deseada en forma instantánea, si $\gamma = 0$, la producción actual es igual a la producción del periodo anterior. Se espera que γ caiga entre estos dos extremos, ya que el ajuste hacia la producción deseada es parcial, debido a la rigidez en los factores.

La ecuación (25) puede escribirse como:

$$Q_t = \gamma Q_t^* + (1 - \gamma)Q_{t-1} \quad (26)$$

Reemplazando (24) en (26) se tiene que:

$$Q_t = \gamma\beta_0 + \gamma\beta_1 P_{t-1} + (1 - \gamma)Q_{t-1} + \gamma\varepsilon \quad (27)$$

Esta ecuación (24) es igual a la ecuación (15) excepto por el término de error; expresan casi lo mismo, y el cálculo de las elasticidades de corto y largo plazo es similar.

El modelo de Nerlove puede extenderse, incluyendo otros precios de productos y factores rezagados o no, y otro tipo de variables de tipo institucional, de clima, etcétera.

Conociendo el valor del coeficiente de las expectativas, a partir de la ecuación (10) se puede determinar la ponderación del precio esperado que formulan los productores, estas ponderaciones acumuladas hasta 100% permiten conocer el periodo de ajuste.

Nerlove, mediante este modelo, racionalizó el modelo dinámico de Koyck. Para el caso de la demanda supóngase que la función de largo plazo en forma estructural fuera:

$$C_t^* = \beta_0 + \beta_1 X_t - \beta_2 P_t + U_t \quad (28)$$

Donde:

C_t^* = Demanda permanente o de largo plazo, en equilibrio o deseada

X_t = Ingreso actual u observado

P_t = Precio al consumidor actual u observado

U_t = Error

Puesto que C_t^* no es observable directamente, es preciso acudir a la hipótesis del modelo de ajuste parcial de Nerlove (Gujarati, 2010).

$$C_t - C_{t-1} = \delta(C_t^* - C_{t-1}) \quad (29)$$

Donde δ , tal que $0 < \delta \leq 1$, es conocido como el coeficiente de ajuste, y donde $C_t - C_{t-1} =$ cambio real u observado en la demanda y $C_t^* - C_{t-1} =$ cambio deseado en la demanda.

La ecuación (29) postula que el cambio observado en la demanda en cualquier momento del tiempo t es alguna fracción δ del cambio deseado durante ese periodo. Si $\delta = 1$, significa que la demanda actual es igual a la deseada, o dicho de otra manera, que esta se ajusta instantáneamente en el mismo periodo a la demanda deseada ($C_t = C_t^*$). Sin embargo, si $\delta = 0$, indica que nada cambia puesto que la demanda actúa en el tiempo t (C_t) es igual que la observada en el año anterior ($C_t - C_{t-1}$). Típicamente se espera que δ se encuentre entre 0 y 1, puesto que es probable que el ajuste de la demanda deseada sea incompleto debido a cuestiones psicológicas (inercia) y al conocimiento incompleto, etc.; de aquí el nombre del modelo de ajuste parcial. El mecanismo de ajuste (29) puede ser escrito como:

$$C_t = \delta C_t^* + (1-\delta)C_{t-1} \quad (30)$$

Lo cual muestra que la demanda observada en t es un promedio ponderado por δ de la demanda deseada en t (C_t^*) y por $(1-\delta)$ de la demanda observada en el periodo anterior (C_{t-1}), donde δ y $(1-\delta)$ son los ponderadores. Ahora, la sustitución de (28) en (30) origina el modelo reducido de corto plazo;

$$C_t = \delta \beta_0 + \delta \beta_1 X_t - \delta \beta_2 P_t + (1-\delta)C_{t-1} + \delta U_t \quad (31)$$

El modelo econométrico a estimar sería:

$$C_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_t - \alpha_2 P_t + \alpha_3 C_{t-1} + V_t \quad (32)$$

Donde:

$$\alpha_0 = \delta \beta_0$$

$$\alpha_1 = \delta \beta_1$$

$$\alpha_2 = \delta \beta_2$$

$$\alpha_3 = (1-\delta), \text{ luego: } \delta = 1 - \alpha_3$$

$(1-\delta)C_{t-1}$ es cierto retraso o inercia del consumo o inercia del gasto.

En este modelo (31) se denomina modelo de ajuste parcial. Como (28) representa la demanda de largo plazo o de equilibrio, (31) puede denominarse la función de demanda de un producto en el corto plazo, puesto que en éste, la demanda puede no ser igual al nivel de la de largo plazo. Una vez estimada la función de demanda de corto plazo (32) y obtenida la estimación del coeficiente de ajuste δ (del coeficiente de C_{t-1}) se deriva fácilmente la función de largo plazo al dividir a $\delta \beta_0$, $\delta \beta_1$, y $\delta \beta_2$ entre δ ; al omitir el término rezagado de C_{t-1} , entonces el modelo de largo plazo queda como:

$$C_t = \left(\frac{\delta \beta_0}{\delta} \right) + \left(\frac{\delta \beta_1}{\delta} \right) X_t - \left(\frac{\delta \beta_2}{\delta} \right) P_t + \frac{\delta U_t}{\delta} \quad (33)$$

Es decir:

$$C_t = \beta_0 + \beta_1 X_t - \beta_2 P_t + U_t \quad (34)$$

Estimación de las elasticidades precio e ingreso de corto y de largo plazo

Del modelo (32) se utiliza el coeficiente $(1-\delta)(C_{t-1})$, que es igual a α_3 , y se obtiene $\delta = 1 - \alpha_3$.

Las elasticidades precio e ingreso de corto plazo serían, respectivamente:

$$E_{p\text{cp}} = -\alpha_2 \left(\frac{P}{C} \right) \quad (35)$$

$$E_{x\text{cp}} = \alpha_1 \left(\frac{X}{C} \right) \quad (36)$$

Las elasticidades precio e ingreso de largo plazo serían:

$$E_{p\text{lp}} = \left[\frac{-\alpha_2 \left(\frac{P}{C} \right)}{\delta} \right] \text{ o } \frac{E_{p\text{cp}}}{\delta} \quad (37)$$

$$E_{x\text{lp}} = \left[\frac{\alpha_1 \left(\frac{X}{C} \right)}{\delta} \right] \text{ o } \frac{E_{x\text{cp}}}{\delta} \quad (38)$$

Los posibles resultados son los siguientes:

- a) Si $\delta \cong 1$ esto implica que el consumo corriente es igual al consumo deseado ($C_t = C_t^*$), porque $C_t = 1C_t^* - 1C_{t-1} + 1C_{t-1}$, es decir, que el consumo actual se ajusta al consumo deseado de manera instantánea (en el mismo periodo); también que $E_{p\text{cp}} = E_{p\text{lp}}$;

- b) Si $\delta \cong 0$ esto implica que nada cambia, puesto que el consumo actual en el tiempo t es igual al observado en el periodo anterior ($C_t = C_{t-1}$), es decir, el ajuste es muy lento, se está muy lejos del C_t^* . Por eso se espera que δ caiga entre esos dos extremos, porque es probable que el ajuste hacia el consumo deseado sea incompleto por la rigidez y la inercia, entre otros factores, y
- c) Si $\delta > 1$ esto implica que $E_{p_{cp}} > E_{p_{lp}}$, es decir, que los participantes de mercado están sobresaliendo a los cambios en los precios; el mercado es muy inestable, no controlado. La sociedad sobre reacciona por el rumor o por la hiperinflación.

4. FORMULACIÓN DEL MODELO

4.1 Modelo empírico

En este apartado se representan las ecuaciones que integran el modelo empírico propuesto, los signos esperados y la clasificación de las variables utilizadas en la estimación del modelo; el cual consiste en un sistema de seis relaciones funcionales y una identidad que en conjunto reflejan el funcionamiento del mercado de sorgo en México. Las variables que se consideran para el estudio se explican en las relaciones funcionales.

4.1.1 Relación funcional de la cantidad producida de sorgo en riego

De acuerdo con el marco teórico la relación funcional de la cantidad producida en toneladas de sorgo en riego (QPSRI) en el año t , se define como una función del precio medio rural real en toneladas de sorgo en riego en el año t (PMERSR), precio medio rural real en toneladas de sorgo en riego el año $t-1$ (PMERSRL), del precio medio rural real en toneladas de maíz en riego en el año $t-1$ (PMERMRL), la disponibilidad de agua para riego en millones de metros cúbicos en el año t (DAR), el precio de los plaguicidas en el año $t-1$ en pesos por tonelada (PPLAGRL), el salario mínimo general real en el año $t-1$ en pesos por jornal (SMGRL) y, del precio del fertilizante en el año $t-1$ en pesos por tonelada (PFERL).

De acuerdo con el planteamiento anterior, la relación funcional de la cantidad producida de sorgo en riego queda expresada de la siguiente manera:

$$QPSRI_t = f_1(PMERSRIR, PMERSRIRL, PMERMIRL, DAR, PPLAGRL, SMGRL, PFERL).$$

De acuerdo con la teoría económica, se espera una relación directa entre la cantidad producida de sorgo en riego y su precio medio rural real en riego. Por otra parte, dado que se establece una competencia fuerte entre maíz y sorgo, es claro que se espera una relación inversa entre la cantidad producida de sorgo en riego y el precio medio rural real del maíz producido en riego. Dado que los precios del fertilizante de los plaguicidas y del salario real constituyen costos de producción, se espera una relación inversa entre la cantidad producida de sorgo en riego y de los precios del fertilizante y de los plaguicidas así como del salario real. Finalmente, se espera

una relación positiva entre la cantidad producida de sorgo en riego y la disponibilidad de agua para riego, esto es, a mayor cantidad de agua corresponde mayor producción.

4.1.2 Relación funcional de la cantidad producida de sorgo en temporal

La relación funcional de la cantidad producida de sorgo en temporal (QPSTE) en toneladas en el año t , se define como una función del precio medio rural real de sorgo en temporal (PMERSR) el año t , del precio medio rural real de sorgo en temporal (PMERSRL) en pesos por tonelada el año $t-1$, del precio medio rural real de maíz (PMERMRL) en pesos por tonelada en el año $t-1$, del precio real del fertilizante (PFERR) en pesos por tonelada en el año t , la precipitación pluvial anual (PPA) en milímetros por año y del precio real de los plaguicidas (PPLAGR) en pesos por tonelada el año t .

De acuerdo con el planteamiento anterior, la relación funcional de la cantidad producida de sorgo en temporal queda expresada de la siguiente manera:

$$QPSTE_t = f_2(PMERSTER, PMERSTERL, PMERMTERL, PFERR, PPA, PPLAGR).$$

De acuerdo con la teoría económica, se espera una relación directa entre la cantidad producida de sorgo y el precio medio rural del sorgo en temporal. Por otra parte, dado que se establece una competencia fuerte entre maíz y sorgo, es claro que se espera una relación inversa entre la cantidad producida de sorgo en temporal y el precio medio rural del maíz producido en temporal. Dado que los precios de la urea y los plaguicidas constituyen costos en la producción, se espera una relación inversa entre la cantidad producida de sorgo, el precio del fertilizante y los plaguicidas. Se espera una relación positiva entre la cantidad producida de sorgo en temporal y la precipitación pluvial anual, esto es, a mayor precipitación obtenida mayor producción.

4.1.3 Relación funcional del precio medio rural de sorgo en riego

El precio medio rural real del sorgo en riego (PMERSRIR) en pesos por tonelada en el año t , se define como una función del precio real al mayoreo del sorgo (PMSR) en pesos por

tonelada en el año t y el precio medio rural real del sorgo en el año $t-1$ (PMERSRIRL). Se espera una relación directa entre el precio medio rural real de sorgo en riego y el precio real al mayoreo del sorgo, así como con el precio medio rural real del sorgo en riego en el año $t-1$. Por lo tanto la relación funcional será la siguiente:

$$PMERSRIR_t = f_3(PMSR, PMERSRIRL).$$

4.1.4 Relación funcional del precio medio rural de sorgo en temporal

El precio medio rural real del sorgo en temporal en pesos por tonelada (PMERSTER) en el año t , se define como una función del precio real al mayoreo del sorgo (PMSR) en el año t y el precio medio rural real del sorgo en temporal en el año $t-1$ (PMERSTERL). Se espera una relación directa entre el precio medio rural real de sorgo en temporal y el precio al mayoreo real del sorgo, así como con el precio medio rural real del sorgo en temporal en el año $t-1$. Por lo tanto, basado en lo anterior se establece la siguiente relación funcional:

$$PMERSTER_t = f_4(PMSR, PMERSTERL).$$

4.1.5 Relación funcional del precio al mayoreo de sorgo

El precio real al mayoreo del sorgo en pesos por tonelada (PMSR) en el año t , se define como una función del precio real internacional del sorgo en pesos por tonelada (PIMS) en el año t , el costo de transporte real en pesos por m^3 (CTRANSPOR) en el año t y el precio real al mayoreo del sorgo en pesos por tonelada (PMSRL) en el año $t-1$. Se espera una relación directa entre el precio real al mayoreo de sorgo y el precio real internacional del sorgo, así como con el costo real de transporte y el precio real al mayoreo de sorgo en el año $t-1$. Por lo cual, se establece la siguiente relación funcional:

$$PMSR_t = f_5(PIMS, CTRANSPOR, PMSRL).$$

4.1.6 Relación funcional de la cantidad demanda de sorgo

La cantidad demandada de sorgo en toneladas (QDS) en el año t , se define como una función dependiente del precio real al mayoreo del sorgo en toneladas (PMSR) en el año t , el precio real al mayoreo del maíz en toneladas (PMMR) en el año t como sustituto de sorgo, del precio

real al mayoreo de la pasta de soya en toneladas (PMPSR) en el año t que funciona como complemento, y la cantidad producida de alimento balanceado en miles de toneladas (QPAB) en el año t.

Para la estimación de la demanda de sorgo, se usó como variable aproximada el consumo nacional aparente de sorgo, constituido por la producción nacional, más la importación menos la exportación de sorgo. No se incluyó el cambio de existencias de almacenamiento. La relación funcional es la siguiente:

$$QDS_t = f_6(PMSR, PMMR, PMPSR, QPAB).$$

De acuerdo con la teoría económica, se espera una relación inversa entre la cantidad demandada de sorgo y los precios al mayoreo del sorgo y de la pasta de soya, se esperan relaciones positivas entre la cantidad demandada de sorgo y el precio al mayoreo de maíz, la cantidad producida de alimento balanceado.

4.1.7 Identidad de cantidad producida total de sorgo

La cantidad producida de sorgo total (QPT) es la suma de la cantidad producida de sorgo en riego (QPSRI) más la cantidad producida de sorgo en temporal (QPSTE).

$$QPT = QPSRI + QPSTE.$$

4.1.8 Identidad del saldo de comercio exterior de sorgo

El saldo de comercio exterior (SCS) representa la condición de cierre del modelo, de donde se establece el equilibrio del mercado. La identidad de saldo de comercio exterior de sorgo para el año t (SCS), está definida como la cantidad demandada de sorgo en toneladas (QDS) menos la cantidad producida de sorgo en toneladas (QPST); tal expresión es equivalente a las importaciones de sorgo en toneladas (IMPS) en el año t, menos las exportaciones de sorgo en toneladas (EXPS) en el año t.

Por lo tanto, la identidad de cierre del modelo queda expresada así:

$$SCS_t = QDS_t - QPST_t = EXPS_t - IMPS_t .$$

Si el saldo de comercio exterior resulta positivo implica que la producción nacional de sorgo fue menor que el consumo, por lo que se tiene que cubrir la demanda con importaciones. Si el saldo es negativo, implica que la producción nacional de sorgo tuvo la capacidad de cubrir la demanda interna e, incluso, pudo exportar.

En el modelo econométrico la clasificación de las variables es la siguiente:

1. VARIABLES ENDÓGENAS O DEPENDIENTES

Todas las variables a la izquierda del signo de igualdad de las relaciones funcionales se conocen con el nombre de variables endógenas o dependientes. Los valores que tomen son determinados por la relación de las condiciones que correspondan al modelo.

Las variables endógenas son cantidad producida de sorgo en riego en toneladas (QPSRI), en temporal (QPSTE), la cantidad producida total (QPST), la cantidad demanda de sorgo (QDS) y el saldo de comercio (SCS), todas expresadas en toneladas. Así como los precios medios rurales reales del sorgo en riego (PMERSRIR), del sorgo en temporal (PMERSTER) y del precio al mayoreo del sorgo (PMSR), todas las expresiones en pesos por tonelada.

2. VARIABLES PREDETERMINADAS:

Las variables predeterminadas son los precios medios rurales reales del sorgo en temporal (PMERSTERL) en el año t-1, del sorgo en riego (PMERSRIRL) en el año t-1, del maíz en riego (PMERMIRL) en el año t-1, del maíz en temporal (PMERMTERL), del maíz en temporal (PMERMTERL), del precio real al mayoreo del maíz (PMMR) y del precio real al mayoreo de la pasta de soya (PMPSR), todas expresadas en pesos por tonelada.

La disponibilidad de agua para riego (DAR) en millones de metros cúbicos y la precipitación pluvial anual (PPA) en milímetros anuales.

3. ALEATORIAS: ε_{2t} Término de error.

Los principales supuestos (Rojas, 2005), a considerarse dentro del modelo econométrico son:

- a) La relación entre las variables endógenas y las predeterminadas es de tipo lineal;
- b) Se le agrega el respectivo error estocástico o error aleatorio (ε_t);
- c) Las variables endógenas son estocásticas al tener influencia aleatoria;
- d) Las variables exógenas están determinadas de manera independiente, tienen valores fijos y no son estocásticos, no existe relación con los errores;
- e) Al establecerse el saldo de comercio exterior de sorgo (SCS), como una ecuación de identidad significa que no tiene perturbaciones estocásticas, y
- f) Los errores aleatorios son de tipo aditivo, su distribución es normal con media cero y varianza finita y no están correlacionadas temporalmente.

4.2 Modelo teórico

Tomando en cuenta los anteriores supuestos, se agrega a las relaciones funcionales del modelo (1980-2013) los coeficientes (α) y los términos de error aleatorios (μ), quedando de la siguiente forma:

$$QPSRI_t = \alpha_{10} + \alpha_{11}PMERSRIR_t + \alpha_{12}PMERSRIRL_{t-1} + \alpha_{13}PMERMIRL_{t-1} + \alpha_{14}DAR_t + \alpha_{15}PPLAGRL_{t-1} + \alpha_{16}SMGRL_{t-1} + \alpha_{17}PFERRL_{t-1} + \varepsilon_{1t} \quad (4.1)$$

$$QPSTE_t = \alpha_{20} + \alpha_{21}PMERSTER_t + \alpha_{22}PMERSTERL_{t-1} + \alpha_{23}PMERMTERL_{t-1} + \alpha_{24}PFERR_t + \alpha_{25}PPA_t + \alpha_{26}PPLAGR_t + \varepsilon_{2t} \quad (4.2)$$

$$PMERSRIR_t = \alpha_{30} + \alpha_{31}PMSR_t + \alpha_{32}PMERSRIRL_{t-1} + \varepsilon_{3t} \quad (4.3)$$

$$PMERSTER_t = \alpha_{40} + \alpha_{41}PMSR_t + \alpha_{42}PMERSTERL_{t-1} + \varepsilon_{4t} \quad (4.4)$$

$$PMSR_t = \alpha_{50} + \alpha_{51}PIMSR_t + \alpha_{52}CTRANSPOR_t + \alpha_{53}PMSRL_{t-1} + \varepsilon_{5t} \quad (4.5)$$

$$QDS_t = \alpha_{60} + \alpha_{61}PMSR_t + \alpha_{62}PMPSR_t + \alpha_{63}PMMR_t + \alpha_{64}QPAB_t + \varepsilon_{6t} \quad (4.6)$$

$$QPST_t = QPSRI_t + QPSTE_t \quad (4.7)$$

$$SCS_t = QDS_t - QPST_t \quad (4.8)$$

El modelo se puede expresar en forma matricial condensada de la siguiente manera:

$$\Gamma Y_t + B X_t = E_t$$

Donde:

Γ = Matriz de parámetros estructurales asociados a las variables endógenas.

Y_t = Vector de variables endógenas del modelo.

B = Matriz de parámetros estructurales asociados a las variables predeterminadas.

X_t = Vector de variables predeterminadas, más la ordenada al origen.

E_t = Vector de los términos de error aleatorios.

Los vectores Y_t y E_t son de orden $M \times 1$, donde M es el número de variables endógenas del modelo. Por su parte, Γ es una matriz cuadrada de orden $M \times M$. A su vez, B es una matriz de orden $K + 1 \times M$, donde K es el número de variables exógenas y endógenas retrasadas del modelo más la ordenada al origen; en general, K puede ser o no ser igual a M . Para que el sistema esté completo, debe existir la inversa de Γ , esto es Γ debe ser una matriz no singular de orden M , para derivar el modelo reducido del sistema de la siguiente manera:

$$Y_t = \Pi X_t + V_t$$

Donde:

$\Pi = -\Gamma^{-1}B$ es la matriz de los parámetros de la forma reducida.

$V_t = -\Gamma^{-1}E_t$ es la matriz de perturbaciones de la forma reducida.

Los elementos de cada uno de los vectores y de las matrices son los siguientes:

$$\Gamma = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -a_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -a_{21} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -a_{31} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -a_{41} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -a_{51} & 1 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix}$$

8 x 8

$$X_t = \begin{pmatrix} 1 \\ \text{PMERSRIRL} \\ \text{PMERMIRL} \\ \text{DAR} \\ \text{PPLAGR} \\ \text{SMGR} \\ \text{PFERR} \\ \text{PMERSTERL} \\ \text{PMERMTERL} \\ \text{PFERR} \\ \text{PPA} \\ \text{PPLAGR} \\ \text{PIMSR} \\ \text{CTRANSPOR} \\ \text{PMSRL} \\ \text{PMPSR} \\ \text{PMMR} \\ \text{QPAB} \end{pmatrix} \quad 18 \times 1$$

$$Y_t = \begin{pmatrix} \text{QPSR}_t \\ \text{QPSTE}_t \\ \text{PMERSRIR}_t \\ \text{PMERSTER}_t \\ \text{PMSR}_t \\ \text{QDS}_t \\ \text{QPST}_t \\ \text{SCS}_t \end{pmatrix} \quad 8 \times 1$$

$$\varepsilon_t = \begin{pmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \varepsilon_{3t} \\ \varepsilon_{4t} \\ \varepsilon_{5t} \\ \varepsilon_{6t} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad 8 \times 1$$

$$B = \begin{pmatrix} -a_{10} & -a_{12} & -a_{13} & -a_{14} & -a_{15} & -a_{16} & -a_{17} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -a_{20} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -a_{22} & -a_{23} & -a_{24} & -a_{25} & -a_{26} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -a_{30} & -a_{32} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -a_{40} & 0 & 0 & 0 & -a_{41} & 0 & 0 & -a_{41} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -a_{50} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -a_{51} & -a_{52} & a_{53} & 0 & 0 & 0 \\ -a_{60} & 0 & 0 & 0 & -a_{61} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -a_{62} & -a_{63} & -a_{64} \end{pmatrix} \quad 18 \times 1$$

5. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Si se parte del supuesto de que el modelo propuesto en el capítulo anterior es una buena aproximación empírica del fenómeno económico en estudio, con base en esto, se procedió ahora a analizar los resultados obtenidos, con el fin de corroborar las hipótesis de trabajo planteadas. Tales resultados se juzgan de acuerdo con su validez estadística y conforme a su congruencia con el marco de la teoría económica (García, *et al*, 2002).

El análisis estadístico se basa, tanto en el coeficiente de determinación (R^2), como en la t asintótica o “razón de t ”. El valor de R^2 , que fluctúa entre cero y uno muestra la bondad de ajuste de las ecuaciones de regresión, se logra un buen ajuste cuando el valor de R^2 se aproxima a la unidad (Gujarati, 2010). Por otra parte, la t asintótica constituye el principal estadístico para probar la significancia de cada parámetro en lo individual. Para que un parámetro sea aceptado se requiere que la razón de t sea mayor o igual a uno, lo cual implica que el coeficiente estimado sea mayor a su error estándar.

Otro criterio estadístico que se utiliza para observar la significancia de las variables introducidas en una ecuación de regresión es la prueba de F . Esta prueba plantea una hipótesis nula (H_0), en la cual se considera que todos los coeficientes obtenidos (a excepción del intercepto al origen) en una ecuación de regresión son cero, contrario a la hipótesis alternativa (H_a), en la que al menos un coeficiente de esa ecuación sea diferente de cero. Un criterio alternativo a la realización de la prueba de F es la probabilidad de encontrar un F mayor a la F calculada ($PROB > F$), la cual se obtiene en cada ecuación de regresión; si esta probabilidad se acerca a cero la hipótesis nula se rechaza a favor de la hipótesis alternativa.

La evaluación económica de los resultados se lleva a cabo tomando en cuenta, tanto los signos, como la magnitud de los parámetros estimados. En el primer caso, los signos deben concordar con los esperados por la teoría económica para cada relación funcional, de acuerdo con lo establecido en el capítulo anterior. En el segundo caso, el análisis de la magnitud de los parámetros se complementa con el cálculo de los coeficientes de elasticidad, cuyo orden de magnitud también debe estar acorde con lo indicado por la teoría económica.

5.1 Análisis estadístico de los resultados

La magnitud y el signo obtenido para cada parámetro permiten determinar el efecto que cada una de las variables predeterminadas tienen sobre las variables endógenas. Estos efectos se muestran en el Cuadro 5.1 que resumen los resultados de los parámetros de la forma estructural. En dicho cuadro se observa que las seis ecuaciones estimadas muestran un ajuste estadístico aceptable en términos del coeficiente de determinación (R^2), debido a que éste varió de 0.51 a 0.84. Con ello se puede afirmar que la mayor parte de las variaciones de las variables endógenas se encuentran explicadas por las relaciones establecidas en el capítulo anterior.

Las pruebas individuales de cada parámetro, de acuerdo con la t asintótica, la mayor parte de las variables explicativas resultaron significativas o sea diferentes de cero. A excepción del precio del fertilizante (PFERRL), precio medio rural del maíz (PMERMRL) y el precio real de sorgo (PMERSR), en la ecuación de cantidad producida de sorgo en riego; la precipitación pluvial anual (PPA) y el precio medio rural del sorgo real (PMERSR) en la ecuación de cantidad producida de sorgo en temporal; cuyos valores de t son: -0.45, -0.9, 0.83 y 0.61 y 0.74, respectivamente, esto es, los parámetros no fueron significativamente diferentes de cero, pero tienen los signos esperados conforme a la teoría económica.

Cuadro 5.1. Coeficientes estimados de la forma estructural, 1980-2013

Variables dependientes	Variables explicativas o independientes							Intercepto	R²	F	Pr > F
QPSRI	PMERSRIR	PMERSRIRL	PMERMIRL	DAR	PPLAGRL	SMGRL	PFERRL				
Coef. Regresión	198.2791	330.3824	-207.768	57.53307	-80.1589	-6720.17	-11.0452	1961714	0.58	5.02	0.0012
Error estándar	-237.8977	321.6823	231.3533	27.51515	38.54138	4052.248	24.31453	857415.4			
Razón t	0.83	1.03	-0.9	2.09	-2.08	-1.66	-0.45	2.29			
QPSTE	PMERSTER	PMERSTERL	PMERMTERL	PFERR	PPA	PPLAGR					
Coef. Regresión	147.5066	931.2138	-5.31853	-30.8831	723.411	-83.503		3713195	0.51	4.57	0.0027
Error estándar	199.7457	257.1027	2.14233	30.686	1195.697	35.253		1014301			
Razón t	0.74	3.62	-2.48	-1.01	0.61	-2.37		3.66			
PMERSRIR	PMSR	PMERSRIRL									
Coef. Regresión	0.19762	0.489166						523.294	0.75	44.1	< .0001
Error estándar	0.06352	0.12686						246.255			
Razón t	3.11	3.86									
PMERSTER	PMSR	PMERSTERL									
Coef. Regresión	0.38604	0.3358						362.3294	0.84	77.8	< .0001
Error estándar	0.08304	0.12708						228.037			
Razón t	4.65	2.64						1.59			
PMSR	PIMSR	CTRANSPOR	PMSRL								
Coef. Regresión	0.441016	0.08032	0.7097					-614.269	0.77	32	< .0001
Error estándar	0.1758	0.07601	0.10229					719.663			
Razón t	2.51	1.06	6.94					-0.85			
QDS	PMSR	PMPSR	PMMR	QPAB							
Coef. Regresión	-495.527	-207.181	480.894	1310.62				7722300	0.58	9.86	< .0001
Error estándar	202.413	132.558	228.467	861.8				1810698			
Razón t	-2.45	-1.56	2.1	1.52				4.26			

Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo B.

Donde:

QPSRI= Cantidad producida de sorgo en riego en toneladas.

QPSTE= Cantidad producida de sorgo en temporal en toneladas.

QDS= Cantidad demandada de sorgo en toneladas.

PMERSRIRL= Precio medio rural real del sorgo en riego en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPA base 2010=100.

PMERSRIR= Precio medio rural real del sorgo en riego en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPA base 2010=100.

PMERMIRL= Precio medio rural real del maíz en riego en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPA base 2010=100.

PPLAGR= Precio de los plaguicidas real en pesos por tonelada, deflactado con el INPA base 2010=100.

PPLAGRL= Precio de los plaguicidas real en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPA base 2010=100.

SMGRL= Salario mínimo general real en pesos por jornal en el año t-1, deflactado con el IPIB base 2010=100.

PFERRL= Precio del fertilizante real en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el IPIB base 2010=100.

PMERSTERL= Precio medio rural real del sorgo en temporal en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPA base 2010=100.

PMERSTER= Precio medio rural real del sorgo en temporal en pesos por tonelada, deflactado con el INPA base 2010=100.

PMERMTERL= Precio medio rural real del maíz en temporal en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPA base 2010=100.

PFERR= Precio del fertilizante real en pesos por tonelada, deflactado con el IPIB base 2010=100.

PMERSRIR= Precio medio rural real de sorgo en riego en pesos por tonelada, deflactado con el INPA base 2010=100.

PMSR= Precio al mayoreo de sorgo real en pesos por tonelada, deflactado con el INPA base 2010=100.

PMERSRIRL= Precio medio rural real de sorgo en riego en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPA base 2010=100.

PMERSTER= Precio medio rural real de sorgo en temporal en pesos por tonelada, deflactado con el INPA base 2010=100.

PMERSTERL= Precio medio rural real de sorgo en temporal en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPA base 2010=100.

PIMSR= Precio de importación real sorgo en pesos por tonelada, deflactado con el IPIB base 2010=100.

CTRANSPOR= Costo de transporte real en pesos por tonelada, deflactado con el INPC base 2010=100.

PMSRL= Precio al mayoreo real de sorgo en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPC base 2010=100.

PMPSR= Precio al mayoreo real de la pasta de soya en pesos por tonelada, deflactado con el IPIB base 2010=100.

PMMR= Precio al mayoreo real de maíz en pesos por tonelada, deflactado con el INPA base 2010=100.

QPAB= Cantidad producida de alimento balanceado en toneladas.

DAR= Disponibilidad de agua para riego en millones de metros cúbicos.

PPA= Precipitación pluvial anual promedio en milímetros.

La interpretación del Cuadro 5.1 indica el cambio absoluto que experimenta la correspondiente variable endógena cuando es permitido un cambio unitario en cada variable predeterminada, mientras las otras permanecen constantes. Así por ejemplo, si el precio medio rural del sorgo en riego en el año t-1 (PMERSRIRL), aumenta en una unidad en términos reales, la cantidad producida de sorgo total (QPSRI) aumenta 330.38 toneladas.

5.2 Análisis económico de los resultados

El análisis económico de los resultados del modelo econométrico estimado se realiza tanto para la forma estructural (Cuadro 5.1) como para la forma reducida restringida del modelo (Cuadro 5.2). Este análisis consiste en determinar si los parámetros estimados para cada una

de las variables explicativas concuerda con lo esperado por la teoría económica (García *et al*, 2002).

Cuadro 5.2. Coeficientes estimados de la forma reducida, 1980-2013

Variables predeterminadas	Variables endógenas							
	QPST	QPSRI	QPSTE	PMERSRI R	PMERSTE R	PMSR	QDS	SCS
PPA	723.4111	0	723.4111	0	0	0		-723.411
PPLAGR	-83.503	0	-83.503	0	0	0		83.50301
PPLAGRL	-80.1589	-80.1589	0	0	0	0		80.15889
PFERRL	-11.0452	-11.0452	0	0	0	0		11.04521
DAR	57.53307	57.53307	0	0	0	0		-57.5331
PMERSRIRL	427.3737	427.3737	0	0.489166	0	-6.24E-18	3.09E-15	-427.374
PMERMIRL	-207.768	-207.768	-3.55E-16	0	-2.41E-18	0		207.7681
SMGRL	-6720.17	-6720.17	0	0	0	0		6720.168
PMERSTERL	980.7612	1.81E-15	980.7612	9.15E-18	0.335899	-3.66E-18	1.81E-15	-980.761
PMERMTERL	-5.31853	0	-5.31853	0	0	0		5.318534
PFERR	-30.8831	0	-30.8831	0	0	0		30.8831
PIMSR	42.39454	17.28106	25.11348	0.087155	0.170253	0.441016	-218.535	-260.93
CTRANSPOR	7.721248	3.147371	4.573877	0.015873	0.031008	0.080321	-39.8014	-47.5227
PMSRL	68.22723	27.8111	40.41613	0.140262	0.273995	0.709744	-351.697	-419.924
PMPSR	2.30E-14	2.56E-14	-2.64E-15	1.29E-16	-1.79E-17	-4.64E-17	-207.181	-207.181
PMMR	-5.34E-16	-5.95E-14	6.14E-15	-3.00E-16	4.16E-17	1.08E-16	480.8943	480.8943
QPAB	-1.45E-15	-1.62E-13	1.67E-14	-8.18E-16	1.13E-16	2.94E-16	1310.627	1310.627
INTERCEPTO	5773064	2041402	3731662	401.8999	125.1922	-614.269	8026687	2253623

Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo C

En el caso del modelo del mercado de sorgo en México, los signos esperados de las seis ecuaciones que conforman el sistema estructural (Cuadro 5.1), así como la forma reducida restringida (Cuadro 5.2) coinciden con lo esperado por la teoría económica, conforme a lo establecido en Capítulo 4. Además de los signos esperados lo más importante es medir la magnitud de los cambios que ocurren en las variables dependientes ante las variaciones, *ceteris paribus*, de sus variables explicativas, análisis que se lleva a cabo con base en los coeficientes de las elasticidades correspondientes a cada una de las ecuaciones del modelo. Las elasticidades se estiman tanto para el modelo en su forma estructural como reducida (García *et al*, 2002).

El análisis económico se realiza en la forma reducida del modelo, por ser ahí donde se aprecia el encadenamiento de los efectos de las variables predeterminadas sobre las endógenas, debido a la simultaneidad del sistema (García *et al*, 2002).

5.2.1 Oferta, demanda, elasticidades y transmisiones de precios en la forma estructural del modelo

Con los coeficientes de la forma estructural obtenidos de la estimación del modelo econométrico por mínimos cuadrados en dos etapas (Cuadro 5.1), se obtienen las curva de oferta y demanda precio estáticas, mediante la multiplicación de los respectivos coeficientes de todas las variables explicativas distintas al precio medio rural y al consumidor, por sus respectivos valores medio observados (Anexo E), y se suman en el intercepto de los modelos de oferta y demanda. (Gráficas 5.1, 5.3 y 5.5).

Oferta precio estática. Con el modelo de oferta estimado en la forma estructural se pudo obtener las ecuaciones de oferta precio de sorgo en riego y temporal (Cuadros 5.3, 5.4 y Anexo E). Las funciones estimadas son las siguientes:

Cuadro 5.3. Interceptos de la oferta de sorgo en riego, promedio 1980 - 2013

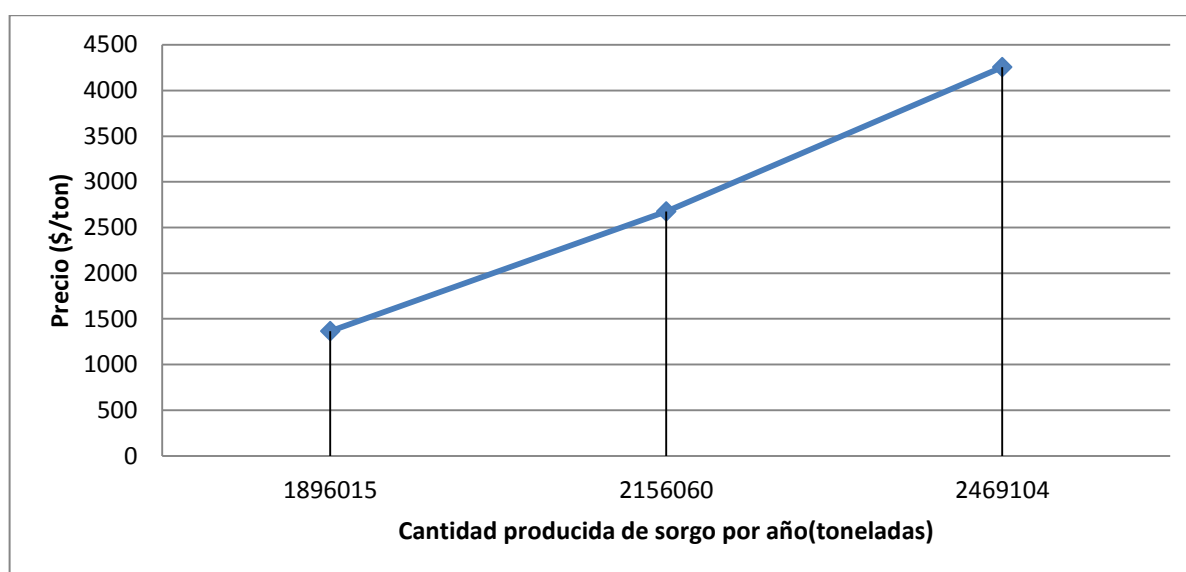
Coeficiente	Variable	Promedio	Producto	Nuevos interceptos
				2)
198.27	PMERSRIR	2667.39	528863.42	
330.38	PMERSRIRL	2675.84	884044.02	884044.02
-207.76	PMERMIRL	3598.15	-747551.64	-747551.64
57.53	DAR	27887.65	1604376.50	1604376.50
-80.15	PPLAGRL	17594.29	-1410182.34	-1410182.34
-6720.17	SMGRL	87.08	-585200.91	-585200.91
-11.04	PFERRL	7398.39	-81678.23	-81678.23
1961714	INTERCEPTO			1961714.00
	SUMA			1625521

Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo E.

Oferta de sorgo en riego: 1980-2013: $QPSRI = 1,625,521 + 198.27 PMERSRIR$

Para graficar la ecuación de oferta precio en riego en el rango apropiado de precios, considérese el precio más bajo ($PMRSRIR' = \$1,364.27/\text{tonelada}$) y el más alto ($PMRSRIR'' = \$4,254.72/\text{tonelada}$) de la serie utilizada en la estimación del modelo. En el mismo orden se tendrían las respectivas cantidades ofrecidas ($QPSRI = 1,896,015$ y $QPSRI'' = 2,469,104$ toneladas). La curva de oferta se obtendría uniendo estos dos puntos (Gráfica 5.1).

Gráfica 5.1. Curva de oferta precio de sorgo en riego, 1980-2013



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo E.

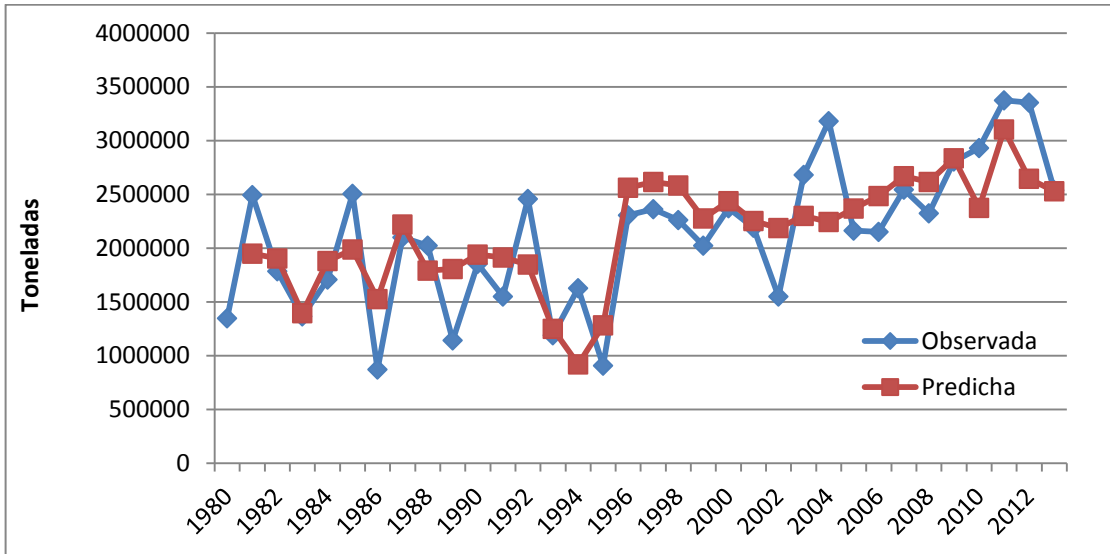
Cuadro 5.4. Interceptos de la oferta temporal, promedio 1980 - 2013

Coefficiente	Variable	Promedio	Producto	Nuevos interceptos
				2)
147.5	PMERSTER	2954.09	435728.28	
931.21	PMERSTERL	2981.05	2775983.57	2775983.57
-5.31	PMERMTERL	421235.92	-2236762.74	-2236762.74
-30.88	PFERR	7391.00	-228234.08	-228234.08
723.41	PPA	785.38	568153.45	568153.45
-83.50	PPLAGR	17550.84	-1465495.14	-1465495.14
3726828	INTERCEPTO			3726828.00
SUMA				3140473

Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo E.

Con los coeficientes del modelo de oferta estimado en su forma estructural (Cuadro 5.1) se predice la cantidad producida de sorgo en México riego (Gráfica 5.2) y con el coeficiente respectivo del precio al productor, la cantidad producida observada.

Gráfica 5.2. Oferta de sorgo en riego observada y predicha, 1980-2013

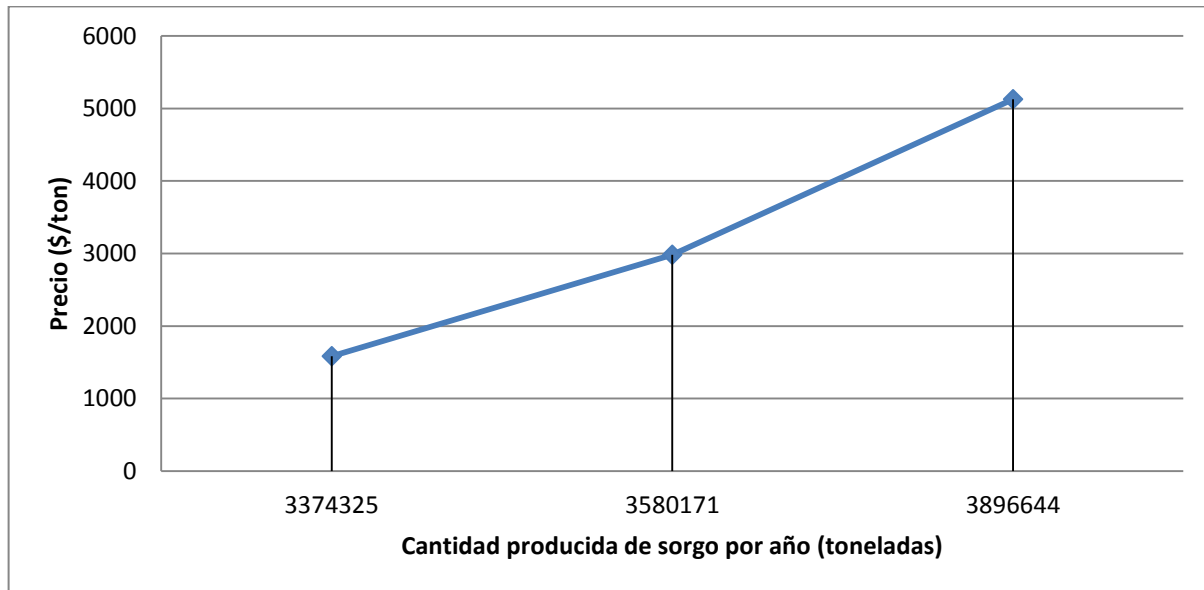


Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo A y F.

Oferta de sorgo en temporal: 1980 – 2013: $QPSTE = 3140473 + 147.5 PMERSTER$

Para graficar la curva de oferta estática de sorgo en temporal se sustituye en el modelo los valores observados del precio medio rural real del productor de sorgo en temporal (PMERTER), más bajo (PMERTER' = 1,585.44/tonelada) y el más alto (PMERTER'' = \$5,126.58/tonelada), con lo que se obtiene $QPSTE' = 3,374,325$ toneladas $QPSTE'' = 3,896,644$ toneladas respectivamente. Uniendo estos dos puntos se obtiene la curva de oferta precio estática de la Gráfica 5.3, cuyo punto medio es $PMERSTE = \$2,981/t$ y $QPSTE = 3,580,171$ toneladas.

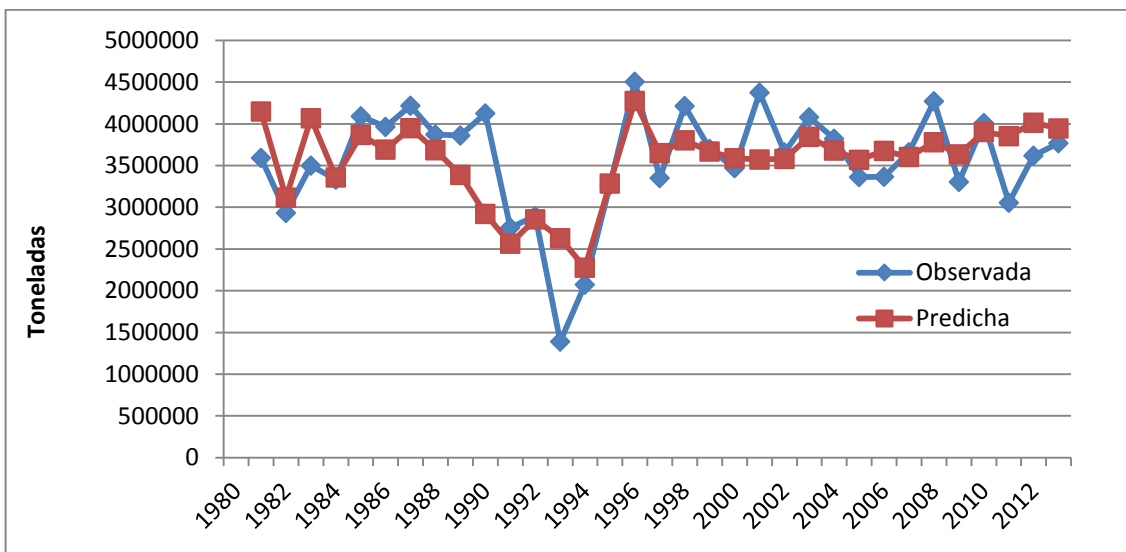
Gráfica 5.3. Curva de oferta precio estática de sorgo en temporal, 1980-2013



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo E.

Con los coeficientes del modelo de oferta estimado en su forma estructural (Cuadro 5.1) se predice la cantidad producida de sorgo en México temporal (Gráfica 5.4) y con el coeficiente respectivo del precio al productor, la cantidad producida observada.

Gráfica 5.4. Oferta de sorgo en temporal observada y predicha, 1980-2013



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo A y F.

Demanda precio estática

La curva de demanda precio estática de sorgo en base al Cuadro 5.5 sería la siguiente:

Cuadro 5.5. Interceptos para la demanda, promedio 1980-2013

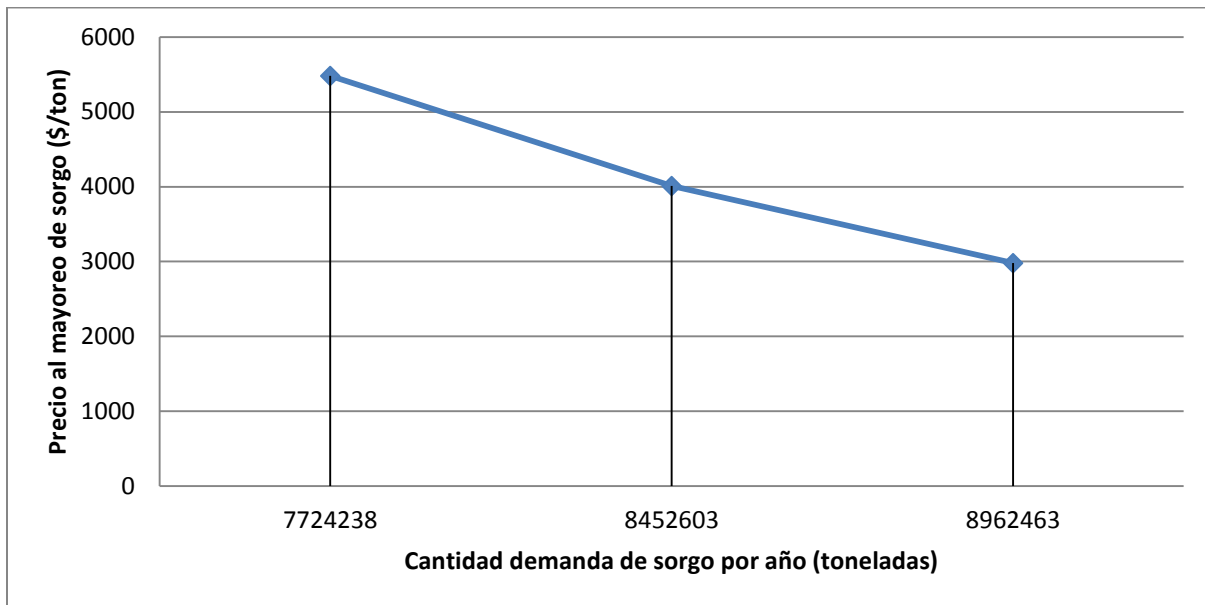
Coeficiente	Variable	Promedio	Producto	Nuevos interceptos
				2)
-495.52	PMSR	4010.21	-1987139.26	
-207.18	PMPSR	6580.02	-1363248.54	-1363248.54
480.89	PMMR	4840.23	2327618.20	2327618.20
1310.62	QPAB	1337.59	1753072.21	1753072.21
7722300	INTERCEPTO			7722300.00
	SUMA			10439742

Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo E.

1980 – 2013: $QDS = 10439742 - 495.52 \text{ PMSR}$

Para graficar esta ecuación en el rango apropiado de precios, se sustituye en la misma, los valores observados del precio más bajo ($\text{PMSR}' = \$1863/\text{tonelada}$) y el más alto ($\text{PMSR}'' = \$8150/\text{tonelada}$) del precio al mayoreo de sorgo (PMS), obteniéndose de esta manera las cantidades demandadas ($QDS' = 9506674$ toneladas y $QDS'' = 6,203,046$ toneladas). Uniendo estos dos puntos se obtiene la curva de demanda de la Gráfica 5.5.

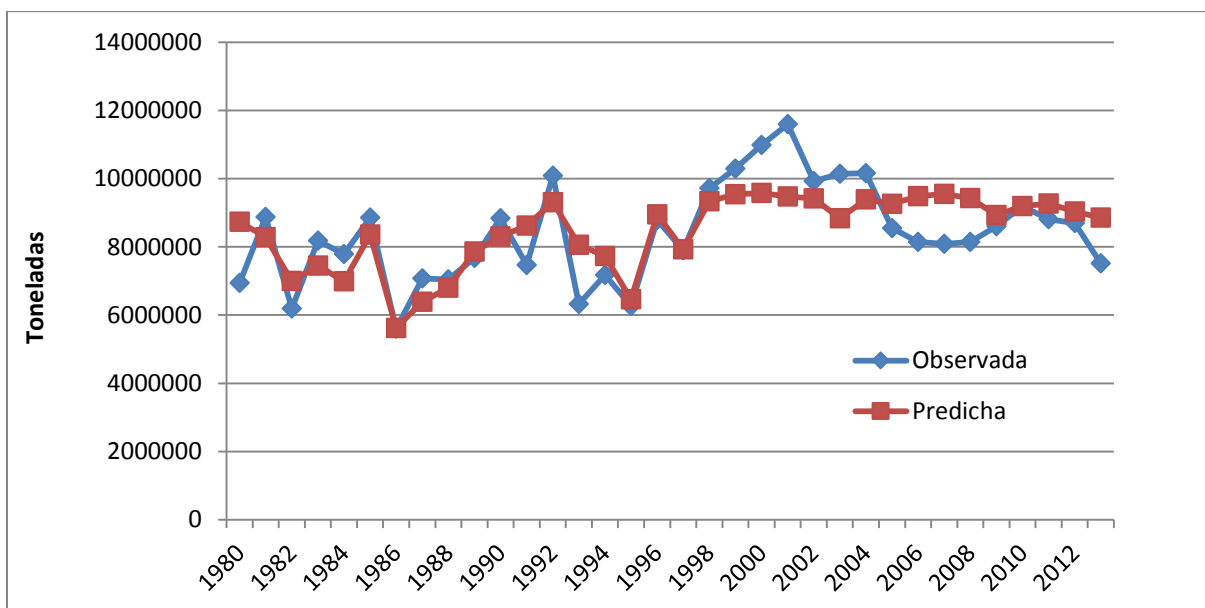
Gráfica 5.5. Curva demanda precio estática de sorgo, 1980 - 2013



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo E.

Con los coeficientes del modelo de demanda estimados en su forma estructural (Cuadro 5.1) se predice la cantidad demandada de sorgo en México (Gráfica 5.6), la cual muestra que las cantidades observadas y predichas exhiben pequeños errores de estimación.

Gráfica 5.6. Demanda observada y predicha de sorgo, 1980-2013



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo A y F.

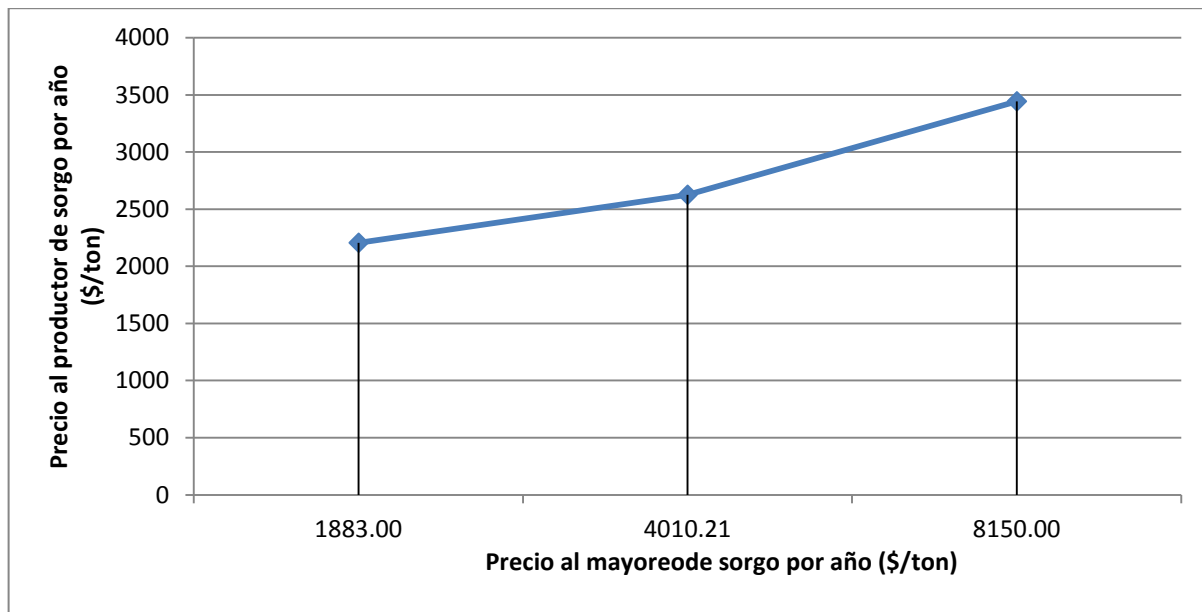
Transmisiones de precios

La ecuación de transmisión de precios al mayoreo sobre el precio medio rural de sorgo en riego es la siguiente:

$$1980 - 2013: \text{PMERSRIR} = 1,832 + 0.1976 \text{ PMSR}$$

Para graficar esta ecuación se sustituye en la misma los valores observados del precio real al mayoreo de sorgo más bajo ($\text{PMSR}' = \$1,883/\text{tonelada}$) y el más alto es $\text{PMSR}'' = \$8150/\text{tonelada}$). Sustituyendo estos dos precios en la ecuación se obtiene $\text{PMESRIR}' = \$2,204/\text{tonelada}$ y $\text{PMESRIR}'' = \$3,442.86/\text{tonelada}$). Uniendo estos dos puntos se obtiene la curva de transmisión del precio al mayoreo de sorgo sobre precio medio rural de sorgo en riego de la Gráfica 5.7, cuyo punto medio $\text{PMSR} = \$4,010.21/\text{tonelada}$ y $\text{PMERSRIR} = \$2,624.74/\text{tonelada}$.

Gráfica 5.7. Curva de transmisión del precio al mayoreo del sorgo sobre el precio al medio rural de sorgo en riego, 1980 – 2013



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo E.

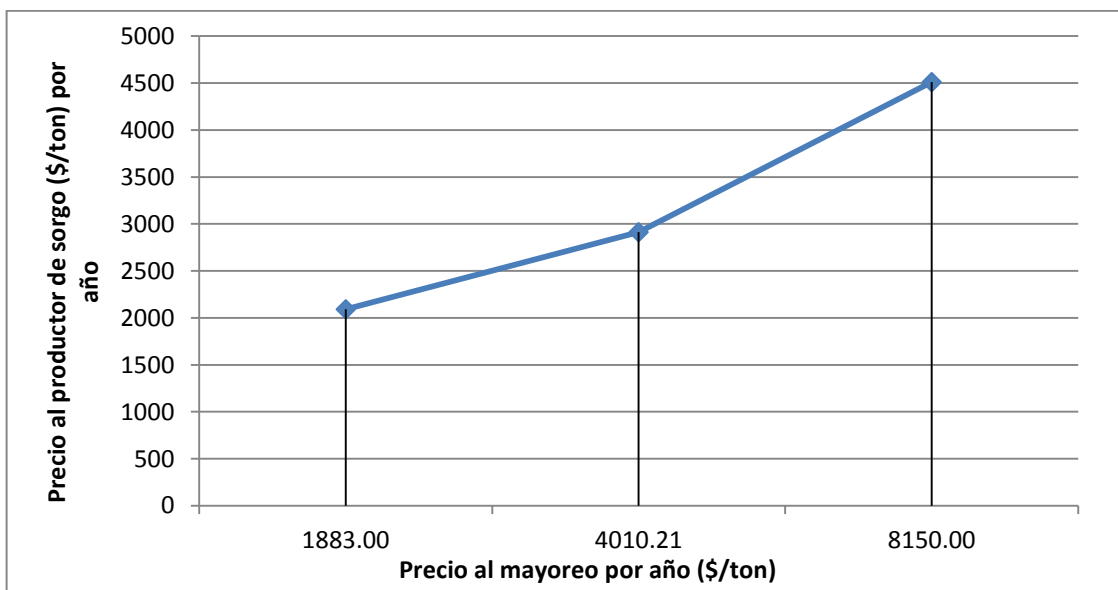
Transmisión de precios al mayoreo de sorgo sobre el precio medio rural de sorgo en temporal

En este caso la ecuación de transmisión del precio al mayoreo del sorgo sobre el precio medio rural de sorgo en temporal es la siguiente:

$$1980 - 2013: \text{PMERSTER} = 1364 + 0.3860 \text{PMSR}$$

Para graficar esta ecuación se sustituye en la misma los valores observados del precio real al mayoreo de sorgo (PMSR), obteniéndose de esta manera la curva de transmisión de precio al mayoreo sobre el del productor en temporal de la Gráfica 5.8, cuyo punto medio PMSR = \$4,010.21/tonelada y PMERSTER = \$ 2,915.23/tonelada. Para graficar esta transmisión en el rango apropiado de precios, considérese el precio más bajo al mayoreo (PMSR'=1,883/tonelada) y el más alto (PMSR''=8,150/tonelada). Sustituyendo estos dos precios en la ecuación, se obtienen los precios al productor de sorgo en temporal (PMERSTER' = \$2,090.84/tonelada) y (PMERSTER'' = \$4,510/tonelada). Uniendo estos dos puntos se obtiene la respectiva curva de transmisión de precios (Gráfica 5.8).

Gráfica 5.8. Curva de transmisión del precio al mayoreo de sorgo sobre el precio medio rural del sorgo en temporal, 1980 - 2013



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo E.

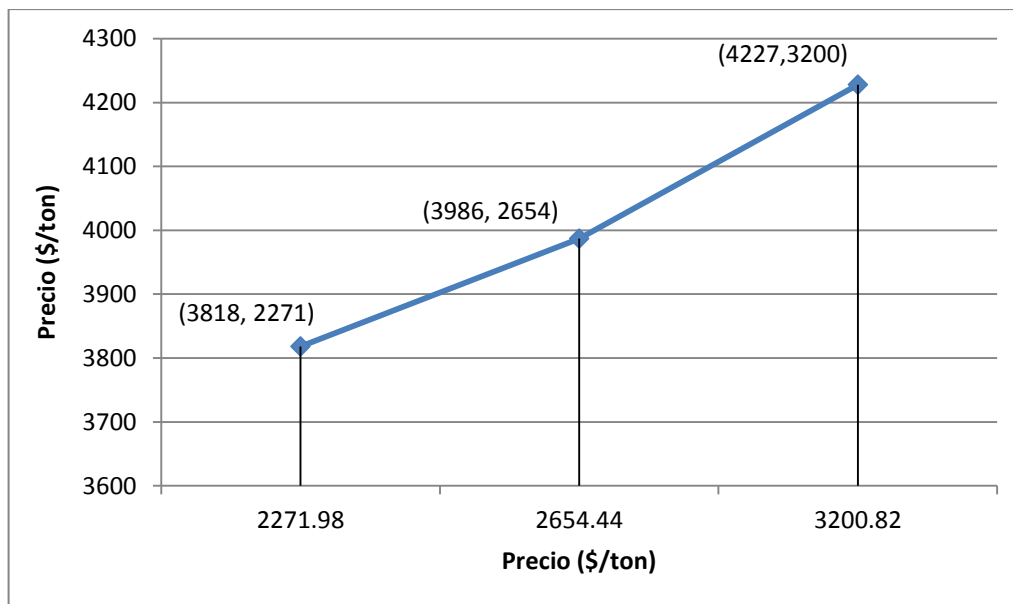
Transmisión del precio de importación de sorgo sobre el precio al mayoreo de sorgo

La curva de transmisión de precios es la siguiente:

$$1980 - 2013: PMSR = 2816 + 0.4410 PIMSR$$

Para graficar esta ecuación de transmisión se sustituye en la misma los valores observados del precio medio real de importación del sorgo (PIMSR), obteniéndose de esta manera la curva de precio estática del precio de importación de sorgo sobre el de mayoreo (PMSR= \$ 3986.93/tonelada), ahora considerando el precio más bajo de PIMSR'= \$1,577.6 /tonelada) y el más alto (PIMSR'= \$6,581.84 /tonelada), se obtienen los precios al mayoreo de sorgo (PMSR'= \$3,511.72/tonelada y PMSR'= \$5, 718.5/tonelada). Uniendo estos puntos se obtiene la Gráfica 5.9.

Gráfica 5.9. Curva de transmisión del precio de importación de sorgo sobre el precio al mayoreo de sorgo, 1980-2013.



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo E.

5.3 Resultados económicos

5.3.1 Oferta

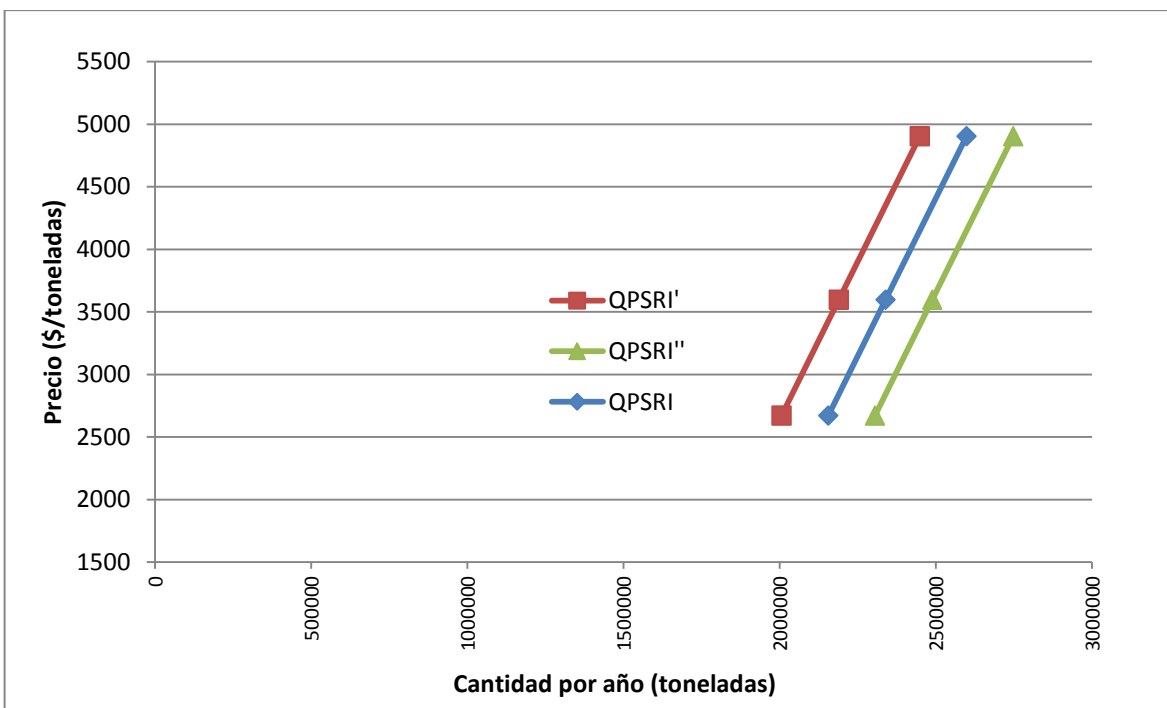
El análisis económico se realiza tanto para la forma estructural (Cuadro 5.1) como para la forma reducida restringida del modelo (Cuadro 5.2). La forma reducida permite ver el efecto que tienen las variables exógenas sobre las variables endógenas.

Las variables explicativas de las funciones de oferta de sorgo en condiciones de riego y temporal, presentan los signos esperados. Existe una relación directa entre la cantidad producida de sorgo y los cambios en el precio medio rural de sorgo con un año de rezago.

a. Cambios en la oferta de sorgo en riego por variaciones en el precio de maíz

El maíz compite con el sorgo tanto en zonas de riego como de temporal en la utilización de los recursos productivos, es decir, que al aumentar el precio del maíz, *ceteris paribus*, éste provoca un desplazamiento a la izquierda de la oferta de sorgo y una disminución en la cantidad producida de este insumo para la producción de alimento para aves de postura, de engorda y para porcinos (Gráfica 5.10).

Gráfica 5.10. Efecto de un aumento y disminución en el precio del maíz sobre la oferta y la cantidad ofrecida de sorgo en riego, 1980 – 2013



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo E.

(QPSRI), es la cantidad promedio producida de sorgo en riego, (QPSRI') es la cantidad producida de sorgo en riego ante un aumento del 20% en el precio del maíz y (QPSRI'') es la cantidad producida de sorgo en riego ante una disminución del 20% en el precio del maíz, (PMERSRI) es el precio promedio de sorgo en riego en \$/ton que se mantiene constante.

En este caso se obtuvo en riego el siguiente modelo de oferta:

$$QPSRI = 1,625,521 + 198.27 PMERSRIR - 207.76 PMERMIRL$$

Si en esta ecuación se sustituye el valor promedio de sorgo (PMERSRIR=\$ 3598.15 /toneladas), se obtiene la cantidad promedio QPSRI= 2, 901,936 toneladas. Ahora sustituyendo en esta ecuación el precio más bajo, PMERSRIR'=1,364.27/tonelada, se obtiene la cantidad QPSRI'= 2,643,577 toneladas) y para el precio más alto (PMERSRIR''=4,254.72/tonelada, se obtiene la cantidad QPSRI''=3,216,656 toneladas. Uniendo estos puntos se obtiene la Gráfica de la oferta precio para sorgo en riego para el promedio de la serie usada.

Por otra parte, si se supone que el precio real al productor del maíz en riego respecto al promedio sube (baja 20%); $PMERMIRL' = 4,317.38/\text{toneladas}$ y $PMERMIRL'' = \$ 2,878.52/\text{tonelada}$, se obtendrían las siguientes ecuaciones de oferta precio estáticas en riego:

$$QPSRI' = 728,459 + 198.27 PMERSRIR$$

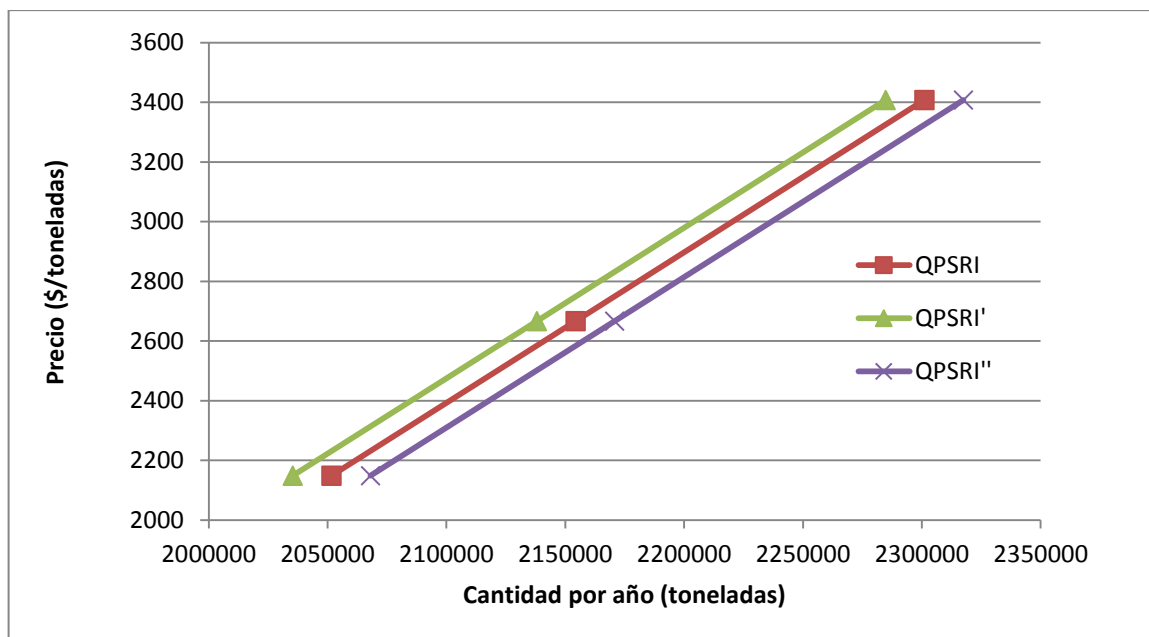
$$QPSRI'' = 1,027,480 + 198.27 PMERSRIR$$

Estas ecuaciones se desplazan a la izquierda cuando el precio del maíz sube y a la derecha cuando éste baja, *ceteris paribus*, lo que provoca que la cantidad ofrecida de sorgo respecto al promedio disminuya (a $QPSRI' = 1,257,322$ toneladas) y que aumente a ($QPSRI'' = 1,556,343$ toneladas), cuando el precio del maíz baja:

b. Por cambios en el precio del fertilizante, salario mínimo y plaguicidas

Los aumentos en el precio del fertilizante, del salario mínimo y de los plaguicidas afectan, *ceteris paribus*, negativamente a la oferta y a la cantidad producida del sorgo en zonas de riego y temporal (Gráfica 5.11).

Gráfica 5.11. Efecto de un aumento y disminución en los precios del fertilizante sobre la oferta y la cantidad ofrecida de sorgo en riego, 1980 - 2013



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo E.

(QPSRI), es la cantidad promedio producida de sorgo en riego, (QPSRI'), es la cantidad producida de sorgo en riego ante un aumento del 20% en el precio del fertilizante y (QPSRI''), es la cantidad producida de sorgo en riego ante una disminución del 20% en el precio del fertilizante.

Con la información del Anexo E se obtuvo el siguiente modelo de oferta en riego:

$$QPSRI = 1,707,200 + 198.27 PMERSRIR - 11.04 PFERRL$$

Si en la ecuación anterior se sustituye el valor promedio del precio de fertilizante (PFERRL = \$ 7,398.39/tonelada), se obtiene la siguiente ecuación de oferta precio estática de sorgo en riego:

$$QPSRI = 1,625,522 + 198.27 PMERSRIR$$

Si el precio del fertilizante respecto al promedio aumenta 20%, *ceteris paribus*, (PFERRL=\$ 8,878/tonelada), entonces la oferta y la cantidad ofrecida disminuyen, tal y como se deduce de la siguiente ecuación de oferta precio de sorgo en riego:

$$QPSRI' = 1, 609,186 + 198.27 PMERSRIR$$

Por el contrario, si el precio del fertilizante respecto al promedio disminuye 20% (PFERRL = \$5,918.71/tonelada), *ceteris paribus*, entonces la oferta y la cantidad ofrecida aumenta, tal y como se desprende de la ecuación de oferta precio siguiente:

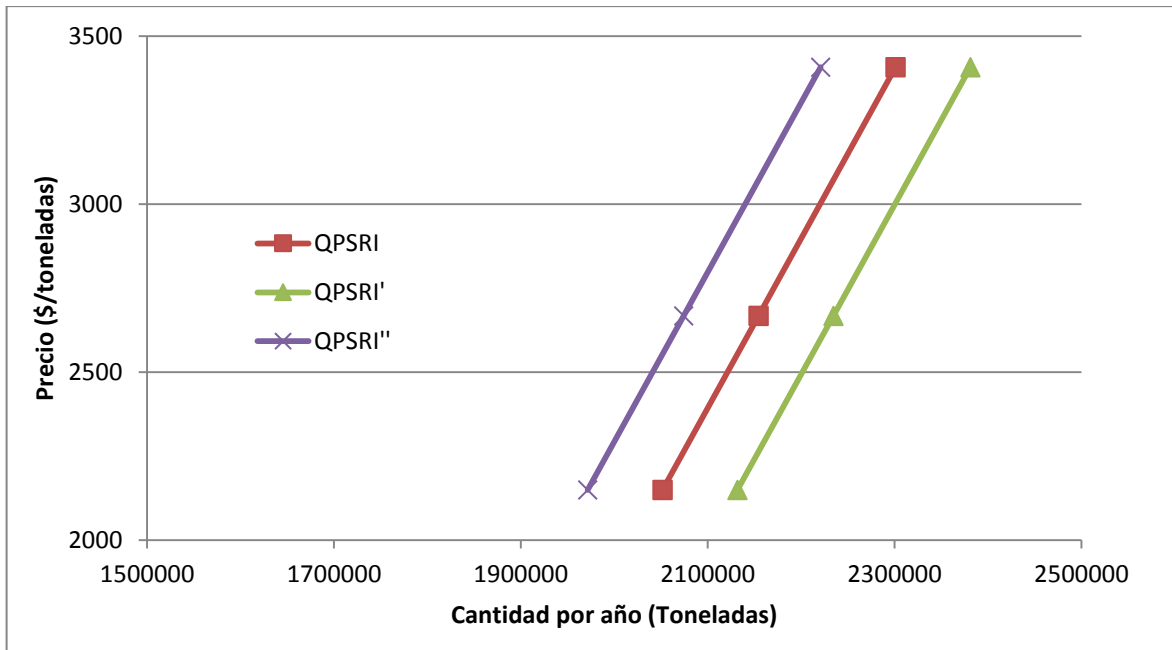
$$QPSRI'' = 1, 641,946 + 198.27 PMERSRIR$$

Al sustituir en las ecuaciones el precio medio rural de sorgo en riego el (PMERSRIR=\$2,667.39/tonelada), que se mantiene constante, se obtienen las respectivas cantidades promedio: QPSRI= 2, 154,385 toneladas, QPSRI'=2, 138,049 toneladas y QPSRI''=\$ 2, 170,809/tonelada respectivamente.

Por cambios en la disponibilidad de agua para riego y precipitación anual

La disponibilidad de agua para riego así como la precipitación anual, *ceteris paribus*, afecta positivamente a la oferta precio de sorgo desplazándola a la derecha cuando aumenta y a la izquierda cuando disminuye, originando un aumento o disminución de la cantidad producida de sorgo (Gráfica 5.12).

Gráfica 5.12. Efecto de un aumento y disminución en la disponibilidad de agua para riego sobre la cantidad ofrecida de sorgo en riego



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo E.

(QPSRI), es la cantidad promedio producida de sorgo en riego, (QPSRI'), es la cantidad producida de sorgo en riego ante un aumento del 5% en la disponibilidad de agua para riego y (QPSRI''), es la cantidad producida de sorgo en riego ante una disminución del 5% la disponibilidad de agua para riego.

En este caso se parte del siguiente modelo de oferta:

$$QPSRI = 21,145 + 198.27 PMERSRIR + 57.53 DAR$$

Al sustituir en esta ecuación la $DAR=27,887.65$ millones de metros cúbicos de agua, disponible en las presas donde se produce sorgo, se obtiene la siguiente ecuación de oferta precio estática:

$$QPSRI = 1,625,522 + 198.27 PMERSRIR$$

Considerando la disponibilidad de agua para riego en las presas, respecto al promedio aumenta 5% ($DAR' = 29,282.03$ millones de metros cúbicos), *ceteris paribus*, entonces la oferta de sorgo en riego aumenta, lo cual hace evidente la siguiente ecuación:

$$QPSRI' = 1,705,740 + 198.27 PMERSRIR$$

Por otra parte, si respecto al promedio, la disponibilidad de agua para riego disminuye 5% ($DAR'' = 26,493.27$ millones de metros cúbicos), entonces se supone que la oferta de sorgo en riego disminuye al igual que la cantidad ofrecida. En este caso la ecuación de oferta precio de sorgo en riego sería la siguiente:

$$QPSRI'' = 1,545,303 + 198.27 PMERSRIR$$

Al sustituir el $PMERSRIR = \$2,667.38$ /toneladas en las tres ecuaciones se obtienen las respectivas cantidades ofrecidas: $QPSRI = 2,154,385$, $QPSRI' = 2,234,604$ y $QPSRI'' = 2,074,166$ toneladas respectivamente.

5.3.2 Demanda

Los resultados obtenidos respecto a la función de demanda de sorgo, indican que existe una relación inversa entre las variaciones del precio al mayoreo, *ceteris paribus*, y la cantidad demandada, lo cual concuerda con la ley de ésta. La pasta de soya complementa a la demanda de sorgo y el maíz lo sustituye. El signo de la cantidad producida de alimento balanceado resultó positivo, lo que implica que la cantidad demandada de sorgo aumenta al incrementarse la producción de alimento balanceado elaborado con sorgo.

En la función del precio al mayoreo de sorgo se obtuvieron los signos esperados, ya que éste reacciona positivamente ante los cambios del precio de importación de sorgo, del costo de transporte y respecto al precio al mayoreo con un año de rezago.

En la función del precio medio rural del sorgo, se obtuvieron los signos esperados, éste reacciona positivamente ante los cambios de los precios al mayoreo de sorgo y del productor de sorgo con un año de rezago.

En este capítulo usando los coeficientes de elasticidad se mide la magnitud de los cambios que se originan en las variables dependientes, *ceteris paribus*, ante cambios en las variables explicativas; por lo tanto se calculan estos coeficientes, tanto para la forma estructural, como reducida correspondientes a cada una de las ecuaciones.

Para apreciar el encadenamiento de los efectos de las variables predeterminadas sobre las endógenas, debido a la simultaneidad del sistema, se realiza el análisis económico en la forma reducida del modelo.

5.3.3 Análisis de las elasticidades estimadas con el modelo en su forma estructural

Otra parte importante del análisis económico es el que se efectúa a través de las elasticidades, debido a que la incidencia de las variables predeterminadas en las endógenas se da en términos relativos evitando los problemas de las unidades en que se midan las variables que son introducidas en el modelo.

Las elasticidades de corto plazo se presentan en el Cuadro 5.6, fueron calculadas con las derivadas parciales de cada ecuación correspondiente a los coeficientes de la forma estructural reportados en el Cuadro 5.1. En el Anexo D, se muestra el cálculo de las elasticidades.

5.3.3.1 Elasticidad precio – propia de la oferta de sorgo en riego y temporal

Para el promedio de la serie usada, resultaron inelásticas las elasticidades precio propia de la oferta de sorgo en riego y temporal con 0.540 y 0.823 respectivamente. Es de hacer notar, que existe una mayor respuesta de la cantidad ofrecida de sorgo en temporal, ante los cambios en el precio al productor. La elasticidad en la forma estructural se presenta en el siguiente cuadro:

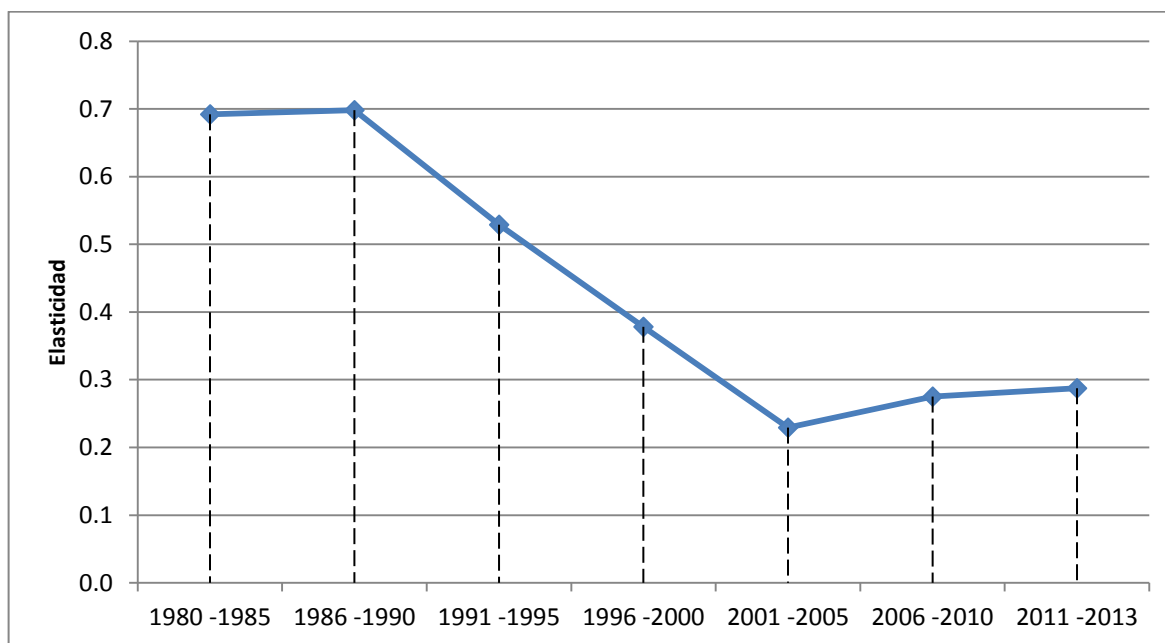
Cuadro 5.6. Elasticidades de la forma estructural para el mercado de sorgo en México, 1980 - 2013

Concepto	1980 - 1993	1994 - 2013	1980 - 2013
Elasticidad precio de la oferta de sorgo en riego	0.856	0.383	0.540
Elasticidad precio de la oferta de sorgo en temporal	1.179	0.602	0.823
Elasticidad precio de la demanda de sorgo	-0.36	-0.17	-0.24
Transmisiones			
Elasticidad de transmisión del precio al mayoreo de sorgo sobre el precio medio rural de sorgo en riego	0.501	0.486	0.491
Elasticidad de transmisión del precio al mayoreo de sorgo sobre el precio medio rural de sorgo en temporal	0.530	0.517	0.524
Elasticidad del precio de importación de sorgo sobre el precio al mayoreo de sorgo	0.258	0.336	0.292

Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo D.

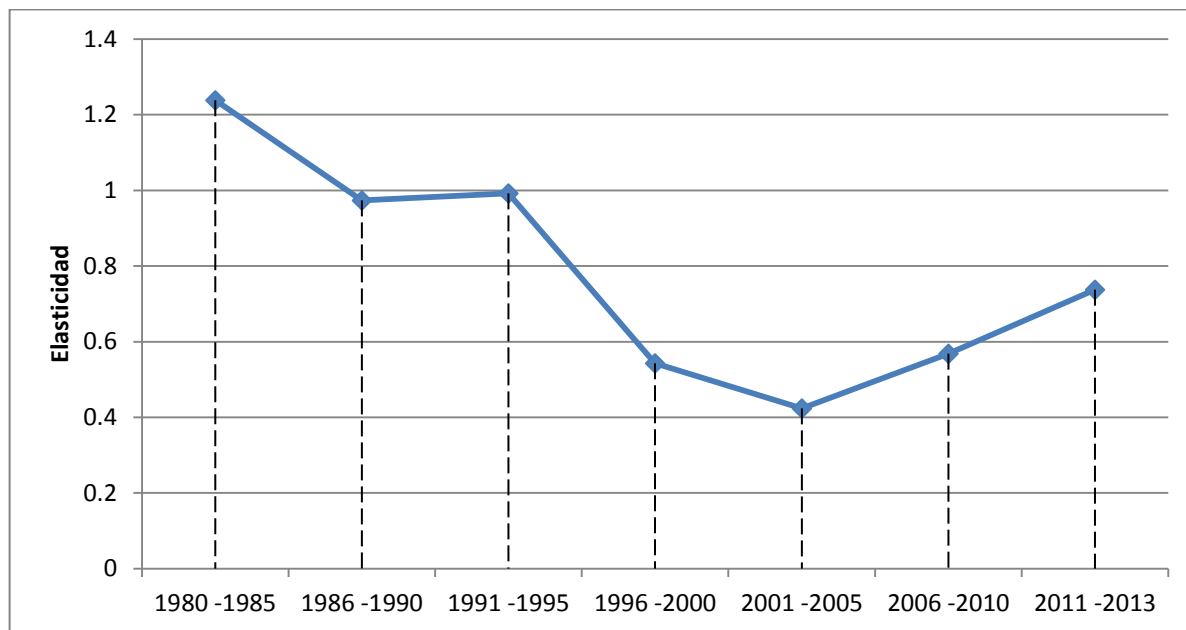
La elasticidad precio propia de la oferta de sorgo en riego y temporal resultó inelástica en casi todos los períodos excepto en temporal para el período 1980-1993 para la oferta de sorgo en temporal (Gráficas 5.13 y 5.14). En este periodo la cantidad producida de sorgo en temporal responde más que proporcional a los estímulos del precio medio rural real de sorgo. El coeficiente de oferta de elasticidad en temporal resultó similar al estimado por Tlapa (2005) para el período 1978-2003 (0.79), para riego estimó un coeficiente de 0.74. García (1991) reporta para el período de 1964-1985, un coeficiente de elasticidad precio de 0.85 y 0.94 para riego y temporal. La magnitud de los coeficientes concuerda con la teoría de la oferta que, según Tomek y Robinson (1991), en los cultivos como el sorgo, que se siembra en pequeñas superficies de tierra, tienen mayor elasticidad que aquellos como el maíz que se cosechan en grandes superficies.

Gráfica 5.13. Elasticidad precio propia de la oferta de sorgo en riego, 1980-2013



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo D.

Gráfica 5.14. Elasticidad precio propia de la oferta de sorgo en temporal, 1980-2013



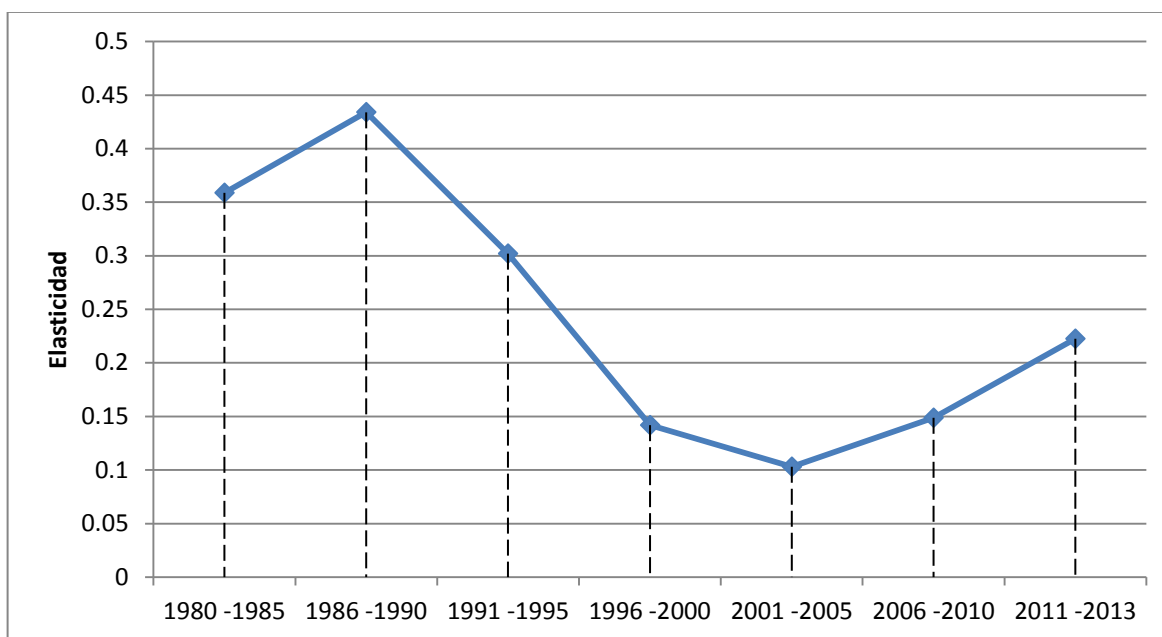
Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo D.

5.3.3.2 Elasticidad precio – propia de la demanda de sorgo

Como se constata en el Cuadro 5.6, para el promedio de la serie usada, el coeficiente de elasticidad precio esperado de la demanda de sorgo resultó inelástica (-0.24), esto se debe a que el sorgo es un importante insumo para la producción de alimentos balanceados para la producción de huevo, carne de pollo y cerdo principalmente, de manera que los fabricantes lo compran independientemente de las variaciones de su precio. Como se sabe, el que un bien sea inelástico, significa que el grado de respuesta de los consumidores ante los cambios porcentuales que se registran en el precio resulta menos que proporcionales.

Como ejemplo, para este caso se tiene tal y como lo indica la tendencia de la serie usada, que si el precio al mayoreo del sorgo disminuye en un 10%, esto origina un aumento de 2.4% en la cantidad demandada de este insumo de la producción de alimentos balanceados. La elasticidad precio al mayoreo de la demanda de sorgo se muestra en Gráfica 5.15.

Gráfica 5.15. Elasticidad precio al mayoreo de la demanda de sorgo, 1980-2013

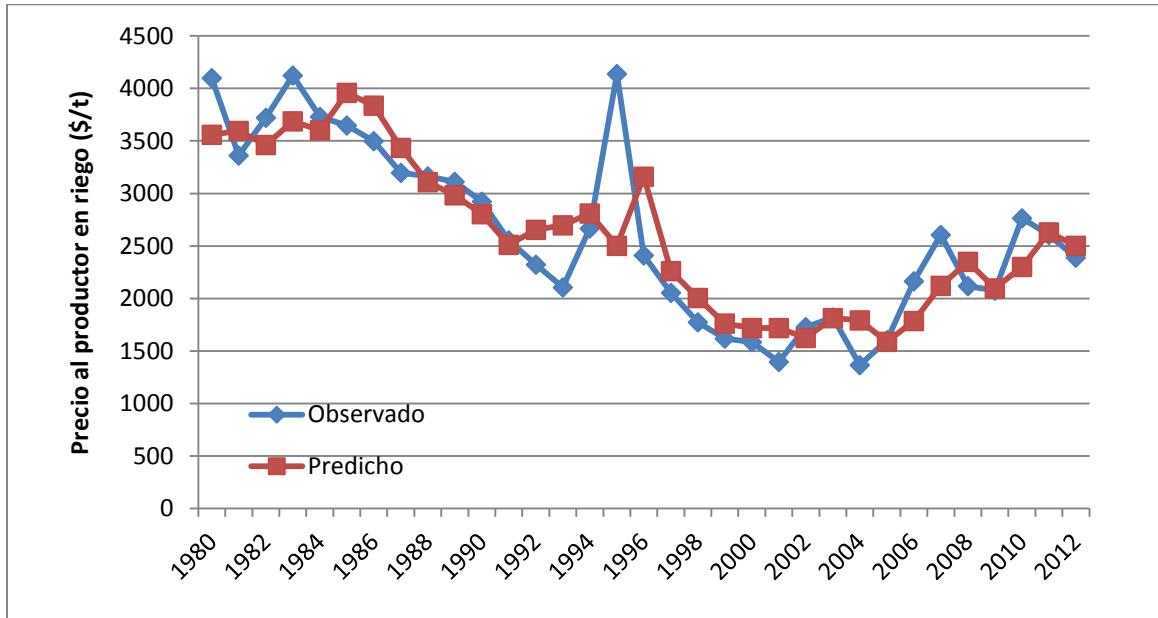


Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo D.

5.3.3.3 Elasticidades de transmisiones de precios

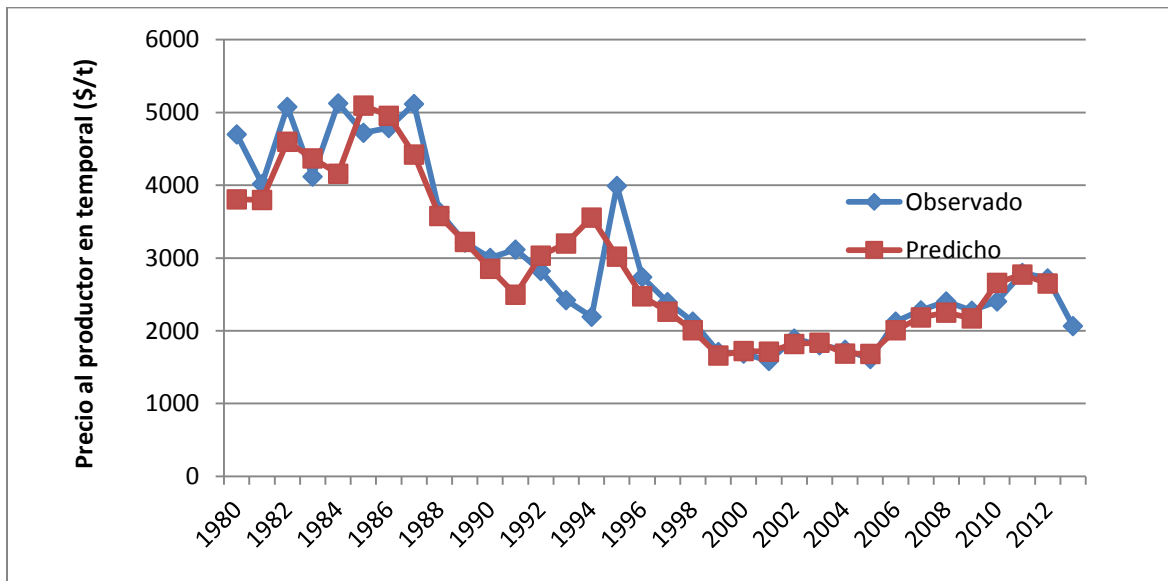
Con los coeficientes estimados en la forma estructural de la transmisión del precio al mayoreo sobre el del productor en riego y temporal y del precio de importación de sorgo sobre el del mayoreo, se predicen los precios al productor en riego y temporal, así como el precio al mayoreo (Gráficas 5.16, 5.17 y 5.18).

Gráfica 5.16. Precio medio rural de sorgo en riego en \$/t observado y predicho, 1980-2013



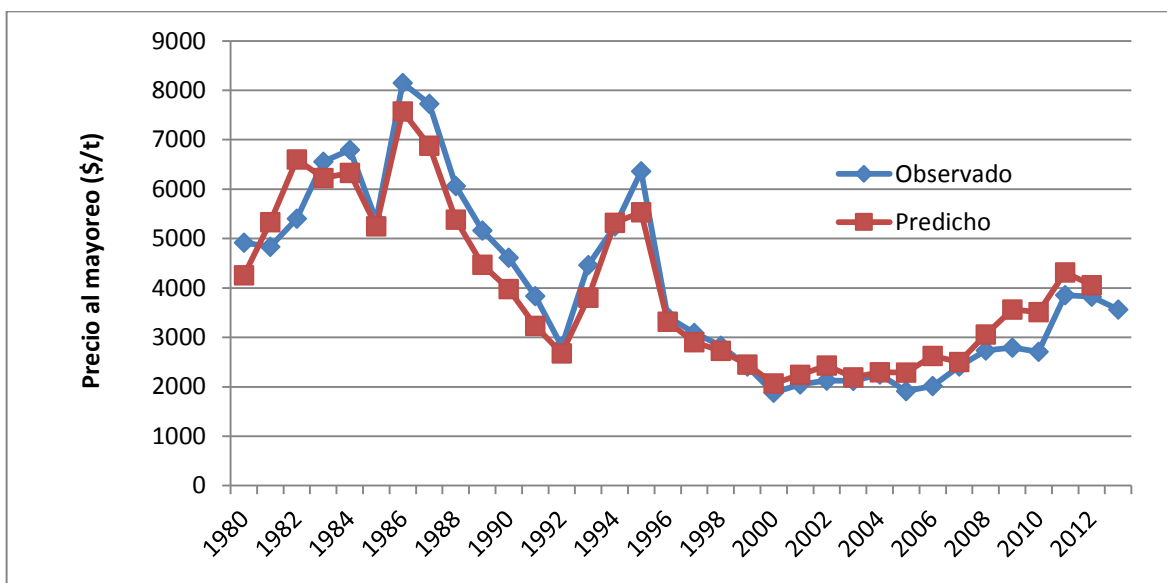
Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo F.

Gráfica 5.17. Precio medio rural de sorgo en temporal en \$/t observado y predicho, 1980-2013



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo F.

Gráfica 5.18. Precio al mayoreo de sorgo en \$/t observado y predicho, 1980-2013



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo F.

Con el coeficiente respectivo del precio al mayoreo se estimaron las respectivas transmisiones de precios al productor en riego y temporal. De la misma forma, se estimó la transmisión del precio de importación sobre el mayoreo. Las elasticidades de transmisiones de precios estimados en todos los casos resultaron inelásticos. El coeficiente de elasticidad de transmisión del precio al mayoreo de sorgo (PMSR) sobre el del productor en riego resultó de 0.491 y temporal (0.524), así como la del precio de importación sobre el del mayoreo para el periodo 1980-2013.

5.3.3.4 Elasticidad de la forma reducida

En este apartado, se puede apreciar que la forma reducida del modelo estimado expresa a las variables endógenas en términos de las variables predeterminadas, es decir, se analiza la repercusión total que provoca los cambios de éstas sobre las primeras variables. En el Cuadro 5.2 se resumen los coeficientes estimados para el modelo reducido. En éste se observa que los coeficientes de cada ecuación presentan los signos esperados conforme a la teoría económica.

Ahora bien, para estimar las elasticidades, se usó la fórmula respectiva y los coeficientes de cada variable de las ecuación se multiplicaron por el promedio de cada una de ellas y este valor se dividió entre el dato observado de producción y consumo de sorgo.

La elasticidad cruzada de la oferta de sorgo con respecto al precio del maíz en riego y temporal resultaron de: -0.353 y -0.631. Alvarenga (1992) y García (1991) señalan que el sorgo compite con el maíz por el recurso de la tierra y existe la posibilidad de que si bien no lo ha sustituido, si ha restringido la ampliación de las áreas sembradas y cosechadas de maíz de riego y temporal. Es de observar que entre más pequeña sea la extensión de superficie cultivada mayor será la elasticidad precio. Es por esto que la elasticidad precio del sorgo es mayor que la de maíz.

Como se aprecia en el Cuadro 5.6 y de acuerdo con las elasticidades estimadas, los coeficientes de la función de oferta del sorgo en riego y temporal implican lo siguiente: un incremento del 10% en el precio medio rural de maíz con un año de rezago, trae como consecuencia un desplazamiento de la oferta de sorgo en riego y temporal hacia la izquierda y en consecuencia una disminución de 5.4% y 8.2% en la cantidad producida de sorgo en riego y temporal.

Un incremento del 10% en la disponibilidad de agua para riego y de la precipitación pluvial, *ceteris paribus*, provocará un aumento de la oferta precio en riego y temporal y por consiguiente en la cantidad producida de 7.5 y 1.6% respectivamente.

Por otra parte, se tiene que ante un aumento de 10% en el precio de los plaguicidas, *ceteris paribus*, se espera un desplazamiento a la izquierda de la oferta precio de sorgo en riego y temporal, y en consecuencia una disminución de las respectivas cantidades producidas de 6.6% y 4.1% respectivamente. En el caso de los fertilizantes, un incremento en el precio de éstos, *ceteris paribus*, provocará una disminución de oferta de sorgo y lo mismo en la cantidad producida de 0.39% y 0.64% en la cantidad producida de sorgo en riego y temporal respectivamente. Los fertilizantes en la agricultura son un factor clave para la producción, por lo cual se esperaría mayor impacto de esta variable, sin embargo, este resultado puede deberse a la calidad de los datos usados en la estimación.

El precio al mayoreo de la pasta de soya funciona como un complemento del sorgo, en este caso un incremento del 10% de ésta, *ceteris paribus*, provoca un desplazamiento a la izquierda de la demanda precio del sorgo y una disminución de 2.7% en su cantidad demandada

El precio al mayoreo del maíz funciona como un sustituto de sorgo, un aumento del 10% en su precio, *ceteris paribus*, provoca que la demanda de sorgo se desplace a la derecha y que la cantidad demanda de sorgo se incremente en 2.7%.

Un incremento del 10% de la cantidad producida de alimento balanceado, *ceteris paribus*, provoca un aumento de la demanda precio de sorgo, lo que origina, *ceteris paribus*, un incremento de 2.0% de la cantidad demandada de sorgo.

La variable que más influencia tiene sobre la cantidad demandada de sorgo es el precio al mayoreo de maíz (PMMR), esto sugiere que existe una fuerte relación entre la demanda y esta variable, dado que ante un aumento del 10% en dicho precio, *ceteris paribus*, la cantidad demandada de sorgo aumentaría 2.77%.

Después del precio medio rural del maíz en temporal, cuya elasticidad resultó de (0.63), la variable con mayor influencia en el caso de la oferta, es el precio medio rural del sorgo con un periodo de rezago (0.82). Para el caso de la oferta de riego la variable de mayor influencia resultó ser la disponibilidad de agua para riego con 0.757. Esto sugiere que la disponibilidad de agua para riego es un factor que impulsa a la producción de sorgo de manera importante.

Cuadro 5.7. Elasticidades de corto plazo de la forma reducida para el mercado de sorgo en México, 1980-2013

Período	1980-1993	1994 - 2013	1980 - 2013	Período	1980-1993	1994 - 2013	1980 - 2013
Oferta riego				Demanda			
E QPSRI, PMERSRI	0.856	0.383	0.540	E QDS, PMPSR	-0.404	-0.199	-0.276
E QPSRI, PMERMRI	-0.585	-0.233	-0.353	E QDS, PMMR	0.407	0.199	0.277
E QPSRI, DAR	0.957	0.655	0.757	E QDS, QPAB	0.183	0.224	0.209
E QPSRI, PLAGRL	-0.957	-0.507	-0.666	E QDS, PIMSR	-0.092	-0.056	-0.069
E QPSRI, SMGRL	-0.482	-0.175	-0.276	E QDS, CTRANSPOR	-0.033	-0.035	-0.034
E QPSRI, FERRL	-0.066	-0.025	-0.039				
E QPSRI, PIMSR	0.032	0.016	0.022	Saldo de comercio exterior			
E QPSRI, CTRANSPOR	0.011	0.010	0.011	E SCS, PMERSTERL	-1.630	-0.755	-1.072
E QPSRI, PMSRL	0.089	0.034	0.053	E SCS, PMERMTERL	1.299	0.540	0.821
Oferta temporal				E SCS, PMERSRIL	-0.603	-0.314	-0.440
E QPSTE, PMERSTE	1.179	0.602	0.823	E SCS, PMERMRL	0.412	0.191	0.214
E QPSTE, PMERMTE	-0.940	-0.431	-0.631	E SCS, DAR	-0.674	-0.537	-0.588
E QPSTE, FERR	-0.091	-0.047	-0.064	E SCS, PPA	-0.231	-0.195	-0.208
E QPSTE, PPA	0.167	0.155	0.160	E SCS, PPLAGR	0.710	0.434	0.537
E QPSTE, PPLAGR	-0.514	-0.346	-0.412	E SCS, PPLAGR	0.674	0.415	0.517
E QPSTE, PIMSR	0.024	0.016	0.019	E SCS, PFERRL	0.047	0.021	0.030
E QPSTE, CTRANSPOR	0.008	0.010	0.009	E SCS, PFERR	0.126	0.058	0.084
E QPSTE, PMSRL	0.066	0.033	0.046	E SCS, PIMSR	-0.337	-0.204	-0.254
Transmisiones de precios				E SCS, CTRANSPOR	-0.120	-0.127	-0.125
E PMSR, PMESRIR	0.501	0.486	0.491	E SCS, PMMR	1.256	0.613	0.853
E PMESRIRL, PMERSRIR	0.318	0.274	0.297	E SCS, PMPSR	-0.734	-0.360	-0.500
E PMSR, PMESTER	0.530	0.517	0.524	E SCS, QPAB	0.566	0.688	0.643
E PMERSTERL, PMESTER	0.346	0.337	0.339	E SCS, SMGRL	0.339	0.143	0.214
E PIMSR, PMSR	0.258	0.336	0.292				

Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo D

5.3.3.5 Elasticidades relacionadas con la identidad de Saldo de Comercio Exterior del sorgo

En la forma reducida del modelo se puede conocer el efecto de las variables predeterminadas que explican el comportamiento de la oferta de sorgo en las zonas de riego y temporal sobre la oferta nacional. Se tomaron en cuenta las elasticidades del período 1980-1993 y 1994-2013.

En el cuadro 5.7, se observa el efecto inelástico (0.755) del precio medio rural del sorgo en temporal con un año de rezago en el saldo de comercio exterior durante el período 1994-2013. En este período, se disminuyó a una tasa media anual de 3.5% (Cuadro 5.8) lo que, *ceteris paribus*, habría incrementado la cantidad importada en 2.64%, es decir, (76, 792 toneladas).

Cuadro 5.8. Datos para evaluar las elasticidades del Saldo de Comercio Exterior

Variables	TCMA	
	1980-1993	1994-2013
PMERSTERL	-4.00	-0.90
PMERSRIRL	-2.97	-0.77
PMERMTERL	-2.96	-1.53
PMERMIRL	-2.44	-1.35
PIMSR	-5.76	0.57
PFERR	-3.18	1.53
CTRANSPOR	4.23	2.48
PPLAGR	2.03	-1.66
SMGRL	-7.79	-1.08
PMMR	-2.05	-0.21
PMPSR	-5.04	0.58
PMSR	-2.54	-1.60
QPAB	-1.61	2.91
PPA	0.43	0.52
DAR	-0.87	1.22

Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo D

En el período 1994-2013, el precio medio rural de maíz en riego y temporal, disminuyó 1.35 y 1.53% respectivamente, lo que *ceteris paribus*, harían que la cantidad producida de sorgo total aumente 0.39% en temporal y en riego 0.12% y que disminuya el saldo de comercio exterior en 1.08% (23,195 toneladas).

El decremento del 1.66% en el precio de los plaguicidas, *ceteris paribus*, provoca que la cantidad ofrecida de sorgo aumente 0.348%, por lo cual habría un decremento de 0.722% en las importaciones netas (1, 548,293 toneladas).

El aumento en el precio de fertilizante en 1.53% para el periodo 1994-2013 origina que *ceteris paribus*, la cantidad ofrecida de sorgo disminuya 0.043% lo que haría aumentar las importaciones netas en 0.058% (191,150 toneladas).

Para el lapso de 1994 al 2013 el aumento en la disponibilidad de agua para riego (1.22%) y en la precipitación anual promedio (0.52%) repercutieron de manera positiva la cantidad producida de sorgo total en 0.315% y 0.048% respectivamente, lo cual hizo disminuir de 0.754% en el saldo de comercio exterior (1, 618,154 toneladas).

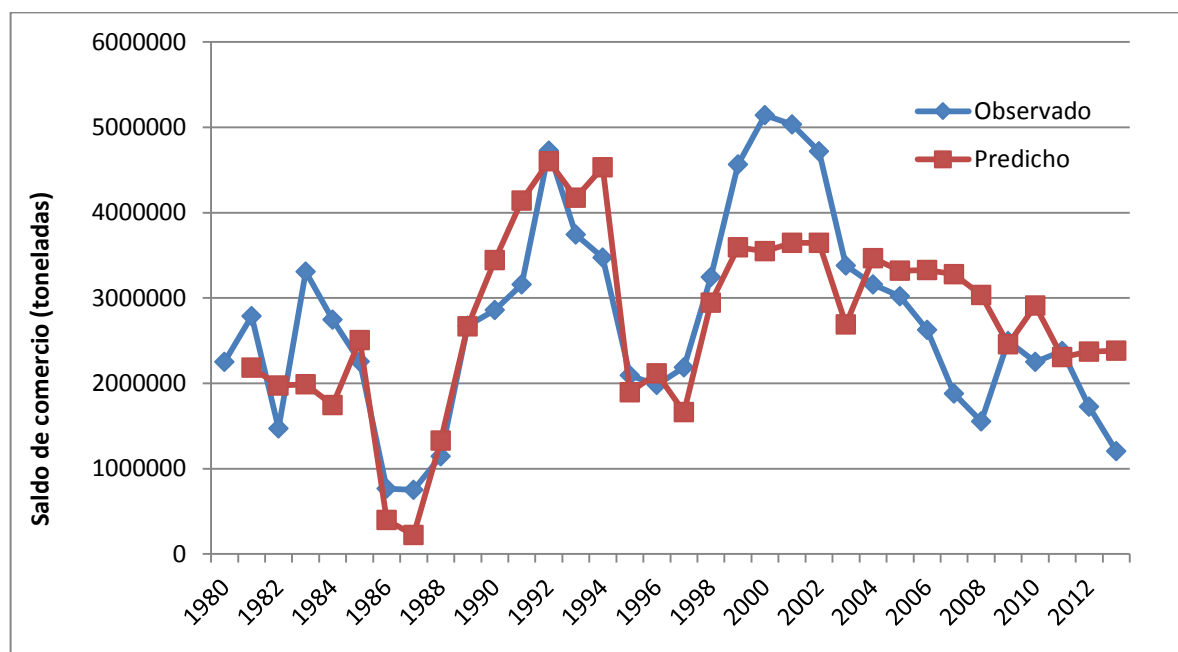
Respecto al 2013 el salario mínimo general real disminuyó 1.08% lo que, *ceteris paribus*, tuvo un efecto positivo de 0.074% sobre la cantidad total ofrecida, lo cual repercutió en una baja del saldo de comercio exterior de 0.155% (333,159 toneladas).

El precio de la pasta de soya en el período de 1994-2013 aumentó 0.58%, *ceteris paribus*, provocó que la cantidad demandada de sorgo disminuyera 0.116%, al igual que el saldo de comercio exterior 0.210% (450,460 toneladas).

En cuanto al precio al mayoreo del maíz, considerado como un bien sustituto de sorgo, se tiene que ante la disminución de 0.21% en su precio en el período 1994-2013, *ceteris paribus*, provocaría que la cantidad consumida de sorgo disminuyera 0.041%, lo que repercute en una disminución de 0.127% en el saldo de comercio exterior.

La Gráfica 5.9 muestra el saldo de comercio exterior observado y predicho, resultado de los datos estimados del programa de cómputo utilizado.

Cuadro 5.9. Saldo de comercio exterior en toneladas observado y predicho, 1980-2013



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo F

5.4 Escenarios de mercado

La obtención de las elasticidades permite medir el efecto que tienen los cambios en las variables predeterminadas sobre la oferta y la demanda del sorgo. De esta manera se pueden establecer escenarios con el objetivo de observar la magnitud de dichos cambios.

Si se considera el concepto de elasticidad como:

$$E = \Delta\%Y / \Delta\%X$$

Donde:

E = Elasticidad correspondiente

$\Delta\%Y$ = Cambio porcentual en la variable dependiente

$\Delta\%X$ = Cambio porcentual en la variable independiente

Despejando $\Delta\%Y$, tenemos:

$$\Delta\%Y = \Delta\%X (E)$$

5.4.1 Efecto sobre la oferta de sorgo

El análisis se realiza con las elasticidades de la forma reducida, debido a que es aquí donde se observa el efecto encadenado de las variables.

El precio medio rural real del sorgo en riego al igual que el de temporal presenta una tendencia a la baja en los últimos veinte años del período de análisis (Cuadro 5.8). Considerando la TCMA de - 0.765% para el precio en riego y una disminución de 0.903% para el precio en temporal, entonces:

$$\Delta\% \text{OFER SOR RIEGO} = (-0.765) (0.383) = -0.293\%$$

$$\Delta\% \text{OFER SOR TEMPORAL} = (-0.903) (0.602) = -0.460\%$$

Se esperaría una disminución en la oferta de sorgo en riego de alrededor de 0.293%, mientras que en temporal disminuirá 0.460% y un aumento en el saldo de comercio exterior en 0.240% en riego y un aumento de 0.681% en temporal.

El precio de importación de sorgo transfiere su efecto mediante los distintos niveles de mercado y hasta la demanda. Si se considera como indica el dato del precio de importación de sorgo, aumenta 2%, el resultado sería de un aumento de 0.03% en riego y 0.03 en temporal y de una disminución en el saldo de comercio de 0.4% (857,520) toneladas.

5.4.2 Efecto sobre la demanda de sorgo

Un aumento del precio de importación en 2%, *ceteris paribus*, disminuiría el consumo interno en alrededor de 0.11%, y el efecto en el saldo de comercio exterior sería de -0.4%.

Si se considera que el precio al mayoreo del maíz presenta una reducción del 0.20%, se esperaría una disminución de la cantidad demanda de 1% y una reducción en el saldo de comercio exterior del 3% (64,314) toneladas.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos se afirma que los productores de sorgo sí responden a los precios de los insumos agrícolas. La magnitud del coeficiente del precio de los plaguicidas en la oferta presenta el signo esperado y estadísticamente es significativo para la producción de sorgo en temporal y ligeramente menos significativo en riego.

Los factores que, con base en los resultados del modelo, determinan la producción de sorgo son: el precio esperado medio rural del sorgo rezagado un año, el precio medio rural del maíz real rezagado un año como producto competitivo del sorgo, los precios del fertilizante, de los plaguicidas, la disponibilidad de agua para riego o la precipitación pluvial según sea el caso de riego o temporal.

La elasticidad precio de la oferta en temporal y riego de sorgo tiende a ser inelástica, resultando más inelástica la de riego. La respuesta de la producción de sorgo está limitada por la disponibilidad de agua para riego en las presas y en temporal por la precipitación pluvial.

Por el lado de la demanda, las variables que la determinan son el precio al mayoreo de sorgo, el precio al mayoreo de la pasta de soya como complementario, el precio al mayoreo de maíz como sustituto del sorgo y la cantidad producida de alimento balanceado.

La demanda de sorgo es abastecida por la producción nacional en 67% y por las importaciones en 33% de este grano. Es por esto que el precio de importación tiene un alto efecto sobre el mercado de sorgo.

El precio al mayoreo de sorgo influye en forma directa en el precio medio rural de este forraje, el cual a su vez afecta a la cantidad ofrecida. De igual forma el precio de importación y el costo de transporte ejercen una influencia directa sobre el precio al mayoreo.

Los resultados indican que si en México no se implementan políticas públicas para impulsar la producción de sorgo, seguirá importando volúmenes crecientes para satisfacer la demanda que requiere la producción de alimento balanceado para aves y porcinos.

6.2 Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos se propone impulsar el desarrollo de la industria nacional de fertilizantes, además de promover el establecimiento y uso de laboratorios de análisis de suelo, para un mejor uso de los fertilizantes en cuanto a cantidad por hectárea y fórmulas apropiadas a cada tipo de suelo.

El sorgo y el maíz son sustitutos en las raciones para animales por lo cual se hace recomendable intensificar el cultivo del sorgo en el país a fin de satisfacer la demanda de granos para la elaboración de alimentos para el ganado y así disminuir las fuertes importaciones de este grano forrajero.

Por su parte INIFAP (2008), comenta que la escasez de agua en los Distritos de Riego del norte de Tamaulipas ha originado que se incremente la siembra de sorgo para grano, debido a que es un cultivo que resiste más las deficiencias de agua, comparado con el maíz. Aun así, se recomienda hacer un uso más eficiente del agua utilizando sistemas de siembra en surcos ultrestrechos (17 cm de separación entre surcos) en alrededor de las 100 mil hectáreas que se siembran de sorgo, tecnología que permite el mejor aprovechamiento del suelo y del agua, originando un mejor crecimiento y desarrollo del cultivo, con lo cual se incrementa hasta en 106% del rendimiento de grano por hectárea y los costos de producción se reducen en 12-18%.

7. BIBLIOGRAFÍA

Alvarenga L.E.J.L. 1992. Evaluación de la política comercial y subsidios en México: Caso el maíz. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Edo de México.

ASERCA. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. 1997. El Sorgo mexicano: entre la autosuficiencia y la dependencia externa. Revista Claridades Agropecuarias. Número 46. México, D.F.

Cámara de Diputados. 2016. Comercialización, principal riesgo para productores de maíz, sorgo y trigo en México: CEDRSSA. <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/esl/Comunicacion/Boletines/> (Consulta: Mayo 2016)

Calvo *et al.* 2005. El modelo de Expectativas adaptativas como mejor método para estimar la variable precio del grano en el modelo de equilibrio parcial para girasol. Revista de Economía y Estadística Vol XLIII(2). Instituto de Economía y Finanzas – Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 2015. <http://www.conagua.gob.mx>

CONASAMI. Comisión Nacional de Salarios Mínimos. 2015. <http://www.conasami.gob.mx> (Consulta: Abril 2015)

FAOSTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <http://foostat.fao.org> (Consulta: Mayo 2015)

FIRA. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. 2007. Análisis de rentabilidad P-V 2006 y Costos de cultivo P-V 2007. Dirección de Consultoría de Agronegocios. Dirección Regional Occidente. Residencia Estatal Guanajuato. Obtenido en <http://www.fira.gob.mx> (Consulta: Abril 2015)

FIRA. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. 2015. Panorama Agroalimentario. Sorgo 2015. Dirección de Investigación y Evaluación Económica Sectorial. Obtenido en <http://www.fira.gob.mx>

Financiera Rural. 2011. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial. Monografía de Sorgo. Obtenido en <http://financierarural.gob.mx> (Consulta: Abril 2016)

Fundación Produce Querétaro. 2003. Plan Estratégico de Investigación y Transferencia de Tecnología. Cadena Agroalimentaria de Sorgo. Etapa II: Identificación de las demandas tecnológicas de la cadena agroalimentaria de sorgo. Querétaro, México. 63 pp

García M.R. 2001. Un modelo econométrico del mercado de la carne en canal de porcino en México, 1960 – 2000. Tesis de Doctorado. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Edo de México, ISEI – Economía

García M., R., J.A. García S., R.C. García S. 2003. Teoría del Mercado de Productos Agrícolas. Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática, Programa de Posgrado en Economía. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. 382 p.

García J. G. 1991. Un Modelo Econométrico del Mercado de Sorgo en México 1964-1987 con Oferta en riego y temporal. Tesis de maestría. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Edo de México. 137 p

Gujarati D.N. 2010. Econometría. 5ta Edición. McGraw-Hill. México. DF 921p.

Hernández M. J., M. M. J. N., R. R. R., R. A. O, G. R. F., A. P. B., R. R. S., G. S. J. A., C. J. D., Elaboración de mezclas de fertilizantes para papa y maíz en el Valle de Toluca, Estado de México. Revista Mexicana de Agronegocios. 2008, XII (julio-diciembre)

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2015. <http://www.inegi.org.mx/> (Consulta: Junio 2015)

INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2008. Ficha tecnológica por Sistema Producto Sorgo. Folleto técnico: Siembra de sorgo para grano en surcos ultraestrechos.

McConnell, C.R. y B. Stanley L. 1997. Economía. McGraw-Hill. Madrid, España. 110 pp.

Molina G. J. N., García S., J. A., Chalita T., L. E. y Pérez S., F. Efecto de PROCAMPO sobre la producción y las importaciones de granos forrajeros en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 2012, vol.3, n.5.

O'Sullivan A, Sheffrin M S. 2004. Economía Principios e Instrumentos. Tercera Edición. Prentice Hall. Madrid. 872 páginas.

Ramírez G., A., R. García D., y J.A. Matus G. 2003. Un modelo de ecuaciones simultáneas para el mercado de la carne de pollo en México, 1970 – 1998. Agrociencia 37: 73-84.

Ramírez-Jaspeado, R, García-Salazar, JA, JS, Mora-Flores, y García-Mata, R. (2010). Efectos del tratado de libre comercio de América del Norte sobre la producción de leche en México. Universidad y ciencia, 26(3), 283-292.

Rebollar R.S., J.A. García S., M.A. Martínez D., y J.M. Salas G. 2004. Evaluación de la política comercial sobre el mercado de sorgo en México, 2000. Agrociencia 38: 249-260.

Rebollar R.S. 2003. Evaluación de la política comercial y cambiaria sobre el mercado de sorgo en México. Tesis Doctoral. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Colegio de Posgraduados, Estado de México. 133 p.

Rebollar S, H. M. J, R. R. R, C. J. D, R. L. G, G. S. E. La programación lineal en la elaboración de mezclas de fertilizantes. [serial online]. 2008.

Rojas R. M.M. 2005. Modelo econométrico del mercado del huevo en México, 1960-2003. Tesis de maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México. 133 p.

Rossetti, 1991. Introducción a la Economía. Decimoquinta Edición. Universidad Mackenzie, Sao Paulo, Brasil. 722 pp.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 18 de Mayo 2015. Comunicado de prensa No. 335/15.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 24 de Enero 2015. Comunicado de prensa No. 055/15.

SAS. 2015. The SAS (Statistical Analysis System) System for Windows V. 9.0. Sas Institute Inc. Cary, N.C. USA.

SAT. Servicio de Administración Tributaria. 2015. Información. <http://www.sat.gob.mx/> (Consulta: Mayo 2015).

SIACON. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2015. <http://www.siap.gob.mx/> (Consulta: Mayo 2015).

SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2015. <http://www.siap.gob.mx/> (Consulta: Mayo 2015)

SIAVI. Sistema de Información Comercial Vía Internet. 2015. <http://www.economia-snci.gob.mx/> (Consulta: Mayo 2015)

SNIM. Sistema Nacional de Información de Mercados. Precios de Mercado. 2015. <http://www.economia-sniim.gob.mx> (Consulta: Junio 2015)

SMN. Servicio Meteorológico Nacional. 2015. Climatología. <http://www.smn.cna.gob.mx> (Consulta: Mayo 2015)

Stamer H. 1969. Teoría del mercado agrario, factores determinantes y tendencia del mercado. Editorial Academia. España. 85 pp.

Stiglitz, J. 1994. Economía. Editorial Ariel, Barcelona, España. 85 pp.

Pindyck, R.S. y D. Rubinfeld L. 2003. Microeconomía. 5ta edición. Prentice Hall. Bogotá, Colombia. 78 pp.

Tomek, W.G., y Kaiser H.M. 2014. Agricultural Product Prices. Fifth Edition. Cornell University Press. Ithaca, New York. 394 p.

Tlapa, R. C.C. 2005. El mercado de sorgo en México 1977-2003. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática (ISEI). Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México. 101 p.

USDA. United States Department of Agriculture Economic Research Service. 2015 <http://www.ers.usda.gov> (Consulta: Junio 2015)

USDA. Foreign Agricultural Service. Mexico Feed and Grain Annual. (Consulta: 18 de Mayo de 2015)

8. ANEXOS

ANEXO A

A-I. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS Y

ESTADÍSTICAS BÁSICAS DEL MODELO

QPSRI= Cantidad producida de sorgo en riego en toneladas.

QPSTE= Cantidad producida de sorgo en temporal en toneladas.

QDS= Cantidad demandada de sorgo en toneladas.

PMERSRIRL= Precio medio rural real del sorgo en riego en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPA base 2010=100.

PMERSRIR= Precio medio rural real del sorgo en riego en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPA base 2010=100.

PMERMRI: Precio medio rural del maíz en riego nominal en pesos por tonelada.

PMERMIRL= Precio medio rural real del maíz en riego en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPA base 2010=100.

PPLAG: Precio de plaguicidas nominal en pesos por tonelada.

PPLAGR= Precio de los plaguicidas real en pesos por tonelada, deflactado con el INPA base 2010=100.

PPLAGRL= Precio de los plaguicidas real en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPA base 2010=100.

SMG: Salario mínimo general nominal en pesos por jornal.

SMGRL= Salario mínimo general real en pesos por jornal en el año t-1, deflactado con el IPIB base 2010=100.

PFERRL= Precio del fertilizante real en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el IPIB base 2010=100.

PMERSTE: Precio medio rural del sorgo en temporal en pesos por tonelada.

PMERSTERL= Precio medio rural real del sorgo en temporal en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPA base 2010=100.

PMERSTER= Precio medio rural real del sorgo en temporal en pesos por tonelada, deflactado con el INPA base 2010=100.

PMERMTE: Precio medio rural del maíz nominal en temporal en pesos por tonelada.

PMERMTERL= Precio medio rural real del maíz en temporal en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPA base 2010=100.

PFER: Precio del fertilizante nominal en pesos por tonelada.

PFERR= Precio del fertilizante real en pesos por tonelada, deflactado con el IPIB base 2010=100.

PMERSRIR= Precio medio rural real de sorgo en riego en pesos por tonelada, deflactado con el INPA base 2010=100.

PMS: Precio al mayoreo de sorgo nominal en pesos por tonelada.

PMSR= Precio al mayoreo de sorgo real en pesos por tonelada, deflactado con el INPA base 2010=100.

PMERSRI: Precio medio rural del sorgo nominal en riego en pesos por tonelada.

PMERSRIRL= Precio medio rural real de sorgo en riego en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPA base 2010=100.

PMERSTER= Precio medio rural real de sorgo en temporal en pesos por tonelada, deflactado con el INPA base 2010=100.

PMERSTERL= Precio medio rural real de sorgo en temporal en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPA base 2010=100.

PIMS: Precio de importación del sorgo nominal en pesos por tonelada.

PMSR= Precio de importación real sorgo en pesos por tonelada, deflactado con el IPIB base 2010=100.

CTRANSPO: Precio del diesel nominal en pesos por metro cúbico.

CTRANSPOR= Costo de transporte real en pesos por tonelada, deflactado con el INPC base 2010=100.

PMSRL= Precio al mayoreo real de sorgo en pesos por tonelada en el año t-1, deflactado con el INPC base 2010=100.

PMPS: Precio al mayoreo de la pasta de soya nominal en pesos por tonelada.

PMPSR= Precio al mayoreo real de la pasta de soya en pesos por tonelada, deflactado con el IPIB base 2010=100.

PMM: Precio al mayoreo de maíz nominal en pesos por tonelada.

PMMR= Precio al mayoreo real de maíz en pesos por tonelada, deflactado con el INPA base 2010=100.

QPAB= Cantidad producida de alimento balanceado en toneladas.

DAR= Disponibilidad de agua para riego en millones de metros cúbicos.

PPA= Precipitación pluvial anual promedio en milímetros.

IMPS: Importaciones de sorgo en toneladas.

EXPS: Exportaciones de sorgo en toneladas.

INPC: Índice nacional de precio al consumidor. Base 2010.

INPA: Índice nacional de precio a la agricultura. Base 2010.

IPIB: Índice de precios implícito del producto interno bruto. Base 2010.

A-II. ESTADÍSTICAS BÁSICAS PARA EL MODELO

T	QPST	QDS	IMPS	EXPS	PPA	DAR	SMG	SMGR
1980	4689445	6942427	2255028	2046	750	29509	0.141	180.269
1981	6086354	8872905	2788819	2268	923	30502	0.183	181.643
1982	4718711	6188587	1477872	7996	670	33154	0.311	207.667
1983	4867294	8175496	3308202	0	830	29393	0.443	152.582
1984	5038581	7785133	2746552	0	893	32145	0.681	135.033
1985	6596708	8850509	2254751	950	771	31805	1.052	129.470
1986	4835675	5601650	766800	825	748	23093	1.887	113.374
1987	6317250	7068110	751936	1076	689	29099	4.286	101.400
1988	5893595	7040198	1147288	685	766	27787	7.251	98.390
1989	5002072	7676258	2674186	0	692	26475	8.547	91.590
1990	5978162	8838266	2860827	723	878	28750	10.940	83.677
1991	4307792	7467350	3200387	40829	796	30337	12.255	79.943
1992	5353223	10080470	4727247	0	809	31377	12.255	69.008
1993	2581072	6326261	3745189	0	860	22175	13.193	71.682
1994	3701120	7175837	3474746	29	718	19660	14.117	71.493
1995	4169898	6262287	2092492	103	767	23093	16.878	61.526
1996	6809490	8792488	1982998	0	664	26475	22.675	64.861
1997	5711564	7900024	2188522	62	692	28750	22.675	57.558
1998	6474842	9721665	3246933	110	741	29684	30.050	59.222
1999	5720343	10285906	4566257	694	754	24794	30.050	61.572
2000	5842308	10984316	5142019	11	765	27466	35.233	67.359
2001	6566535	11598674	5032147	8	766	24807	38.051	70.299
2002	5205943	9922697	4716754	0	739	23500	40.183	67.303
2003	6759121	10140463	3381352	10	796	25142	41.933	69.221
2004	7004354	10163683	3159339	10	872	23702	43.693	67.631
2005	5524384	8544856	3020472	1	788	28577	45.401	65.106
2006	5518518	8143059	2624558	18	808	30401	47.213	60.813
2007	6202920	8081329	1878474	65	812	29160	49.057	59.838
2008	6593050	8146436	1553426	40	901	31052	51.017	54.959
2009	6108085	8604951	2496911	45	723	32219	53.337	56.559
2010	6940225	9192719	2252516	22	962	28034	55.923	55.923
2011	6429311	8809498	2380276	89	697	34776	58.060	55.288
2012	6969502	8695695	1726232	39	742	25676	60.500	51.424
2013	6308146	7513609	1206062	599	921	25611	63.120	55.918

T	PFER	PFERR	PIMS	PIMSR	QPAB	PMM	PMMR	PMPS	PMPSR
1980	7.34	9384.208	3.172	4055.051	1182	6.37	8365.00	8	10036
1981	8.39	8327.777	2.714	2694.279	1301	6.29	6444.57	9	9132
1982	14.52	9695.559	6.912	4615.719	1319	9.18	5923.25	19	12747
1983	26.87	9254.813	19.109	6581.840	1285	22.39	7141.03	30	10333
1984	108.45	21504.075	19.958	3957.395	1207	31.68	6109.05	46	9032
1985	190.03	23387.036	27.841	3426.382	1145	58.36	7134.53	64	7865
1986	271.62	16319.355	45.125	2711.207	980	91.59	6012.33	180	10815
1987	353.2	8356.146	122.069	2887.965	807	224.56	6358.72	330	7807
1988	434.78	5899.594	242.484	3290.307	819	549.58	7266.48	883	11975
1989	520.68	5579.625	260.514	2791.675	917	644.31	7098.60	863	9243
1990	672.85	5146.471	291.090	2226.480	864	741.10	6446.78	860	6578
1991	1203.93	7853.567	322.844	2105.998	914	830.10	5886.88	913	5955
1992	971.98	5473.264	291.162	1639.546	1113	883.40	5423.76	927	5223
1993	971.98	5281.063	336.462	1828.099	1104	868.10	4856.27	1100	5977
1994	1143	5788.555	344.932	1746.857	1069	873.70	4569.31	945	4786
1995	1316	4797.235	1018.144	3711.456	989	995.20	3855.38	1661	6055
1996	2020	5778.103	842.836	2410.887	1043	1890.10	5448.94	1800	5149
1997	2092	5310.297	830.779	2108.837	1132	1172.41	2801.99	2078	5274
1998	1849	3643.985	800.493	1577.601	1488	1858.08	3830.55	1906	3756
1999	1859	3809.065	797.694	1634.465	1682	1930.77	3414.15	1967	4031
2000	1989.33	3803.248	880.512	1683.383	1729	1872.56	3024.18	2363	4517
2001	2161.38	3993.140	893.275	1650.322	1670	1914.06	2906.15	2140	3954
2002	2105.84	3527.089	1067.512	1787.984	1690	1996.11	2885.56	2470	4137
2003	2646.83	4369.231	1296.305	2139.864	1509	2196.25	3036.80	3725	6149
2004	3419.6	5293.095	1100.068	1702.762	1560	2346.69	3099.50	2340	3622
2005	3832.96	5496.533	1209.766	1734.826	1608	2196.43	2789.78	3245	4653
2006	3922.98	5053.000	1775.731	2287.233	1570	2584.42	3167.61	3075	3961
2007	4849.31	5915.050	2363.348	2882.744	1595	3448.55	4065.47	4050	4940
2008	7941.89	8555.489	1765.000	1901.366	1680	3751.87	4015.32	4800	5171
2009	6674.71	7077.978	2302.704	2441.827	1635	3886.43	3950.20	6600	6999
2010	6109.75	6109.750	3319.683	3319.683	1678	3875.69	3875.69	6050	6050
2011	7344.14	6993.557	3378.409	3217.136	1800	5484.03	4529.80	5500	5237
2012	8670.55	7369.854	3674.510	3123.285	1683	5988.91	4775.66	7380	6273
2013	8067.71	7147.156	2683.248	2377.080	1711	5289.34	4058.64	7050	6246

T	PMS	PMSR	INPC	INPA	IPIB	QPSRI	PMERSRI	PMERSRIR
1980	4	4921	0.0813	0.0762	0.0782	1345948	3.24	4254.72
1981	5	4833	0.1034	0.0976	0.1007	2494215	4.00	4098.30
1982	9	5401	0.1666	0.1550	0.1498	1784232	5.21	3361.67
1983	21	6554	0.3204	0.3135	0.2903	1365518	11.67	3722.01
1984	32	6794	0.4710	0.5186	0.5043	1707285	21.38	4122.84
1985	43	5373	0.8003	0.8180	0.8125	2506332	30.52	3731.08
1986	107	8150	1.3129	1.5234	1.6644	872418	55.58	3648.49
1987	245	7729	3.1698	3.5315	4.2268	2099618	123.59	3499.62
1988	387	6063	6.3834	7.5632	7.3697	2021431	241.77	3196.65
1989	418	5163	8.0965	9.0766	9.3318	1143188	287.06	3162.64
1990	478	4614	10.3598	11.4957	13.0740	1852442	357.69	3111.52
1991	491	3836	12.7981	14.1008	15.3297	1549750	411.98	2921.67
1992	415	2822	14.7050	16.2876	17.7587	2458236	415.72	2552.37
1993	720	4465	16.1243	17.8759	18.4050	1190375	415.04	2321.79
1994	918	5250	17.4872	19.1211	19.7459	1626261	402.61	2105.58
1995	1535	6362	24.1270	25.8133	27.4325	907969	688.40	2666.84
1996	1075	3415	31.4795	34.6875	34.9596	2305974	1435.24	4137.63
1997	1147	3095	37.0627	41.8420	39.3952	2362019	1008.30	2409.78
1998	1213	2835	42.7896	48.5068	50.7412	2259397	996.63	2054.62
1999	1187	2411	49.2356	56.5519	48.8046	2022086	1002.52	1772.74
2000	1040	1883	55.2251	61.9196	52.3061	2371582	1001.29	1617.08
2001	1200	2052	58.4762	65.8625	54.1273	2190740	1044.26	1585.52
2002	1330	2127	62.5214	69.1758	59.7048	1549015	966.18	1396.70
2003	1440	2121	67.8794	72.3212	60.5789	2680050	1250.38	1728.93
2004	1670	2252	74.1506	75.7119	64.6049	3181203	1377.68	1819.64
2005	1470	1916	76.7253	78.7313	69.7341	2163287	1074.11	1364.27
2006	1650	2016	81.8310	81.5888	77.6366	2151906	1308.35	1603.59
2007	2110	2412	87.4791	84.8253	81.9826	2543297	1836.19	2164.67
2008	2470	2733	90.3872	93.4390	92.8280	2322739	2433.59	2604.47
2009	2670	2796	95.4899	98.3857	94.3025	2804583	2084.65	2118.85
2010	2710	2710	100.0000	100.0000	100.0000	2930533	2075.40	2075.40
2011	3980	3857	103.1903	121.0656	105.0129	3374882	3346.90	2764.53
2012	4220	3820	110.4572	125.4049	117.6489	3351980	3268.64	2606.47
2013	3910	3562	109.7792	130.3230	112.8800	2538317	3112.74	2388.48

T	QPSTE	PMERSTE	PMERSTER	PMERMRI	PMERMRI R
1980	3343497	3.58	4701.21	4	5831
1981	3592139	3.92	4016.33	6	6568
1982	2934479	7.87	5077.99	9	5543
1983	3501776	12.92	4120.68	16	5106
1984	3331296	26.58	5125.58	28	5326
1985	4090376	38.62	4721.31	43	5247
1986	3963257	72.95	4788.72	58	3822
1987	4217632	180.69	5116.48	169	4785
1988	3872164	274.90	3634.69	325	4300
1989	3858884	291.76	3214.43	383	4224
1990	4125720	345.21	3002.96	507	4413
1991	2758042	439.18	3114.57	664	4705
1992	2894987	459.97	2824.05	746	4580
1993	1390697	432.91	2421.76	753	4215
1994	2074859	419.73	2195.12	670	3501
1995	3261929	1030.84	3993.45	739	2864
1996	4503516	949.39	2736.98	1698	4896
1997	3349545	1002.64	2396.25	1463	3495
1998	4215445	1032.03	2127.60	1347	2777
1999	3698257	966.42	1708.91	1392	2461
2000	3470725	1044.33	1686.59	1528	2468
2001	4375795	1044.21	1585.44	1196	1817
2002	3656928	1311.49	1895.88	1219	1763
2003	4079070	1304.44	1803.68	1439	1990
2004	3823151	1318.12	1740.97	1577	2082
2005	3361098	1270.66	1613.92	1358	1725
2006	3366612	1734.88	2126.37	1513	1854
2007	3659623	1934.97	2281.12	2347	2766
2008	4270311	2245.17	2402.82	2790	2985
2009	3303502	2239.76	2276.51	2689	2733
2010	4009692	2406.38	2406.38	2351	2351
2011	3054429	3382.84	2794.22	3669	3030
2012	3617522	3412.98	2721.57	3999	3189
2013	3769829	2690.63	2064.59	3384	2597

T	PMERMTE	PMERMTER	CTRANSPO	CTRANSPOR	PPLAG	PPLAGR
1980	5	6658	1	1230.35	15	19737
1981	7	7121	2.5	2416.64	17	17295
1982	10	6394	10	6001.61	27	17357
1983	19	5961	19	5929.44	70	22313
1984	35	6657	26	5520.03	106	20406
1985	54	6573	61.1	7634.89	153	18696
1986	96	6270	140	10663.02	301	19744
1987	258	7297	445	14038.59	789	22340
1988	377	4986	445	6971.17	1645	21745
1989	471	5193	470	5804.97	2020	22258
1990	622	5410	565	5453.78	2678	23292
1991	715	5071	620	4844.46	3144	22295
1992	767	4707	740	5032.29	3691	22663
1993	778	4351	965	5984.77	4334	24245
1994	660	3451	1040	5947.20	4673	24440
1995	1203	4660	1720	7128.94	5039	19521
1996	1395	4020	2220	7052.21	5750	16577
1997	1339	3199	2670	7204.02	5837	13949
1998	1476	3043	3350	7829.00	6829	14079
1999	1471	2601	3759	7634.72	7363	13019
2000	1509	2438	4182	7572.64	7555	12201
2001	1504	2283	4523	7734.77	8500	12906
2002	1574	2275	4762	7616.60	9100	13155
2003	1665	2303	4988	7348.32	9800	13551
2004	1731	2286	5090	6864.41	11000	14529
2005	1713	2175	5243	6833.47	11200	14226
2006	2231	2735	5447	6656.40	11000	13482
2007	2513	2963	5848	6685.03	14000	16505
2008	2835	3034	6354	7029.75	13700	14662
2009	2923	2971	7840	8210.29	15800	16059
2010	3022	3022	9120	9120.00	14500	14500
2011	4127	3409	10090	9778.05	17300	14290
2012	4028	3212	11170	10112.52	18000	14354
2013	3360	2578	12490	11377.38	21000	16114

ANEXO B

B-I. FORMA ESTRUCTURAL DEL MODELO

B-I.1. PROGRAMA SAS DEL MODELO ECONOMÉTRICO DEL MERCADO DE SORGO

```
DATA UNO;
INPUT T QPST QDS IMPS EXPS;
CARDS;
...
;

DATA DOS;
INPUT T PPA DAR SMG PFER PIMS QPAB;
CARDS;
...
;

DATA TRES;
INPUT T PMM PMPS PMS INPC INPA IPIB;
CARDS;
...
;

DATA CUATRO;
INPUT T QPSRI PMERSRI QPSTE PMERSTE;
CARDS;
...
;

DATA CINCO;
INPUT T PMERMRI PMERMTE CTRANSPO PPLAG;
CARDS;
...
;

DATA SORGO; MERGE UNO DOS TRES CUATRO CINCO; BY T;
PFERR=(PFER/IPIB)*100; PFERRL=LAG(PFERR);
SMGR=(SMG/IPIB)*100; SMGRL=LAG(SMGR);
PMERM=(PMERM/INPA)*100; PMERMRL=LAG(PMERM);
PMERSR=(PMERS/INPA)*100; PMERSRL=LAG(PMERSR);
PMSR=(PMS/INPC)*100; PMSRL=LAG(PMSR);
PMERSRIR=(PMERSRI/INPA)*100; PMERSRIRL=LAG(PMERSRIR);
PMERMIR=(PMERMRI/INPA)*100; PMERMIRL=LAG(PMERMIR);
PMERSTER=(PMERSTE/INPA)*100; PMERSTERL=LAG(PMERSTER);
PMERMTER=(PMERMTE/INPA)*100; PMERMTERL=LAG(PMERMTER)*100;
CTRANSPO=(CTRANSPO/INPC)*100;
PPLAGR=(PPLAG/INPA)*100; PPLAGR=LAG(PPLAGR);
PMMR=(PMM/INPA)*100;
PMPSR=(PMPS/IPIB)*100;
PIMSR=(PIMS/IPIB)*100;
QDSL=LAG(QDS);
SCS=QDS-QPST;
```

```

SCO=EXPS-IMPS;
PROC PRINT;
PROC MEANS;
PROC SYSLIN 2SLS DATA=SORGO OUTEST=B REDUCED OUT=SORGO1;
ENDOGENOUS QPST QPSRI QPSTE PMERSRIR PMERSTER QDS SCS;
INSTRUMENTS PMERMRL DAR PFERRL PMERSRIRL PMERMIRL PMERSTERL PMERMTERL
SMGRL PPA PMSR PMSRL PMPSR PMMR PMERSRL QDSL CTRANSPOR PPLAGRL QPAB;
OFERTOT: IDENTITY QPST= QPSRI + QPSTE;
OFERSRIE: MODEL QPSRI=PMERSRIR + PMERSRIRL PMERMIRL DAR PPLAGRL SMGRL
PFERRL /DW; OUTPUT P=OFERI;
OFERSTEM: MODEL QPSTE=PMERSTER + PMERSTERL PMERMTERL PFERR PPA PPLAGR/DW;
OUTPUT P=OFETE;
PRECMERUR: MODEL PMERSRIR=PMSR PMERSRIRL/DW ; OUTPUT P=PMERSORGORI;
PRECMERUT: MODEL PMERSTER=PMSR PMERSTERL/DW ; OUTPUT P=PMERSORGOTE;
PRECMAYS: MODEL PMSR=PMSR CTRANSPOR PMSRL /DW; OUTPUT P=PMSOR;
DEMANDA: MODEL QDS=PMSR PMPSR PMMR QPAB/DW; OUTPUT P=DEM;
SALDO: IDENTITY SCS=QDS-QPST;
RUN;
PROC PRINT DATA=SORGO1;
VAR T OFERI OFETE PMERSORGORI PMERSORGOTE DEM;
RUN;

```

B-I.2. SALIDA DEL PROGRAMA, ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MODELO

The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Model OFERSRIE
Dependent Variable QPSRI

Análisis de varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	7	7.834E12	1.119E12	5.02	0.0012
Error	25	5.57E12	2.228E11		
Corrected Total	32	1.331E13			

Root MSE 472005.907 R-Square 0.58447
Dependent Mean 2141904.85 Adj R-Sq 0.46812
Coeff Var 22.03674

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimadores de parámetros	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	1961714	857415.4	2.29	0.0309
PMERSRIR	1	198.2791	237.8977	0.83	0.4125
PMERSRIRL	1	330.3824	321.6823	1.03	0.3142
PMERMIRL	1	-207.768	231.3533	-0.90	0.3777
DAR	1	57.53307	27.51515	2.09	0.0469
PPLAGRL	1	-80.1589	38.54138	-2.08	0.0480
SMGRL	1	-6720.17	4052.248	-1.66	0.1097
PFERRL	1	-11.0452	24.31453	-0.45	0.6536

Durbin-Watson 2.04272
Number of Observations 33
First-Order Autocorrelation -0.048

Sistema SAS

14:09 Monday, August 9, 2016

The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Model OFERSTEM
Dependent Variable QPSTE

Análisis de varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	6	6.927E12	1.155E12	4.57	0.0027
Error	26	6.563E12	2.524E11		
Corrected Total	32	1.348E13			

Root MSE	502417.951	R-Square	0.51350
Dependent Mean	3559190.52	Adj R-Sq	0.40123
Coeff Var	14.11607		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimadores de parámetros	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	3713195	1014301	3.66	0.0011
PMERSTER	1	147.5066	199.7457	0.74	0.4668
PMERSTERL	1	931.2138	257.1027	3.62	0.0012
PMERMTERL	1	-5.31853	2.142333	-2.48	0.0198
PFERR	1	-30.8831	30.68609	-1.01	0.3235
PPLAGR	1	-83.5030	35.25350	-2.37	0.0256
PPA	1	723.4111	1195.697	0.61	0.5504

Durbin-Watson	1.496926
Number of Observations	33
First-Order Autocorrelation	0.225741

Sistema SAS 14:09 Monday, August 9, 2016

The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Model PRECMERU
Dependent Variable PMERSRIR

Análisis de varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	2	16827871	8413935	44.07	<.0001
Error	30	5727347	190911.6		
Corrected Total	32	22426142			

Root MSE	436.93430	R-Square	0.74607
----------	-----------	----------	---------

Dependent Mean	2619.28625	Adj R-Sq	0.72915
Coeff Var	16.68143		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimadores de parámetros	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	523.2941	246.2551	2.13	0.0419
PMSR	1	0.197624	0.063520	3.11	0.0041
PMERSIRL	1	0.489166	0.126860	3.86	0.0006

Durbin-Watson	2.201407
Number of Observations	33
First-Order Autocorrelation	-0.12711

Sistema SAS

14:09 Monday, August 9, 2016

The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Model	PRECMERU
Dependent Variable	PMERSTER

Análisis de varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	2	33578780	16789390	77.75	<.0001
Error	30	6477986	215932.9		
Corrected Total	32	40158199			

Root MSE	464.68578	R-Square	0.83828
Dependent Mean	2901.14859	Adj R-Sq	0.82750
Coeff Var	16.01730		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimadores de parámetros	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	362.3294	228.0376	1.59	0.1226
PMSR	1	0.386048	0.083048	4.65	<.0001

PMERSTERL	1	0.335899	0.127080	2.64	0.0129
-----------	---	----------	----------	------	--------

Durbin-Watson	1.978151
Number of Observations	33
First-Order Autocorrelation	-0.019

Sistema SAS 14:09 Monday, August 9, 2016

The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Model	PRECMAYS
Dependent Variable	PMSR

Análisis de varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	3	79811078	26603693	31.99	<.0001
Error	29	24118404	831669.1		
Corrected Total	32	1.0393E8			

Root MSE	911.95895	R-Square	0.76793
Dependent Mean	3982.63409	Adj R-Sq	0.74393
Coeff Var	22.89839		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimadores de parámetros	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	-614.269	719.6630	-0.85	0.4003
PIMSR	1	0.441016	0.175802	2.51	0.0180
CTRANSPOR	1	0.080321	0.076014	1.06	0.2994
PMSRL	1	0.709744	0.102291	6.94	<.0001

Durbin-Watson	2.04933
Number of Observations	33
First-Order Autocorrelation	-0.03667

The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Model DEMANDA
Dependent Variable QDS

Análisis de varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	4	3.751E13	9.377E12	9.86	<.0001
Error	28	2.663E13	9.509E11		
Corrected Total	32	6.495E13			

Root MSE 975163.037 R-Square 0.58485
Dependent Mean 8443981.36 Adj R-Sq 0.52554
Coeff Var 11.54862

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimadores de parámetros	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	7722300	1810698	4.26	0.0002
PMSR	1	-495.527	202.4134	-2.45	0.0209
PMPSR	1	-207.181	132.5584	-1.56	0.1293
PMMR	1	480.8943	228.4670	2.10	0.0444
QPAB	1	1310.627	861.8000	1.52	0.1395

Durbin-Watson 1.127118
Number of Observations 33
First-Order Autocorrelation 0.395907

ANEXO C

C-I. FORMA REDUCIDA DEL MODELO

C-I.1. FORMA REDUCIDA DEL MODELO ECONÓMICO DEL MERCADO DE SORGO EN MÉXICO

	Intercept	PMERSRIRL	PMERMIRL	DAR	PPLAGR	SMGRL
QPST	5773064	427.3737	-207.768	57.53307	-80.1589	-6720.17
QPSRI	2041402	427.3737	-207.768	57.53307	-80.1589	-6720.17
QPSTE	3731662	-355E-18	0	0	0	0
PMERSRIR	401.8999	0.489166	0	0	0	0
PMERSTER	125.1922	-241E-20	0	0	0	0
PMSR	-614.269	-624E-20	0	0	0	0
QDS	8026687	3.09E-15	0	0	0	0
SCS	2253623	-427.374	207.7681	-57.5331	80.15889	6720.168
	PFERRL	PMERSTERL	PMERMTERL	PFERR	PPLAGR	PPA
QPST	-11.0452	980.7612	-5.31853	-30.8831	-83.503	723.4111
QPSRI	-11.0452	1.81E-15	0	0	0	0
QPSTE	0	980.7612	-5.31853	-30.8831	-83.503	723.4111
PMERSRIR	0	9.15E-18	0	0	0	0
PMERSTER	0	0.335899	0	0	0	0
PMSR	0	-366E-20	0	0	0	0
QDS	0	1.81E-15	0	0	0	0
SCS	11.04521	-980.761	5.318534	30.8831	83.50301	-723.411
	PIMSR	CTRANSPOR	PMSRL	PMPSR	PMMR	QPAB
QPST	42.39454	7.721248	68.22723	2.3E-14	-534E-16	-145E-15
QPSRI	17.28106	3.147371	27.8111	2.56E-14	-595E-16	-162E-15
QPSTE	25.11348	4.573877	40.41613	-264E-17	6.14E-15	1.67E-14
PMERSRIR	0.087155	0.015873	0.140262	1.29E-16	-3E-16	-818E-18
PMERSTER	0.170253	0.031008	0.273995	-179E-19	4.16E-17	1.13E-16
PMSR	0.441016	0.080321	0.709744	-464E-19	1.08E-16	2.94E-16
QDS	-218.535	-39.8014	-351.697	-207.181	480.8943	1310.627
SCS	-260.93	-47.5227	-419.924	-207.181	480.8943	1310.627

ANEXO D

D-I. CÁLCULO DE LAS ELASTICIDADES DEL MODELO ECONÓMICO DEL MERCADO DE SORGO EN MÉXICO

D-I.1. ELASTICIDADES DE LA FORMA ESTRUCTURAL

- **Elasticidades de la oferta de sorgo en riego**

Período	$\partial QPSRI/\partial PMERSRIRL$	$PMERSRIRL/QPSRI$	$E_{QPSRI,PMERSRIRL}$
1980 - 1993	330.3828	3491.04/1742213.43	0.662
1994 - 2013	330.3828	2136.70/2381891	0.296
1980 - 2013	330.3824	2675.84/2118494.35	0.417

- **Elasticidades de la oferta de sorgo en temporal**

Período	$\partial QPSTE/\partial PMERSTERL$	$PMERSTERL/QPSTE$	$E_{QPSTE,PMERSTERL}$
1980 - 1993	931.2138	4112.23/3419639	1.120
1994 - 2013	931.2138	2236.51/3646091.9	0.571
1980 - 2013	931.2138	2981.05/3552846.59	0.781

- **Elasticidades de la demanda**

Período	$\partial QDS/\partial PMS$	$PMSR/QDS$	$E_{QDS,PMS}$
1980 - 1993	-495.527	5480.11/7636687.14	-0.356
1994 - 2013	-495.527	2981.27/8934009.60	-0.165
1980 - 2013	-495.527	4010.21/8399818	-0.237

- **Elasticidades de transmisión de precios**

Período	$\partial PMERSRIR/\partial PMSR$	$PMSR/PMERSRIR$	$E_{PMERSRIR}$
1980 - 1993	0.197624	5480.11/3407.53	0.318
1994 - 2013	0.197624	2981.27/2149.29	0.274
1980 - 2013	0.197624	4010.21/2667.39	0.297

Período	$\partial PMERSTER/\partial PMSR$	$PMSR/PMERSTER$	$E_{PMERSTER}$
1980 - 1993	0.386048	5480.11/4112.23	0.514
1994 - 2013	0.386048	2981.27/2227.92	0.517
1980 - 2013	0.386048	4010.21/2954.09	0.524

Período	$\partial\text{PMSR}/\partial\text{PINTSR}$	PIMSR/PMSR	E_{PIMSR}
1980 - 1993	0.441016	3200.82/5480.11	0.258
1994 - 2013	0.441016	2271.98/2981.27	0.336
1980 - 2013	0.441016	2654.44/4010.21	0.292

D-I.2. ELASTICIDADES DE LA FORMA REDUCIDA

Elasticidades de la oferta de sorgo en riego

Período	$\partial\text{QPSRI}/\partial\text{PMERSRIRL}$	PMERSRIRL/QPSRI	$E, \text{PMERSRI}$
1980 - 1993	427.374	3491.04/1742213.43	0.856

1994 - 2013	427.374	2136.70/2381891	0.383
1980 - 2013	427.374	2675.84/2118494.35	0.540

Período	$\partial QPSRI/\partial PMERMIRL$	PMERMIRL/QPSRI	E, PMERMRI
1980 - 1993	-207.768	4905.81/1742213.43	-0.585
1994 - 2013	-207.768	2671.10/2381891	-0.233
1980 - 2013	-207.768	3598.15/2118494.35	-0.353

Período	$\partial QPSRI/\partial DAR$	DAR/QPSRI	E, DAR
1980 - 1993	57.533	28971.5/1742213.43	0.957
1994 - 2013	57.533	27128.95/2381891	0.655
1980 - 2013	57.533	27887.65/2118494.35	0.757

Período	$\partial QPSRI/\partial PPLAGRL$	PPLAGRL/QPSRI	E, PLAGRL
1980 - 1993	-80.159	20797.44/1742213.43	-0.957
1994 - 2013	-80.159	15052.80/2381891	-0.507
1980 - 2013	-80.159	17594.39/2118494.35	-0.666

Período	$\partial QPSRI/\partial SMGRL$	SMGRL/QPSRI	E, SMGRL
1980 - 1993	-6720.170	124.92/1742213.43	-0.482
1994 - 2013	-6720.170	61.997/2381891	-0.175
1980 - 2013	-6720.170	87.08126/2118494.35	-0.276

Período	$\partial QPSRI/\partial PFERRL$	PFERRL/QPSRI	E, FERRL
1980 - 1993	-11.045	10475.5/1742213.43	-0.066
1994 - 2013	-11.045	5404.43/2381891	-0.025
1980 - 2013	-11.045	7398.39/2118494.35	-0.039

Período	$\partial QPSRI/\partial PIMSR$	PIMSR/QPSRI	E, PIMSR
1980 - 1993	17.281	3200.82/1742213.43	0.032
1994 - 2013	17.281	2271.98/2381891	0.016
1980 - 2013	17.281	2654.44/2118494.35	0.022

Período	$\partial QPSRI/\partial CTRANSPOR$	CTRANSPOR/QPSRI	E, CTRANSPOR
1980 - 1993	3.147	6252.05/1742213.43	0.011
1994 - 2013	3.147	7786.79/2381891	0.010
1980 - 2013	3.147	7154.84/2118494.35	0.011

Período	$\partial QPSRI/\partial PMSRL$	PMSRL/QPSRI	E, PMSRL
1980 - 1993	27.811	5558.17/1742213.43	0.089
1994 - 2013	27.811	2950.72/2381891	0.034
1980 - 2013	27.811	4023.80/2118494.35	0.053

Elasticidades de la oferta de sorgo en temporal

Período	$\partial QPSTE/\partial PMERSTERL$	PMERSTERL/QPSTE	E, PMERSTE
1980 - 1993	980.761	4112.23/3419639	1.179
1994 - 2013	980.761	2236.51/3646091.9	0.602
1980 - 2013	980.761	2981.05/3552846.59	0.823

Período	$\partial QPSTE/\partial PMERMTERL$	PMERMTERL/QPSTE	E, PMERMTE
1980 - 1993	-5.319	604404.74/3419639	-0.940
1994 - 2013	-5.319	295173.68/3646091.9	-0.431
1980 - 2013	-5.319	421235.92/3552846.59	-0.631

Período	$\partial QPSTE/\partial PFERR$	PFERR/QPSTE	E, FERR
1980 - 1993	-30.883	10104.47/3419639	-0.091
1994 - 2013	-30.883	5491.57/3646091.9	-0.047
1980 - 2013	-30.883	7391/3552846.59	-0.064

Período	$\partial QPSTE/\partial PPA$	PPA/QPSTE	E, PPA
1980 - 1993	723.411	791.071/3419639	0.167
1994 - 2013	723.411	781.4/3646091.9	0.155
1980 - 2013	723.411	785.3823/3552846.59	0.160

Período	$\partial QPSTE/\partial PPLAGR$	PPLAGR/QPSTE	E, PPLAGR
1980 - 1993	-83.503	21043.69/3419639	-0.514
1994 - 2013	-83.503	15105.85/3646091.9	-0.346
1980 - 2013	-83.503	17550.84/3552846.59	-0.412

Período	$\partial QPSTE/\partial PIMSR$	PIMSR/QPSTE	E, PIMSR
1980 - 1993	25.113	3200.82/3419639	0.024
1994 - 2013	25.113	2271.98/3646091.9	0.016
1980 - 2013	25.113	2654.44/3552846.59	0.019

Período	$\partial QPSTE/\partial CTRANSPOR$	CTRANSPOR/QPSTE	E, CTRANSPOR
1980 - 1993	4.574	6252.05/3419639	0.008
1994 - 2013	4.574	7786.79/3646091.9	0.010
1980 - 2013	4.574	7154.84/3552846.59	0.009

Período	$\partial QPSTE/\partial PMSRL$	PMSRL/QPSTE	E, PMSRL
1980 - 1993	40.416	5558.17/3419639	0.066
1994 - 2013	40.416	2950.72/3646091.9	0.033
1980 - 2013	40.416	4023.80/3552846.59	0.046

Elasticidades de la demanda

Período	$\partial QDS/\partial PMPSR$	PMPSR/QDS	E, PMPSR
1980 - 1993	-351.697	8768.61/7636687.14	-0.404
1994 - 2013	-351.697	5048/8934009.60	-0.199
1980 - 2013	-351.697	6580.02/8399818	-0.276

Período	$\partial QDS/\partial PMMR$	PMMR/QDS	E, PMMR
1980 - 1993	480.894	6461.95/7636687.14	0.407
1994 - 2013	480.894	3705.03/8934009.60	0.199
1980 - 2013	480.894	4840.23/8399818	0.277

Período	$\partial QDS/\partial QPAB$	QPAB/QDS	E, QPAB
1980 - 1993	1310.627	1068.36/7636687.14	0.183
1994 - 2013	1310.627	1526.05/8934009.60	0.224
1980 - 2013	1310.627	1337.59/8399818	0.209

Período	$\partial QDS/\partial PIMSR$	PIMSR/QDS	E, PIMSR
1980 - 1993	-218.535	3200.82/7636687.14	-0.092
1994 - 2013	-218.535	2271.98/8934009.60	-0.056
1980 - 2013	-218.535	2654.44/8399818	-0.069

Período	$\partial QDS/\partial CTRANSPOR$	CTRANSPOR/QDS	E, CTRANSPOR
1980 - 1993	-39.801	6252.05/7636687.14	-0.033
1994 - 2013	-39.801	7786.79/8934009.60	-0.035
1980 - 2013	-39.801	7154.84/8399818	-0.034

Período	$\partial QDS/\partial PMSRL$	PMSRL/QDS	E, PMSRL
1980 - 1993	-351.697	5558.17/7636687.14	-0.256
1994 - 2013	-351.697	2950.72/8934009.60	-0.116
1980 - 2013	-351.697	4023.80/8399818	-0.168

Elasticidades del saldo de comercio exterior

Período	$\partial SCS/\partial PMERSTERL$	PMERSTERL/SCS	E, SCS,PMERSTERL
1980 - 1993	-980.761	4112.23/2474834.71	-1.630
1994 - 2013	-980.761	2236.51/2906026.7	-0.755
1980 - 2013	-980.761	2981.05/2728477.06	-1.072

Período	$\partial SCS/\partial PMERMTEL$	PMERMTEL/SCS	E, SCS,PMERMTEL
1980 - 1993	5.319	604404.74/2474834.71	1.299
1994 - 2013	5.319	295173.68/2906026.7	0.540
1980 - 2013	5.319	421235.92/2728477.06	0.821

Período	$\partial SCS/\partial PMERSRIL$	PMERSRIL/SCS	E, SCS,PMERSRIL
1980 - 1993	-427.374	3491.04/2474834.71	-0.603
1994 - 2013	-427.374	2136.70/2906026.7	-0.314
1980 - 2013	-427.374	2812.09/2728477.06	-0.440

Período	$\partial SCS/\partial PMERMRL$	PMERMRL/SCS	E, SCS,PMERMRL
1980 - 1993	207.768	4905.81/2474834.71	0.412
1994 - 2013	207.768	2671.10/2906026.7	0.191
1980 - 2013	207.768	2812.09/2728477.06	0.214

Período	$\partial SCS/\partial DAR$	DAR/SCS	E, SCS,DAR
---------	-----------------------------	---------	------------

1980 - 1993	-57.533	28971.5/2474834.71	-0.674
1994 - 2013	-57.533	27128.95/2906026.7	-0.537
1980 - 2013	-57.533	27887.65/2728477.06	-0.588
Período	$\partial\text{SCS}/\partial\text{PPA}$	PPA/SCS	E, SCS,PPA
1980 - 1993	-723.411	791.071/2474834.71	-0.231
1994 - 2013	-723.411	781.4/2906026.7	-0.195
1980 - 2013	-723.411	785.382/2728477.06	-0.208
Período	$\partial\text{SCS}/\partial\text{PPLAGR}$	PPLAGR/SCS	E, SCS,PPLAGR
1980 - 1993	83.503	21043.69/2474834.71	0.710
1994 - 2013	83.503	15105.85/2906026.7	0.434
1980 - 2013	83.503	17550.84/2728477.06	0.537
Período	$\partial\text{SCS}/\partial\text{PPLAGRL}$	PPLAGRL/SCS	E, SCS,PPLAGRL
1980 - 1993	80.159	20797.44/2474834.71	0.674
1994 - 2013	80.159	15052.80/2906026.7	0.415
1980 - 2013	80.159	17594.39/2728477.06	0.517
Período	$\partial\text{SCS}/\partial\text{PFERRL}$	PFERRL/SCS	E, SCS,PFERRL
1980 - 1993	11.045	10475.5/2474834.71	0.047
1994 - 2013	11.045	5404.43/2906026.7	0.021
1980 - 2013	11.045	7398.39 /2728477.06	0.030
Período	$\partial\text{SCS}/\partial\text{PFERR}$	PFERR/SCS	E, SCS,PFERR
1980 - 1993	30.883	10104.47/2474834.71	0.126
1994 - 2013	30.883	5491.57/2906026.7	0.058
1980 - 2013	30.883	7391/2728477.06	0.084
Período	$\partial\text{SCS}/\partial\text{PIMSR}$	PIMSR/SCS	E, SCS,PIMSR
1980 - 1993	-260.930	3200.82/2474834.71	-0.337
1994 - 2013	-260.930	2271.98/2906026.7	-0.204
1980 - 2013	-260.930	2654.44/2728477.06	-0.254
Período	$\partial\text{SCS}/\partial\text{CTRANSPOR}$	CTRANSPOR/SCS	E, SCS,CTRANSPOR
1980 - 1993	-47.523	6252.05/2474834.71	-0.120
1994 - 2013	-47.523	7786.79/2906026.7	-0.127
1980 - 2013	-47.523	7154.84/2728477.06	-0.125

Período	$\partial\text{SCS}/\partial\text{PMSRL}$	PMSRL/SCS	E, SCS,PMSRL
1980 - 1993	-419.924	5558.17/2474834.71	-0.943
1994 - 2013	-419.924	2950.72/2906026.7	-0.426
1980 - 2013	-419.924	4023.8/2728477.06	-0.619

Período	$\partial\text{SCS}/\partial\text{PMMR}$	PMMR/SCS	E, SCS,PMMR
1980 - 1993	480.894	6461.95/2474834.71	1.256
1994 - 2013	480.894	3705.03/2906026.7	0.613
1980 - 2013	480.894	4840.23/2728477.06	0.853

Período	$\partial\text{SCS}/\partial\text{PMPSR}$	PMPSR/SCS	E, SCS,PMPSR
1980 - 1993	-207.181	8768.61/2474834.71	-0.734
1994 - 2013	-207.181	5048/2906026.7	-0.360
1980 - 2013	-207.181	6580.02/2728477.06	-0.500

Período	$\partial\text{SCS}/\partial\text{QPAB}$	QPAB/SCS	E, SCS,QPAB
1980 - 1993	1310.627	1068.36/2474834.71	0.566
1994 - 2013	1310.627	1526.05/2906026.7	0.688
1980 - 2013	1310.627	1337.59/2728477.06	0.643

Período	$\partial\text{SCS}/\partial\text{SMGRL}$	SMGRL/SCS	E, SCS,SMGRL
1980 - 1993	6720.168	124.92/2474834.71	0.339
1994 - 2013	6720.168	61.997/2906026.7	0.143
1980 - 2013	6720.168	87.0812/2728477.06	0.214

ANEXO E

E-I. CÁLCULO DE LOS INCERCEPTOS DE LA OFERTA DE RIEGO Y TEMPORAL, DEMANDA Y TRANSMISIONES DE PRECIOS, 1980 – 2013

E-I.1. Intercepto de la oferta precio estática de sorgo en riego, 1980-2013

Coeficiente	Variable	Promedio	Producto	Nuevos interceptos							
				2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	
198.27	PMERSRIR	2667.39	528863.42		528863.42	528863.42	528863.42	528863.42	528863.42	528863.42	528863.42
330.38	PMERSRIRL	2675.84	884044.02	884044.02		884044.02	884044.02	884044.02	884044.02	884044.02	884044.02
-207.76	PMERMIRL	3598.15	-747551.64	-747551.64	-747551.64		-747551.64	-747551.64	-747551.64	-747551.64	-747551.64
57.53	DAR	27887.65	1604376.50	1604376.50	1604376.50	1604376.50		1604376.50	1604376.50	1604376.50	1604376.50
-80.15	PPLAGRL	17594.29	-1410182.34	-1410182.34	-1410182.34	-1410182.34	-1410182.34		-1410182.34	-1410182.34	-1410182.34
-6720.17	SMGRL	87.08	-585200.91	-585200.91	-585200.91	-585200.91	-585200.91	-585200.91		-585200.91	-585200.91
-11.04	PFERRL	7398.39	-81678.23	-81678.23	-81678.23	-81678.23	-81678.23	-81678.23	-81678.23		-81678.23
1961714	INTERCEPTO			1961714.00	1961714.00	1961714.00	1961714.00	1961714.00	1961714.00	1961714.00	1961714.00
SUMA				1625521	1270341	2901936	550008	3564567	2739586		2236063

E-I.2. Intercepto de la oferta precio estática de sorgo en temporal, 1980-2013

Coeficiente	Variable	Promedio	Producto	Nuevos interceptos						
				2)	3)	4)	5)	6)	7)	
147.5	PMERSTER	2954.09	435728.28		435728.28	435728.28	435728.28	435728.28	435728.28	435728.28
931.21	PMERSTERL	2981.05	2775983.57	2775983.57		2775983.57	2775983.57	2775983.57	2775983.57	2775983.57
-5.31	PMERMTERL	421235.92	-2236762.74	-2236762.74	-2236762.74		-2236762.74	-2236762.74	-2236762.74	-2236762.74
-30.88	PFERR	7391.00	-228234.08	-228234.08	-228234.08			-228234.08	-228234.08	-228234.08
723.41	PPA	785.38	568153.45	568153.45	568153.45	568153.45	568153.45	568153.45		568153.45
-83.50	PPLAGR	17550.84	-1465495.14	-1465495.14	-1465495.14	-1465495.14	-1465495.14	-1465495.14	-1465495.14	
3726828	INTERCEPTO			3726828.00	3726828.00	3726828.00	3726828.00	3726828.00	3726828.00	3726828.00
	SUMA			3140473	800218	5812964	3804435	3008048		5041696

E-I.3. Intercepto de la demanda precio estática de sorgo, 1980-2013

Coeficiente	Variable	Promedio	Producto	Nuevos interceptos			
				2)	3)	4)	5)
-495.52	PMSR	4010.21	-1987139.26		-1987139.26	-1987139.26	-1987139.26
-207.18	PMPSR	6580.02	-1363248.54	-1363248.54		-1363248.54	-1363248.54
480.89	PMMR	4840.23	2327618.20	2327618.20	2327618.20		2327618.20
1310.62	QPAB	1337.59	1753072.21	1753072.21	1753072.21	1753072.21	
7722300	INTERCEPTO			7722300.00	7722300.00	7722300.00	7722300.00
	SUMA			10439742	9815851	6124984	6699530

E-I.4. Intercepto de las transmisiones de precios, 1980-2013

E-I.4.1. Intercepto para el precio medio rural de sorgo en riego con relación a cada una de sus variables

Coeficiente	Variable	Promedio	Producto	Nuevos interceptos	
				2)	3)
0.197624	PMSR	4010.21	792.51		792.51
0.489166	PMERSRIRL	2675.84	1308.93	1308.93	
		523.295		523.29	523.29
	SUMA			1832	1316

E-I.4.2. Intercepto para el precio medio rural de sorgo en temporal con relación a cada una de sus variables

Coeficiente	Variable	Promedio	Producto	Nuevos interceptos	
				2)	3)
0.386048	PMSR	4010.21	1548.13		1548.13
0.335899	PMERSTERL	2981.05	1001.33	1001.33	
		362.329		362.33	362.33
	SUMA			1364	1910

E-I.4.3. Intercepto para el precio al mayoreo de sorgo con relación a cada una de sus variables

Coeficiente	Variable	Promedio	Producto	Nuevos interceptos		
				2)	3)	4)
0.44102	PIMSR	2654.44	1170.65		1170.65	1170.65
0.08032	CTRANSPOR	7154.84	574.68	574.68		574.68
0.70974	PMSRL	4023.80	2855.87	2855.87	2855.87	
		-614.269		-614.27	-614.27	-614.27
	SUMA			2816	3412	1131

ANEXO F

F-I. VALORES PREDICHOS

T	QPSRI Observado	OFERI Predicho	QPSTE Observado	OFETE Predicho	QDS Observado	DEM Predicho	PMERSRIR Observado	PMERSRIR Predicho	PMERSTER Observado	PMERSTER Predicho	PMSR Observado	PMSR Predicho
1980	1345948		3343497		6942427	3343497	4254.72		4701.21		4920.05	
1981	2494215	1949485.66	3592139	4147431.95	8872905	8279618.67	4098.3	3560.19	4016.33	3808.23	4835.59	4259.95
1982	1784232	1903635.2	2934479	3118356.61	6188587	6994045.58	3361.67	3595.64	5077.99	3796.91	5402.16	5335.35
1983	1365518	1395767.91	3501776	4068372.25	8175496	7451924.25	3722.01	3462.99	4120.68	4598.3	6554.31	6598.83
1984	1707285	1880829.68	3331296	3358588.66	7785133	6985671.1	4122.84	3686.64	5125.58	4369.29	6794.06	6226.27
1985	2506332	1988179.08	4090376	3866634.97	8850509	8359605.35	3731.08	3601.87	4721.31	4158.24	5372.99	6332.1
1986	872418	1526549.12	3963257	3692269.04	5601650	5618920.13	3648.49	3959.02	4788.72	5094.46	8149.9	5251.35
1987	2099618	2218132.78	4217632	3950369.65	7068110	6390306.67	3499.62	3835.48	5116.48	4954.7	7729.19	7571.32
1988	2021431	1791563.1	3872164	3684102.02	7040198	6803580.03	3196.65	3433.3	3634.69	4421.41	6062.6	6882.5
1989	1143188	1805489.83	3858884	3390838.34	7676258	7863554.26	3162.64	3107.26	3214.43	3576.28	5162.72	5386.07
1990	1852442	1939842.74	4125720	2920537.67	8838266	8305724.48	3111.52	2982.19	3002.96	3223.27	4613.99	4469.91
1991	1549750	1911527.91	2758042	2562756.86	7467350	8616170.76	2921.67	2803.53	3114.57	2852.1	3836.51	3978.38
1992	2458236	1848673.32	2894987	2857172.95	10080470	9309343.16	2552.37	2510.2	2824.05	2498	2822.17	3235.94
1993	1190375	1248800.19	1390697	2630171.26	6326261	8053658.41	2321.79	2654.28	2421.76	3034.75	4465.31	2675.68
1994	1626261	918693.39	2074859	2277320.48	7175837	7727890.03	2105.58	2696.47	2195.12	3202.38	5249.55	3803.04
1995	907969	1283346.56	3261929	3287230.85	6262287	6465461.87	2666.84	2810.59	3993.45	3555.77	6362.17	5320.99
1996	2305974	2560346.49	4503516	4274730.81	8792488	8950728.37	4137.63	2502.69	2736.98	3022.05	3414.92	5530.93
1997	2362019	2615090.16	3349545	3648185.81	7900024	7927028.03	2409.78	3158.88	2396.25	2476.4	3094.76	3318.12
1998	2259397	2582928.15	4215445	3804368.69	9721665	9331649.44	2054.62	2262.3	2127.6	2261.6	2834.8	2906.8
1999	2022086	2274794.97	3698257	3668773.33	10285906	9538965.75	1772.74	2004.79	1708.91	2007.7	2410.86	2731.77
2000	2371582	2437314.92	3470725	3587013.6	10984316	9573540.21	1617.08	1762.62	1686.59	1663.36	1883.2	2447.47
2001	2190740	2252136.87	4375795	3574639.8	11598674	9472599.41	1585.52	1719.86	1585.44	1721.07	2052.12	2071.41
2002	1549015	2186185.32	3656928	3581922.37	9922697	9413677.16	1396.7	1719.27	1895.88	1716.11	2127.27	2242.52

2003	2680050	2300617	4079070	3843937.83	10140463	8835243.36	1728.93	1625.75	1803.68	1818.12	2121.41	2429.49
2004	3181203	2244322.62	3823151	3679310.6	10163683	9390986.06	1819.64	1814.11	1740.97	1837.63	2252.17	2193.69
2005	2163287	2367194.06	3361098	3568914.52	8544856	9257891.43	1364.27	1792.03	1613.92	1686.76	1915.93	2298.16
2006	2151906	2482556.38	3366612	3675226.78	8143059	9483523.13	1603.59	1589.13	2126.37	1682.85	2016.35	2288.91
2007	2543297	2667890.91	3659623	3602016.67	8081329	9549110.11	2164.67	1784.38	2281.12	2007.72	2412	2625.11
2008	2322739	2614507.38	4270311	3779447	8146436	9429674.47	2604.47	2122.22	2402.82	2183.51	2732.69	2500.81
2009	2804583	2836474.83	3303502	3636297.21	8604951	8929247.87	2118.85	2349.89	2276.51	2248.87	2796.11	3061.59
2010	2930533	2372723.28	4009692	3904393.63	9192719	9189007.16	2075.4	2095.33	2406.38	2173.2	2710	3566.82
2011	3374882	3102246.43	3054429	3853950.4	8809498	9263461.7	2764.53	2300.73	2794.22	2659.6	3856.95	3513.33
2012	3351980	2645190.31	3617522	4014234.61	8695695	9031895.54	2606.47	2630.63	2721.57	2775.8	3820.48	4312.85
2013	2538317	2529823.42	3769829	3943769.8	7513609	8857681.05	2388.48	2502.17	2064.59	2651.49	3561.69	4059.48