



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMÍA

**EFFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS MERCADOS DE
MAÍZ (*Zea mays* L.) Y SORGO (*Sorghum vulgare*) EN MÉXICO**

ZULIA HELENA CAAMAL PAT

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2014

La presente tesis titulada: “Efecto del cambio climático en los mercados de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo (*Sorghum vulgare*) en México”, realizada por la alumna: **Zulia Helena Caamal Pat**, 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

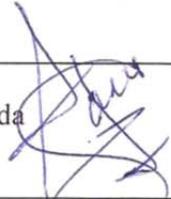
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



Dr. Rufino Vivar Miranda

DIRECTOR DE TESIS:



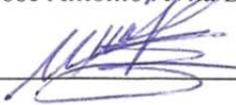
Dr. José Alberto García Salazar

ASESOR:



Dr. José Antonio Ayala Dorantes

ASESOR:



Dra. Verna Grisel Pat Fernández

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Julio de 2014

**EFEECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS MERCADOS
DE MAÍZ (*Zea mays* L.) Y SORGO (*Sorghum vulgare*) EN MÉXICO**

Zulia Helena Caamal Pat, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2014

La incertidumbre del cambio climático y sus efectos en la agricultura llevan a los productores de granos forrajeros a buscar cultivos con mayor tolerancia a las condiciones climáticas observadas. El objetivo de este estudio fue medir el efecto del cambio climático en los mercados de maíz y sorgo en México, para lo cual se construyó un modelo Armington para el periodo 2008/2010. Los resultados obtenidos mostraron que un cambio en el rendimiento de maíz; a causa de los cambios en la temperatura y precipitación en México durante el cultivar de maíz, incrementará las importaciones de maíz y sorgo, y los precios de importación aumentarán aproximadamente en la misma proporción para ambos cultivos. Si los rendimientos de sorgo disminuyeran debido al cambio climático las importaciones de sorgo y maíz se elevarían, y el precio de importación aumentaría en mayor proporción para sorgo y en menor proporción para maíz. Ante una disminución en el rendimiento de maíz en 15 y 20 %, el valor comercial de maíz y sorgo aumentaría en 6,388 y 8,948 millones de pesos; y si el impacto se diera en sorgo, el valor comercial de ambos granos aumentaría en 1,774 y 2,384 millones de pesos, por lo que políticas para incrementar los rendimientos, principalmente en maíz, ayudarían a reducir las divisas gastadas ante los efectos del cambio climático.

Palabras Clave: importación, modelo Armington, precio, rendimiento, valor comercial.

**CLIMATE CHANGE EFFECT ON THE MAIZE MARKETS (*Zea mays* L.) AND
SORGHUM (*Sorghum vulgare*) IN MEXICO**

ABSTRACT

The uncertainty in the climate change and its effects in agriculture lead the forage grain producers to seek for more resistance crops to the observed climatic conditions. The aim of this study was to measure the effect of the climatic change in the sorghum and maize markets in Mexico, thus an Armington model 2008/2010 was built. The obtained results show a change in the maize profit due to the temperature and rainfall changes in Mexico during the maize cultivar. This will increase the sorghum and maize imports as well as the prices approximately in the same proportion for both cultivars. If the sorghum profit may be reduced due to the climatic change, the maize and sorghum imports will rise and the imports price may rise in a bigger proportion for sorghum and would be less for maize. Facing a declining of 15 and 20 % in the maize yield the sorghum and maize commercial value may raise 6,388 and 8,948 million pesos, but if the impact may be on sorghum, the commercial value for both grains may arise in 1,774 and 2,384 million pesos. Policies to increase the yield, mainly the maize, may help to reduce the spent currencies to the effect of the climatic change.

Key words: imports, Armington model, yield, price, commercial value.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo económico brindado para la realización de mis estudios de maestría.

Al Colegio de Postgraduados y en especial al programa de Economía por la oportunidad y el apoyo brindado durante mi estancia en el colegio.

Al Dr. José Alberto García Salazar por el apoyo, la paciencia y acertados consejos para la mejora de la presente investigación.

Al Dr. Rufino Vivar Miranda por todo el apoyo durante mis estudios y la adecuada asesoría para la realización de este documento.

Al Dr. José Antonio Ávila Dorantes y la Dra. Verna Gricel Pat Fernández, por su asesoría y esmerada revisión de este trabajo.

A todos los profesores que contribuyeron en mi formación académica y al personal administrativo que me brindó su apoyo durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados.

DEDICATORIA

A mis padres

Ignacio y Verna Gricel por su amor, confianza, apoyo incondicional y por alentarme a seguir siempre adelante.

A mis hermanos

Diana Yanira y Héctor Ignacio por su amor y permitirme ser una parte fundamental en su vida, por todos esos momentos de complicidad.

A César Antonio por todo el apoyo y amor que me ha brindado, por su comprensión durante todo este tiempo juntos.

A todos mis amigos, que durante todo este tiempo me han brindado su apoyo y amistad incondicional.

*“Todas las batallas en la vida sirven para enseñarnos algo,
inclusive aquellas que perdemos”* Paulo Coelho

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 1 |
| 1.2 Objetivos..... | 4 |
| 1.3 Hipótesis..... | 4 |
| 1.4 Metodología..... | 4 |
| CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 6 |
| CAPÍTULO III. SITUACIÓN DE LOS MERCADO DE MAÍZ Y SORGO..... | 9 |
| 3.1 Situación internacional del mercado de maíz..... | 9 |
| 3.1.1 Producción mundial de maíz..... | 9 |
| 3.1.2 Comercio internacional de maíz..... | 11 |
| 3.2 Situación internacional del mercado de sorgo..... | 13 |
| 3.2.1 Producción mundial de sorgo..... | 13 |
| 3.2.2 Comercio internacional de sorgo..... | 15 |
| CAPÍTULO IV. FORMULACIÓN DEL MODELO ARMINGTON..... | 18 |
| 4.1 Formulación del modelo Armington..... | 18 |
| 4.2.1 Ecuaciones del modelo..... | 23 |
| 4.3 Datos y fuentes de información..... | 25 |
| CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 27 |
| 5.1 Flujos comerciales de maíz y sorgo..... | 27 |
| 5.1.1 Flujos comerciales de maíz..... | 27 |
| 5.1.2 Flujos comerciales de sorgo..... | 28 |
| 5.2 Escenario 1. Disminución del rendimiento de maíz y sorgo en México..... | 29 |

| | |
|--|----|
| 5.2.1 Disminución del rendimiento de maíz en México en 15 y 20 %..... | 29 |
| 5.2.2 Disminución del rendimiento de sorgo en México en 15 y 20 %..... | 33 |
| 5.3 Escenario 2. Disminución del rendimiento de maíz y sorgo en EE.UU..... | 35 |
| 5.3.1 Disminución del rendimiento de maíz en EE.UU. en 10 %..... | 35 |
| 5.3.2 Disminución del rendimiento de sorgo en EE.UU. en 10 %..... | 38 |
| 5.4 Escenario 3. Protección al mercado mexicano del resto del mundo..... | 40 |
| CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 43 |
| 6.1 Conclusiones..... | 43 |
| 6.2 Recomendaciones..... | 44 |
| LITERATURA CITADA..... | 46 |
| Anexo A..... | 51 |
| Anexo B..... | 53 |
| Anexo C..... | 55 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 3.1. Superficie cosechada y producción de maíz por país, año 2002-2011..... | 11 |
| Cuadro 3.2. Exportaciones de maíz por país, promedio 2001-2010. Cifras miles t..... | 12 |
| Cuadro 3.3. Importaciones de maíz por país, promedio 2001-2010. Cifras miles t..... | 13 |
| Cuadro 3.4. Superficie cosechada y producción de sorgo por país, año 2002-2011..... | 15 |
| Cuadro 3.5. Exportaciones de sorgo por país, promedio 2001-2010. Cifras miles t..... | 16 |
| Cuadro 3.6. Importaciones de sorgo por país, promedio 2001-2010. Cifras miles t..... | 17 |
| Cuadro 5.1. Flujos comerciales de maíz. Cifras en miles de t..... | 27 |
| Cuadro 5.2. Flujos comerciales de sorgo. Cifras en miles de toneladas..... | 29 |
| Cuadro 5.3. Efecto en el rendimiento de maíz en México originado por el cambio climático sobre el mercado mundial de granos forrajeros. Cifras en miles t y pesos t ⁻¹ | 31 |
| Cuadro 5.4. Efecto en el rendimiento de sorgo en México originado por el cambio climático sobre el mercado mundial de granos forrajeros. Cifras en miles t y pesos t ⁻¹ | 34 |
| Cuadro 5.5. Efecto en el rendimiento de maíz en EE.UU. originado por el cambio climático sobre el mercado mundial de granos forrajeros. Cifras en miles t y pesos t ⁻¹ | 37 |
| Cuadro 5.6. Efecto en el rendimiento de maíz en EE.UU. originado por el cambio climático sobre el mercado mundial de granos forrajeros. Cifras en miles t y pesos t ⁻¹ | 39 |
| Cuadro 5.7. Efecto en el rendimiento de sorgo en EE.UU. originado por el cambio climático sobre el mercado mundial de granos forrajeros. Cifras en miles t y pesos t ⁻¹ | 41 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 3.1. Superficie cosechada de maíz, promedio 2002-2011. Cifras millones de ha..... | 9 |
| Figura 3.2. Producción de maíz por país, promedio 2002-2011. Cifras millones t..... | 10 |
| Figura 3.3. Superficie cosechada de sorgo por país, promedio 2002-2011. Cifras millones ha.... | 14 |
| Figura 3.4. Producción de sorgo por país, promedio 2002-2011. Cifras millones t..... | 15 |

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

El uso de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo (*Sorghum vulgare*) como insumos en la elaboración de dietas para la alimentación del ganado determina la importancia de estos cultivos en el sector agrícola de México. El 62 % de la materia prima usada en la industria de alimentos balanceados corresponde a granos forrajeros (Financiera Rural, 2011). En el periodo 2007-2011 la producción de cereales en México fue de 29 millones t, 75.1 % correspondió a maíz y 22.3 % a sorgo (FAO, 2013).

Durante 2002-2011 México fue el cuarto productor mundial de maíz con un volumen promedio anual en la producción de 21.2 millones t. Las importaciones promedio anuales en ese periodo fueron 7.2 millones t, ubicando a México como el tercer importador de maíz en el mundo (FAO, 2013); en el periodo 2003-2011, las importaciones de maíz amarillo correspondieron al 96 % de las importaciones totales (SIAVI-SE, 2013).

En el mismo periodo México fue el cuarto productor mundial de sorgo con una producción promedio anual de 6.2 millones t. Las importaciones promedio fueron de 2.7 millones t anuales, ubicando a México como el principal importador mundial de sorgo (FAO, 2013). El gasto promedio anual de las importaciones para ambos granos en el periodo 2002-2010 fue 14,034 millones de pesos para maíz, y 4,546 millones de pesos para sorgo.

A nivel nacional el 70 % de la producción nacional de maíz amarillo se emplea principalmente para la elaboración de alimentos balanceados, el 25 % se destina a la industria almidonera y un 5 % se destina para consumo humano y otros usos (SFA-SAGARPA, 2011). La

producción nacional de sorgo se destina en 92 % al sector pecuario, un 7 % se constituye por las mermas y el resto se emplea para semillas de siembra (FINANCIERA RURAL, 2011).

En el periodo 2002-2010, el comportamiento del mercado de los dos cultivos se caracterizó por una sustitución de maíz por sorgo, con una relación estrecha entre el crecimiento del cultivo de sorgo y la reducción de áreas cultivadas con maíz u otros productos (Soto-Mora, 2003), en distintos estados (Echánove-Huacuja, 2010; Franco-Gaona *et al.*, 2012).

En el periodo señalado las importaciones de maíz presentaron un incremento de 71.9 %; mientras que en el periodo 2002-2008 las importaciones de sorgo disminuyeron en 67.1 %, aunque durante 2008-2011 estas últimas aumentaron en 53.2 %. La tendencia de crecimiento de las importaciones en ambos cultivos se debe a la eliminación de los aranceles establecidos en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN); el programa establecido por Felipe Calderón en la apertura total del mercado nacional a las importaciones de granos provenientes de distintas partes del mundo para enfrentar la crisis alimentaria, el uso de maíz para etanol y a los efectos provocados por el cambio climático (De Ita, 2007; Basurto, 2012; Wise, 2012).

El cambio climático es la variación del clima global a través del tiempo, resultante de las alteraciones naturales y las acciones del hombre; es decir, los cambios en temperatura, precipitación, nubosidad, patrones del viento y el nivel del mar, entre otras (SEMARNAT, 2009; Ortiz, 2012.)

El cambio en la temperatura y precipitación afectarían negativamente a la agricultura (SAGARPA-FAO, 2012). Un incremento en la temperatura por varios días, o la ocurrencia de días extremos, afectarían negativamente los procesos de polinización, el llenado del grano, la fotosíntesis, la floración, lo cual reduciría el rendimiento de los cultivos; si se diera una disminución o exceso de agua, de la misma manera se limitaría la productividad de los cultivos

(Conde *et al.*, 2004; Hatfield *et al.*, 2011). A nivel mundial, las estimaciones de los rendimientos de maíz y sorgo prevén una disminución en 8.3 y 8.4 %, respectivamente (Lobell and Field, 2007). Para México algunos estudios indican que la temperatura se incrementará entre 2 y 4 °C, y las precipitaciones podrían disminuir o incrementarse dependiendo de las distintas regiones del país, en general se prevé una disminución promedio de 10 % (INE-SEMARNAT, 2006; SEMARNAT, 2009).

El efecto del cambio climático afectará ambos cultivos de acuerdo a sus características fisiológicas. Ambas plantas son especies vegetales C4, por lo que su fotosíntesis les permite tener mayor ventaja en climas cálidos y secos. Las diferencias fisiológicas entre ambos cultivos son principalmente en temperatura y precipitación; por ejemplo, la temperatura mínima y máxima para maíz es de 18 y 24 °C, mientras que la temperatura para sorgo es de 26.7 y 29.4 °C (Hatfield *et al.*, 2011); y los requerimientos hídricos promedio en maíz son de 500 a 800 mm y para sorgo de 400 a 600 mm (Robles, 1979; Ruiz *et al.*, 1999; Steduto *et al.*, 2012).

El cambio climático tendrá efectos negativos sobre la producción de maíz y sorgo dado por los cambios en el rendimiento, y se observara un incremento de las importaciones de ambos cultivos aumentaría. Este trabajo busca analizar el efecto que tendrá el cambio climático en las importaciones de maíz y sorgo, y en la posible sustitución entre ambos productos dado que el sorgo tiene mayor tolerancia a la sequía.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Dar recomendaciones de política en los mercados de maíz y sorgo en México, ante los diferentes escenarios de cambio climático.

1.2.2 Objetivos particulares

- a) Cuantificar los efectos del cambio climático en México sobre los mercados nacionales de maíz y sorgo.
- b) Cuantificar los efectos del cambio climático en los EE.UU. sobre los mercados de maíz y sorgo en México.
- c) Medir los efectos de una política proteccionista a las importaciones de maíz y sorgo provenientes de países del resto del mundo, en los mercados nacionales de ambos cultivos.

1.3 Hipótesis

Un incremento en la temperatura y una disminución en la precipitación, o ambos efectos, afectaran los rendimientos de maíz y sorgo ocasionando cambios en la producción, en el precio y la demanda de ambos granos en el mercado mexicano.

1.4 Metodología

Para analizar los efectos en el mercado nacional e internacional de maíz y sorgo a causa de las variaciones climáticas que repercuten en la producción (rendimientos) se desarrolló una estructura Armington, la cual se construyó en una hoja de cálculo de Excel, donde la información

se manejaba de forma matricial y las variables endógenas se expresaron en función de las variables exógenas.

Para construir el modelo se usó información estadística de diferentes bases de datos provenientes de la FAO (Food Agriculture Organization of the United Nations), el USDA (United States Department of Agriculture), el FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute). También se obtuvo información de investigaciones empíricas realizadas por varios autores.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Existen pocos trabajos relacionados a la sustitución maíz-sorgo. Por lo tanto, la mayoría de la revisión de literatura se enfoca a trabajos de ambos cultivos por separado.

Lases (1984), estimó un modelo econométrico efectuando análisis de regresión múltiple para conocer si existe sustitución entre el cultivo de maíz y el cultivo de sorgo para la agricultura mexicana. Los resultados de la investigación indican que a partir de la década de los setentas, los cultivos maíz y sorgo estuvieron compitiendo por los recursos productivos requeridos para su explotación, favoreciendo al cultivo de sorgo por lo que pudo haber sido una causa en la disminución de la superficie cosechada de maíz.

Para finales del Siglo XX, Barkin *et al.* (1991) explican la sustitución entre granos a escala mundial, donde menciona a México como uno de los países que sustituyó su área dedicada al maíz por el cultivo de sorgo, y esto se refleja en el alza de las importaciones de maíz. La sustitución entre cultivos puede tener lugar en al menos de tres formas diferentes, pero posiblemente interrelacionadas. En primer lugar, puede ser controlada por la demanda en el sentido de que los precios del mercado y/o la tecnología inducen u obligan a los consumidores a adquirir una diferente canasta de bienes para su uso propio, para alimentar animales, o para otro propósito. Segundo, el proceso puede ser conducido por los ingresos: los productores se animan a cambiar hacia cultivos más rentables hasta tomar la ventaja de nuevas tecnologías y técnicas de producción. Tercero los cambios pueden ser dirigidos desde el proceso de trabajo o facilitar la tarea de dirección.

Molina-Gómez (2012) midió los efectos PROCAMPO sobre la producción e importaciones de maíz y sorgo estimando funciones de oferta, como resultado obtuvo que sin PROCAMPO el

abasto del consumo para ambos cultivos sería vía importación, y con un aumento en el pago de PROCAMPO aumentaría la producción de maíz y sorgo, reduciendo las importaciones.

Tlapa-Rangel (2005) analizó el funcionamiento del mercado de sorgo en México formulando un modelo de ecuaciones simultáneas para el periodo 1977-2003, introdujo el precio internacional como una variable que afecta al precio al mayoreo y encontró que la oferta y la demanda reaccionan inelásticamente con respecto a los precios de corto y largo plazo. Encontró que los consumidores de sorgo reaccionan inversamente, y de manera inelástica, lo cual indica que este cereal forrajero es el principal insumo energético de la industria de alimentos balanceados y de la ganadería nacional. Si la actividad pecuaria creciera, la producción de sorgo reaccionaría de manera directa y en forma menos inelástica con el paso del tiempo.

Rebollar-Rebollar (2004) analizó los efectos del impacto de políticas comerciales sobre el mercado de sorgo en México, utilizó un modelo de programación cuadrática considerando la producción, el consumo y las importaciones. Sus conclusiones indican que si se hubiera aplicado una política de restricción a las importaciones, los productores de sorgo hubieran sido beneficiados mientras que los importadores y consumidores hubieran sido perjudicados; por otro lado, si se hubiera aplicado una política de libre comercio los beneficiados hubieran sido los consumidores e importadores, pero los productores habrían resultado menos perjudicados.

González-Rojas (2011) construyó una estructura Armington para el periodo 2004/2006 que le permitió medir los efectos que cambios exógenos mundiales tienen sobre el mercado de maíz en México. En su trabajo concluyó que el mercado nacional de maíz es vulnerable al mercado internacional dado que la oferta y la demanda aumentan el precio y el valor de las importaciones.

Conde *et al.* (2000) buscaron evaluar el impacto del cambio climático en la agricultura mexicana sobre el cultivo de maíz utilizando un modelo de simulación CERES-MAIZE.

Concluyen que la medida de adaptación más importante es la aplicación de fertilizante; aunque no es viable, así mismo indican que si se retiraran los subsidios al cultivo de maíz se agravaría la situación. Mencionan la urgencia de diseñar mejores estrategias de política agrícola, como la planificación de la liberación de los precios de los insumos y el desarrollo de sistemas de seguros a los cultivos básicos.

Olivera (2013) estimó las repercusiones del cambio climático en la productividad del maíz de temporal a nivel municipal en México utilizando un modelo Ricardiano y encontró que estos cambios provocarían un incremento en la temperatura media y variabilidad en las precipitaciones; la unión de ambos efectos provocaría una reducción en la productividad de maíz de temporal, por lo que la contribución del gobierno al proceso de adaptación podría darse a través de acciones para el crecimiento económico, políticas de precios, transferencias y seguros.

CAPÍTULO III

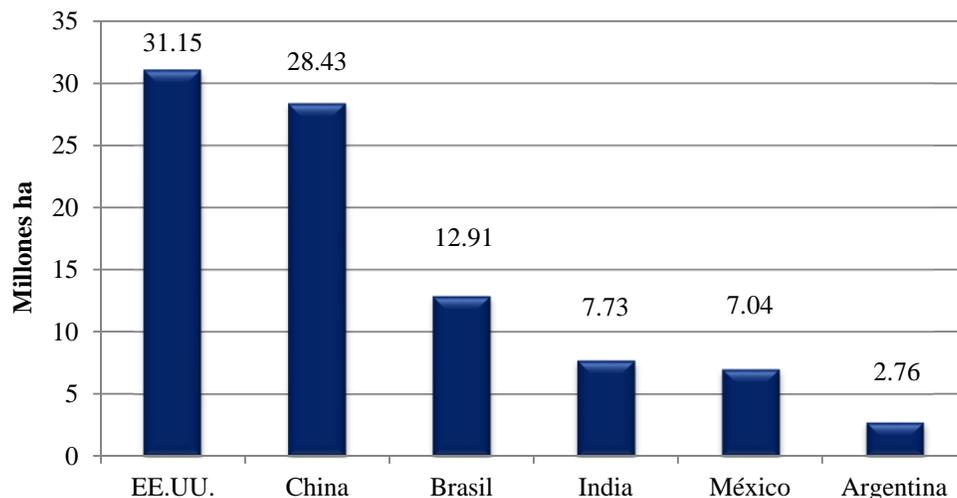
SITUACIÓN DEL MERCADO DE MAÍZ Y SORGO

3.1 Situación internacional del mercado de maíz

3.1.1 Producción mundial de maíz

De acuerdo a la FAO, entre 2002 y 2011 la superficie cosechada promedio mundial de maíz fue de 153.8 millones ha, de las cuales EE.UU. aportó el 20.3 %, México el 4.6 % y China, Brasil, India y Argentina el 33.7 % (Figura 3.1). En el mismo periodo, la tasa de crecimiento media anual a nivel mundial fue 2.4 %, EE.UU. presentó una tasa de crecimiento de 2.2 %, México tuvo un decrecimiento de 1.8 %, mientras que China y Argentina tuvieron un crecimiento de 3.5 y 5 %, respectivamente (Cuadro 3.1).

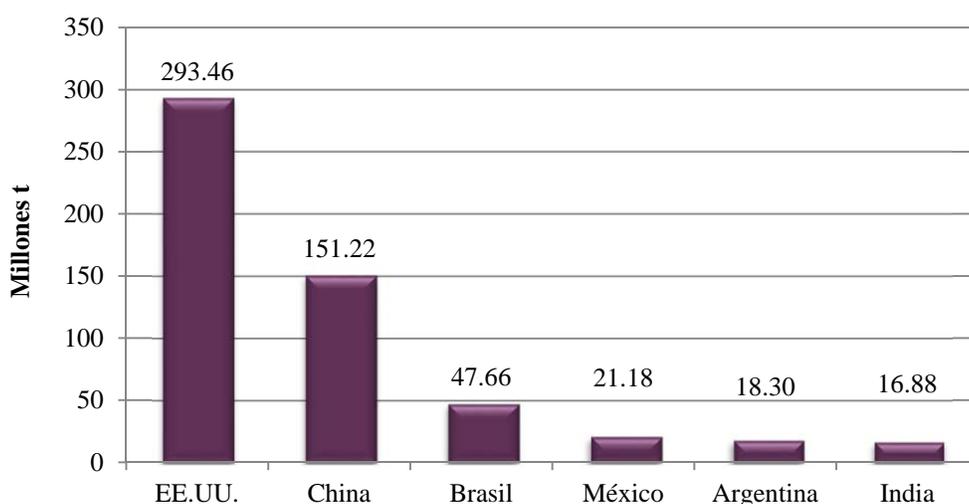
Figura 3.1. Superficie cosechada de maíz, promedio 2002-2011. Cifras millones de ha.



Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2013).

Durante el periodo 2002-2011, el volumen de producción promedio mundial fue 757 millones t. El principal productor fue EE.UU. con 293.5 millones t, México con 21.2 millones t y China, Brasil, Argentina e India sumaron 234.0 millones t (Figura 3.2). La tasa de crecimiento media anual de la producción mundial fue 4.3 %; sin embargo, China, Brasil y Argentina presentaron una tasa de crecimiento media anual de 5.3, 5.0 y 5.5 %, respectivamente; EE.UU. tuvo un crecimiento de 3.6 % y México un decrecimiento de 1.0 % (Cuadro 3.1).

Figura 3.2. Producción de maíz por país, promedio 2002-2011. Cifras millones t.



Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2013).

Entre 2002 y 2011 el rendimiento promedio mundial fue 4.9 t ha⁻¹; países como Jordania, Israel, Kuwait y Qatar tuvieron un rendimiento mayor a 15 t ha⁻¹, EE.UU. y México presentaron un rendimiento de 9.4 y 3.0 t ha⁻¹ (FAO, 2013). El USDA estima que para 2021/2022 el promedio mundial del rendimiento de maíz seguirá una tendencia alcista de 1.0 % anual; por lo que el mayor aumento en la producción y comercio de maíz es atribuible al crecimiento en sus

rendimientos, a nuevas variedades y las preferencias de calidad para diversos usos (Claridades Agropecuarias, 2013).

Cuadro 3.1. Superficie cosechada y producción de maíz por país, año 2002-2011.

| País | Superficie cosechada | | | Producción | | |
|---------------|----------------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| | 2002 Miles t | 2011 Miles t | TCMA [§] % | 2002 Miles t | 2011 Miles t | TCMA [§] % |
| Total Mundial | 137,302 | 170,398 | 2.4 | 604,872 | 883,460 | 4.3 |
| EE.UU. | 28,057 | 33,986 | 2.2 | 227,765 | 313,918 | 3.6 |
| China | 24,661 | 33,561 | 3.5 | 121,497 | 192,904 | 5.3 |
| Brasil | 11,751 | 13,219 | 1.3 | 35,933 | 55,660 | 5.0 |
| India | 6,635 | 7,270 | 1.0 | 11,152 | 21,570 | 7.6 |
| México | 7,120 | 6,069 | -1.8 | 19,298 | 17,635 | -1.0 |
| Argentina | 2,420 | 3,748 | 5.0 | 14,712 | 23,800 | 5.5 |

[§]Tasa de crecimiento media anual.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2013).

3.1.2 Comercio internacional de maíz

Durante el periodo 2001-2010 las exportaciones mundiales de maíz fueron de 95.1 millones t. El principal país exportador fue EE.UU. (52.7 %), seguido de Argentina (13.7 %), Francia (7.0 %), Brasil (6.1 %) y China (5.6 %). Las exportaciones de Argentina y Brasil presentaron una tasa de crecimiento media anual de 5.4 y 7.5 %, respectivamente; mientras que EE.UU. tuvo un crecimiento de 0.7 % (Cuadro 3.2).

Las proyecciones del USDA para 2021/2022, mencionan un crecimiento en las exportaciones de EE.UU. durante la próxima década y alcanzará niveles récord para 2021. El porcentaje de comercio mundial de maíz de los EE.UU. disminuirá poco a poco, pues se espera que las

exportaciones aumenten con mayor rapidez en países de la Ex Unión Soviética, Brasil, la Unión Europea y otros países de Europa (Claridades Agropecuarias, 2013).

Cuadro 3.2. Exportaciones de maíz por país, promedio 2001-2010. Cifras miles t.

| Año | EE.UU. | Argentina | Francia | Brasil | China | Total mundial |
|----------------------|--------|-----------|---------|--------|--------|---------------|
| 2001 | 47,944 | 10,934 | 7,046 | 5,629 | 5,998 | 83,816 |
| 2002 | 47,686 | 9,484 | 8,378 | 2,747 | 11,674 | 87,471 |
| 2003 | 43,412 | 11,913 | 7,080 | 3,566 | 16,399 | 90,709 |
| 2004 | 48,741 | 10,692 | 6,156 | 5,031 | 2,318 | 82,683 |
| 2005 | 45,369 | 14,643 | 7,377 | 1,070 | 8,611 | 90,419 |
| 2006 | 57,884 | 10,400 | 6,015 | 3,938 | 3,070 | 95,422 |
| 2007 | 57,014 | 14,990 | 4,749 | 10,933 | 4,917 | 110,029 |
| 2008 | 54,094 | 15,383 | 6,138 | 6,433 | 253 | 102,134 |
| 2009 | 47,813 | 8,536 | 6,733 | 7,782 | 130 | 100,651 |
| 2010 | 50,906 | 17,546 | 6,609 | 10,815 | 127 | 107,865 |
| Promedio | 50,086 | 12,452 | 6,628 | 5,794 | 5,350 | 95,120 |
| TCMA [¶] | 0.0 | 0.1 | 2.7 | 1.9 | 2.8 | 3.0 |
| Part. % [§] | 17.5 | 9.0 | 7.3 | 5.3 | 4.8 | 100.0 |

[¶]Tasa de crecimiento media anual, [§] Participación porcentual.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2013).

Para 2001-2010 la FAO reportó que las importaciones promedio mundiales de maíz fueron 94.4 millones t; de los cuales, Japón fue el principal importador (16.5 %), seguido de República de Corea (8.5 %), México (6.9 %), China (5.0 %) y Egipto (4.6 %). México tuvo una tasa de crecimiento media anual de 2.7 % y China presentó un crecimiento de 1.9 % (Cuadro 3.3).

El USDA proyecta para 2021/2022 que las importaciones de maíz en China crecerán en 18 millones de t, causado por la expansión de la ganadería y el sector industrial; para México el crecimiento de las importaciones será cerca de 16 millones t (Claridades Agropecuarias, 2013).

Cuadro 3.3. Importaciones de maíz por país, promedio 2001-2010. Cifras miles t.

| Año | Japón | R. Corea | México | China | Egipto | Total mundial |
|----------------------|--------|----------|--------|-------|--------|---------------|
| 2001 | 16,222 | 8,482 | 6,174 | 5,235 | 4,797 | 81,978 |
| 2002 | 16,421 | 9,113 | 5,513 | 5,062 | 4,721 | 87,622 |
| 2003 | 17,064 | 8,782 | 5,764 | 5,076 | 4,053 | 89,760 |
| 2004 | 16,479 | 8,371 | 5,519 | 4,863 | 2,429 | 82,695 |
| 2005 | 16,656 | 8,533 | 5,744 | 4,984 | 5,095 | 88,107 |
| 2006 | 16,883 | 8,670 | 7,610 | 5,143 | 3,769 | 95,987 |
| 2007 | 16,628 | 8,579 | 7,955 | 4,530 | 5,263 | 107,578 |
| 2008 | 16,460 | 9,021 | 9,146 | 4,231 | 3,980 | 103,180 |
| 2009 | 16,294 | 7,334 | 7,261 | 4,676 | 5,416 | 100,219 |
| 2010 | 16,193 | 8,541 | 7,849 | 6,213 | 6,170 | 107,232 |
| Promedio | 16,530 | 8,543 | 6,853 | 5,001 | 4,569 | 94,436 |
| TCMA [¶] | 0.0 | 0.1 | 2.7 | 1.9 | 2.8 | 3.0 |
| Part. % [§] | 17.5 | 9.0 | 7.3 | 5.3 | 4.8 | 100 |

[¶]Tasa de crecimiento media anual, [§] Participación porcentual.

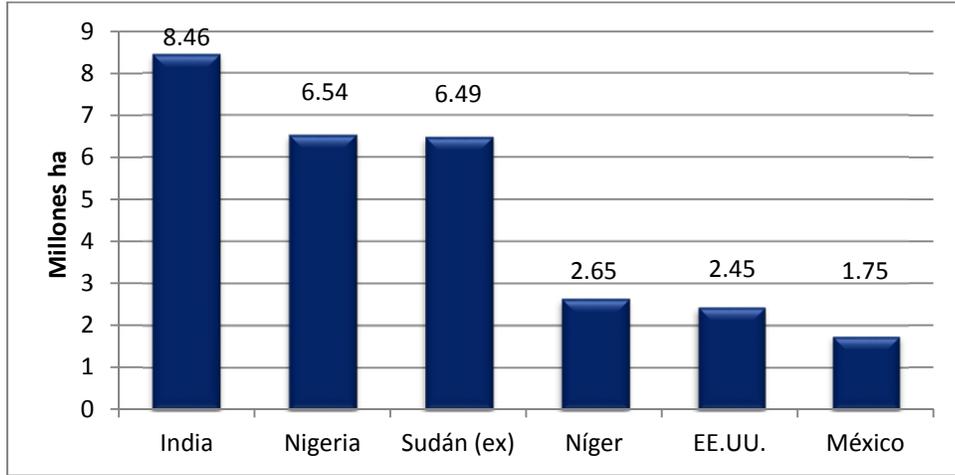
Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2013).

3.2 Situación internacional del mercado de sorgo

3.2.1 Producción mundial de sorgo

Durante el período 2002-2011 la superficie cosechada promedio mundial de sorgo fue de 542.3 millones t, de las cuales India cosechó 8.5 millones t, Nigeria y Sudan 6.5 millones t, Níger 2.7 millones t, EE.UU. 2.4 millones t y México 1.8 millones t (Figura 3.3). A nivel mundial se observó una tasa de crecimiento media anual negativa de 1.7 %, siendo EE.UU. un país con un decrecimiento de 6.4 % (Cuadro 3.4).

Figura 3.3. Superficie cosechada de sorgo por país, promedio 2002-2011. Cifras millones ha.

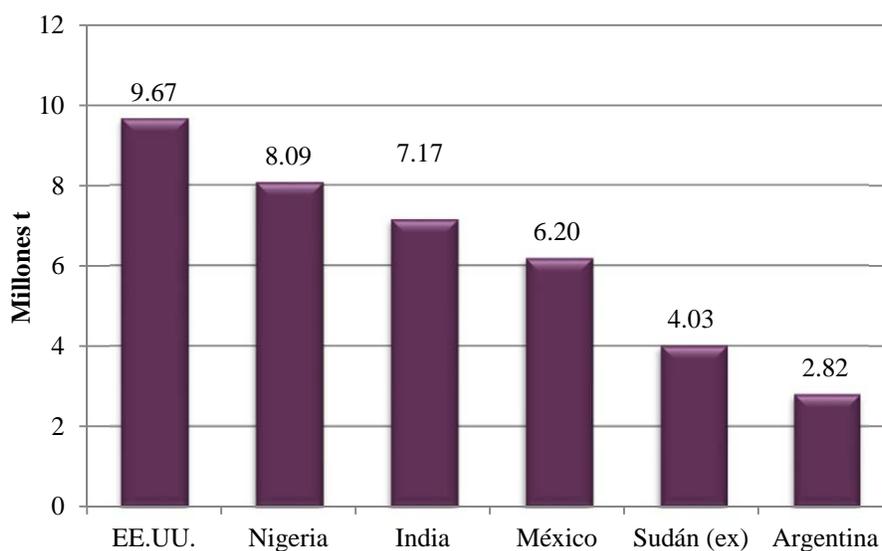


Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2013).

En el periodo 2002-2010 la producción promedio mundial fue de 58.6 millones t. y EE.UU. fue el mayor productor (16.5 %), seguido de Nigeria (13.8 %), India (12.2 %) y México (10.6 %) (Figura 3.4). A diferencia de la superficie cosechada, el volumen de producción tuvo un crecimiento medio anual de 0.1 %; EE.UU. presentó una tasa decreciente de 5.6 % y México presentó un crecimiento de 2.4 % (Cuadro 3.4).

Entre 2002 y 2011 el rendimiento promedio mundial fue de 1.4 t ha⁻¹. Omán fue el país con mayor rendimiento con 10 t ha⁻¹, EE.UU y México tuvieron un rendimiento de 4.0 y 3.5 t ha⁻¹, respectivamente (FAO, 2013). El USDA estima un crecimiento mundial en el rendimiento de sorgo de 0.66 % anual (Claridades Agropecuarias, 2013).

Figura 3.4. Producción de sorgo por país, promedio 2002-2011. Cifras millones t.



Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2013).

Cuadro 3.4. Superficie cosechada y producción de sorgo por país, año 2002-2011.

| País | Superficie Cosechada | | | Producción | | |
|---------------|----------------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| | 2002 Miles t | 2011 Miles t | TCMA [§] % | 2002 Miles t | 2011 Miles t | TCMA [§] % |
| Total mundial | 41,266 | 35,483 | -1.7 | 53,479 | 54,198 | 0.1 |
| EE.UU. | 2,883 | 1,728 | -6.4 | 9,163 | 5,447 | -5.6 |
| Nigeria | 6,849 | 6,542 | -3.7 | 7,534 | 6,897 | -1.0 |
| India | 9,300 | 7,382 | -2.5 | 7,070 | 7,003 | -0.1 |
| México | 1,744 | 1,728 | -0.1 | 5,206 | 6,429 | 2.4 |
| Sudán (ex) | 5,003 | 7,257 | 4.2 | 2,825 | 4,605 | 5.6 |
| Argentina | 540 | 1,013 | 7.2 | 2,847 | 4,458 | 5.1 |
| Niger | 2,241 | 2,879 | 2.8 | 636 | 807 | 2.7 |

[§]Tasa de crecimiento media anual.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2013).

3.2.2 Comercio mundial de sorgo

En el periodo 2001-2010 las exportaciones promedio mundiales de sorgo fueron de 6.2 millones t, de las cuales EE.UU. exportó 79.2 % y Argentina 11.6 %. A nivel mundial se presentó una tasa de crecimiento media anual negativa de 1.6 %; las exportaciones de EE.UU. decrecieron en 5.1 % y para Argentina crecieron en 15.9 % (Cuadro 3.5).

Los reportes del USDA para 2021/2022 proyectan que las exportaciones de sorgo de los EE.UU. a México y Japón contabilizarán la mayor parte del comercio mundial de este grano (Claridades Agropecuarias, 2013).

Cuadro 3.5. Exportaciones de sorgo por país, promedio 2001-2010. Cifras miles t.

| Año | EE.UU. | Argentina | Francia | China | Brasil | Total mundial |
|----------------------|--------|-----------|---------|-------|--------|---------------|
| 2001 | 6,188 | 440 | 220 | 19 | 0 | 7,01 |
| 2002 | 5,557 | 413 | 208 | 24 | 10 | 6,296 |
| 2003 | 5,004 | 647 | 209 | 110 | 302 | 6,339 |
| 2004 | 4,585 | 192 | 82 | 148 | 133 | 5,321 |
| 2005 | 4,644 | 323 | 101 | 24 | 24 | 5,305 |
| 2006 | 4,710 | 219 | 129 | 29 | 9 | 5,267 |
| 2007 | 5,704 | 1,072 | 74 | 238 | 225 | 7,803 |
| 2008 | 5,306 | 1,179 | 81 | 121 | 5 | 7,474 |
| 2009 | 3,751 | 1,051 | 83 | 39 | 0 | 5,371 |
| 2010 | 3,878 | 1,660 | 100 | 44 | 0 | 6,073 |
| Promedio | 4,933 | 719 | 129 | 80 | 71 | 6,226 |
| TCMA [¶] | -5.1 | 15.9 | -8.4 | 9.7 | 8.9 | -1.6 |
| Part. % [§] | 79.2 | 11.6 | 2.1 | 1.3 | 1.1 | 100.0 |

[¶] Tasa de crecimiento media anual, [§] Participación porcentual.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2013).

Durante 2002-2010 las importaciones promedio mundiales fueron de 6.9 millones t. El principal país importador fue México con 6.9 millones t, seguido de Japón con 3.0 millones t, España con 1.5 millones t, Sudán con 550 mil t y Chile con 209 mil t (Cuadro 3.6).

Las estimaciones del USDA sobre las importaciones de sorgo en México muestran que se duplicarán para 2021, porque muchos productores de ganado mexicano tienen una ligera preferencia por el sorgo como forraje, mientras que los productores ganaderos de los EE.UU. prefieren el maíz, lo que facilita el comercio de sorgo de los EE.UU. a México (Claridades Agropecuarias, 2013).

Cuadro 3.6. Importaciones de sorgo por país, promedio 2001-2010. Cifras miles t.

| Año | México | Japón | España | Sudán (ex) | Chile | Total mundial |
|----------------------|--------|-------|--------|------------|-------|---------------|
| 2001 | 5,032 | 1,908 | 145 | 27 | 50 | 8,046 |
| 2002 | 4,717 | 1,775 | 150 | 37 | 62 | 7,312 |
| 2003 | 3,381 | 1,490 | 679 | 60 | 43 | 6,618 |
| 2004 | 3,159 | 1,411 | 268 | 224 | 72 | 6,296 |
| 2005 | 3,020 | 1,403 | 248 | 204 | 68 | 5,849 |
| 2006 | 2,625 | 1,354 | 335 | 312 | 65 | 5,748 |
| 2007 | 1,878 | 1,234 | 1,635 | 199 | 131 | 7,502 |
| 2008 | 1,553 | 1,123 | 1,667 | 284 | 313 | 8,820 |
| 2009 | 2,497 | 1,751 | 46 | 301 | 537 | 6,648 |
| 2010 | 2,253 | 1,593 | 327 | 437 | 625 | 6,772 |
| Promedio | 3,012 | 1,504 | 550 | 209 | 197 | 6,961 |
| TCMA [¶] | -8.5 | -2.0 | 9.4 | 36.1 | 32.3 | -1.9 |
| Part. % [§] | 43.3 | 21.6 | 7.9 | 3.0 | 2.8 | 100 |

[¶] Tasa de crecimiento media anual, [§] Participación porcentual.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2013).

CAPÍTULO IV

FORMULACIÓN DEL MODELO ARMINGTON

4.1 Formulación del modelo

Para alcanzar el objetivo se usó un modelo Armington, el cual permite conocer los cambios en variables del mercado (demanda y oferta nacional e internacional, precios al productor, al consumidor y de importaciones) de maíz y sorgo, dado un cambio en la oferta nacional (cambio en el rendimiento) de ambos cultivos a causa del cambio climático.

Los modelos Armington se caracterizan por: 1) ser estáticos, después de un ajuste completo calculan los efectos de cambios en las variables de política económicas; 2) ser espaciales y proporcionar información sobre los flujos comerciales de mercancías entre países; 3) ser modelos multi-producto y multi-región, porque pueden considerar muchos productos y muchas regiones; 4) ser de equilibrio parcial porque examinan las relación dentro de un sector y no entre sectores (industria vs agrícola) y, el precio de los factores y otras condiciones de equilibrio se asumen fijas en el modelo; 5) ser sintéticos porque los parámetros del modelo (elasticidades y coeficientes técnicos) son obtenidos de la literatura, o son estimados econométricamente; 6) estar orientados hacia políticas y analizan las implicaciones económicas de cambios en las políticas y; 7) poder manejarse mediante hojas de cálculo (Excel).

El desarrollo de este modelo se sustenta en la teoría del comercio internacional bajo el supuesto que los bienes finales comercializados se diferencian de acuerdo al país de origen (Armington, 1969). Se considera que en un país cada industria produce solo un bien y este es distinto al producto de las misma industria de cualquier otro país, por lo que existe un mundo en el que hay m países y n bienes, entonces hay mn bienes por los cuales el consumidor tiene una

preferencia definida; y los productos de cada industria originados en los distintos países son un grupo de sustitutos cercanos (Lloyd and Zhang, 2006).

Haniotis (1990) menciona que para hacer la diferenciación entre mercancías se debe asumir: 1) una pequeña separación de la función de utilidad (bienes homogéneos); 2) elasticidades constantes de sustitución entre las mercancías en cualquiera de los mercados y; 3) una elasticidad de sustitución igual entre cualquiera de las mercancías en un mercado. La sustitución que se establece en los modelos Armington se debe a que un país puede exportar e importar simultáneamente los mismos bienes mientras que los modelos comerciales tradicionales con productos homogéneos no pueden explicar este intercambio (Lloyd y Zhang, 2006).

Las regiones consumidoras basan su decisión de importar en dos etapas. En la primera etapa la distribución del ingreso entre los n bienes importados está determinado por la maximización de la utilidad de los bienes importados sujetos a una restricción de presupuesto, resultando una función de demanda de importación $X_h = X_h(P_1, P_2, \dots, P_n, Y)$, donde X_h y P_n son las cantidades y el índice de precios del bien h y Y es el ingreso.

En la segunda etapa el gasto total para cada bien (Y_h) se distribuye entre las m regiones productoras del bien h , resultando una función de demanda de importación $X_{hi} = X_{hi}(P_{h1}, P_{h2}, \dots, P_{hm}, Y_h)$. Con la minimización del costo se obtiene el índice de cantidad X_{hk} sujeto a X_h y resolviendo las condiciones de primer orden, resulta una función de demanda de importación, expresada en forma parcial para el producto importado (X_{ik}) de la región i a la región k (Sarris, 1980, citado por Haniotis, 1990).

$$X_{ik}/X_k = a_{ik}^{\sigma k} (P_{ik}/P_k)^{-\sigma k} \quad (1)$$

donde:

a_{ik} = constante interpretada como el cambio del k -ésimo exportador en el i -ésimo mercado.

σ_k = valor absoluto de la elasticidad de sustitución entre las importaciones de las distintas regiones de origen k .

P_{ik} = precio de X_{ik} .

P_k = índice de precios de los i productos de X_k en la región k .

La construcción del modelo se basó en Haniotis (1990) y en Sarris (1980). Considerando k regiones consumidoras de maíz y sorgo, i regiones productoras de maíz y sorgo, g bienes (maíz y sorgo) y m productos (maíz mexicano, maíz de EE.UU., sorgo mexicano, etc.) para cada uno de los bienes, el modelo matemático es el siguiente:

$$\tilde{D}_{ik} = \theta_k \tilde{Y}_k + \varepsilon_{iik} \tilde{P}_{ik} + \varepsilon_{jik} \Sigma \tilde{P}_{jk} + e_{gh} \tilde{P}_g \quad (2)$$

$$\tilde{X}_i = \beta_i \tilde{p}_i + \varphi_i \Delta_t \quad (3)$$

$$\tilde{P}_{ik} = E_{ik} \tilde{p}_i r_{ik} + \tilde{\tau}_{ik} \quad (4)$$

$$\tilde{X}_i - \sum_{k=1}^m H_{ik} \tilde{X}_{ik} = 0 \quad (5)$$

donde (\sim) significa cambio porcentual y;

D_{ik} = demanda del producto del país k proveniente del país i .

θ_k = elasticidad ingreso de la demanda del producto en el país k .

\tilde{Y}_k = ingreso total del país k .

ε_{iik} = elasticidad de demanda en el país k , que mide el cambio en la cantidad demandada por producto proveniente del país i ante un cambio en el precio del país i .

P_{ik} = precio al consumidor del país k del producto proveniente del país i .

ε_{jik} = elasticidad de demanda en el país k , que mide el cambio de la cantidad demandada por producto proveniente del país j ante cambio en el precio del país i .

P_{jk} = precio al consumidor del país k del producto proveniente del país j .

e_{gh} = elasticidad precio cruzada del bien h respecto al bien g en el país k .

P_g = precio del bien g en el país k .

X_i = cantidad ofrecida del producto.

β_i = elasticidad precio de la oferta del producto en el país i .

p_i = precio al productor del producto en el país i .

φ_i = tendencia constante.

Δ_t = factor que afecta la cantidad producida (por ejemplo, el nivel de rendimiento).

E_{ik} = elasticidad de transmisión de precios, que mide el cambio en el precio del país k respecto a cambios en el precio del país i .

r_{ik} = tasa de cambio entre el país i y k .

τ_{ik} = cambio exógeno establecido por el país k a importaciones provenientes del país i .

H_{ik} = cantidad exportada proveniente del país i al mercado k .

La Ecuación 2 indica que la demanda depende del ingreso total de la región k , el precio al consumidor en la región k , el precio al consumidor del producto importado en la región k y el precio del bien sustituto en la región k . La Ecuación 3 establece que la oferta depende del precio al productor en la región k y los factores que afectan la cantidad producida. El encadenamiento entre los precios se establece en la Ecuación 4, la cual indica que el precio al consumidor depende del precio al productor, de la tasa de cambio y de otras variables exógenas como los aranceles. Finalmente, el cierre del modelo se da mediante la Ecuación de equilibrio 5, que

establece que las exportaciones del país i son igual a la suma de las importaciones del país k que provienen de i .

Para cada bien, las ecuaciones de demanda, de oferta, de transmisión de precios y la ecuación de cierre forman un sistema de N ecuaciones, donde $N=2m^2+2m$; es decir, 24 ecuaciones para maíz y 24 para sorgo.

El sistema integrado por las Ecuaciones 2 a 5 muestran los cambios porcentuales de las variables endógenas (D_{ik}, X_i, P_{ik}, P_i) que resultan de los cambios porcentuales de las variables exógenas ($Y_k, \tau_{ik}, \varphi_i$). Los cambios en las políticas comerciales y su impacto en los flujos del comercio se pueden evaluar con el parámetro τ_{ik} .

El sistema de 48 ecuaciones se puede integrar y expresar en forma matricial de la siguiente forma:

$$AY=BX \tag{6}$$

donde:

Y es el vector solución para las variables endógenas (de orden 48x1)

A es la matriz de parámetros asociados a las variables endógenas (48x48)

B es la matriz de parámetros asociados a las variables exógenas (48x24)

X es el vector de las variables exógenas (24x1).

La solución para el vector Y es:

$$Y= A^{-1}BX \tag{7}$$

El modelo supone diferentes regiones de producción y consumo para los bienes y productos. Las regiones consideradas fueron EE.UU., México y Resto de Mundo. El mundo fue dividido en estas regiones por lo siguiente: a) EE.UU. es el principal productor y exportador de maíz, así como el principal exportador de sorgo; b) México es un productor importante de maíz y sorgo, pero cubre parte de su consumo con importaciones y; c) Los demás países productores y consumidores se agregan en la región Resto del Mundo.

4.2 Ecuaciones del modelo

El modelo utilizó 18 ecuaciones de demanda (9 para maíz y 9 para sorgo); 6 ecuaciones de oferta (3 para maíz y 3 para sorgo); 18 ecuaciones de precio (9 para maíz y 9 para sorgo) y 6 ecuaciones de cierre (3 para maíz y 3 para sorgo). Las ecuaciones son las siguientes:

Ecuaciones de demanda para maíz.

$$DM_{11} = 0.21PM_{11} - 0.008PS_{11} \quad (8a)$$

$$DM_{21} = -2.79PM_{11} + 3.00PM_{21} - 0.08PS_{21} \quad (8b)$$

$$DM_{31} = -2.79PM_{11} + 3.00PM_{31} - 0.08PS_{31} \quad (8c)$$

$$DM_{12} = 2.25PM_{12} - 2.06PM_{22} - 0.07PS_{12} \quad (8d)$$

$$DM_{22} = -0.75PM_{12} + 0.94PM_{22} - 0.07PS_{22} \quad (8e)$$

$$DM_{32} = -0.75PM_{12} - 2.06PM_{22} + 3.00PM_{32} - 0.07PS_{32} \quad (8f)$$

$$DM_{13} = 2.78PM_{13} - 2.57PM_{33} - 0.05PS_{13} \quad (8g)$$

$$DM_{23} = -0.22PM_{13} + 3.00PM_{23} - 2.57PM_{33} - 0.05PS_{23} \quad (8h)$$

$$DM_{33} = -0.22PM_{13} + 0.43PM_{33} - 0.05PS_{33} \quad (8i)$$

Ecuaciones de demanda para sorgo.

$$DS_{11} = 0.41PS_{11} - 0.25PM_{11} \quad (9a)$$

$$DS_{21} = -2.59PS_{11} + 3.00PS_{21} - 0.25PM_{21} \quad (9b)$$

$$DS_{31} = -2.59PS_{11} + 3.00PS_{31} - 0.25PM_{31} \quad (9c)$$

$$DS_{12} = 2.38PS_{12} - 1.94PS_{22} - 0.19PM_{12} \quad (9d)$$

$$DS_{22} = -0.62PS_{12} + 1.06PS_{22} - 0.19PM_{22} \quad (9e)$$

$$DS_{32} = -0.62PS_{12} - 1.94PS_{22} + 3.00PS_{32} - 0.19PM_{32} \quad (9f)$$

$$DS_{13} = 2.88PS_{13} - 2.45PS_{33} - 0.14 PM_{13} \quad (9g)$$

$$DS_{23} = -0.12PS_{13} + 3.00PS_{23} - 2.45PS_{33} - 0.14 PM_{23} \quad (9h)$$

$$DS_{33} = -0.12PS_{13} + 0.55PS_{33} - 0.14 PM_{33} \quad (9i)$$

Ecuaciones de oferta para maíz y sorgo.

$$XM_1 = 0.48PM_1 \quad (10a) \quad XS_1 = 0.6PS_1 \quad (11a)$$

$$XM_2 = 0.24PM_2 \quad (10b) \quad XS_2 = 0.22PS_2 \quad (11b)$$

$$XM_3 = 0.23PM_3 \quad (10c) \quad XS_3 = 0.23PS_3 \quad (11c)$$

Ecuaciones de precio para maíz y sorgo.

$$PM_{11} = PM_1 + TM_{11} \quad (12a) \quad PS_{11} = PS_1 + TS_{11} \quad (13a)$$

$$PM_{21} = PM_2 + TM_{21} \quad (12b) \quad PS_{21} = PS_2 + TS_{21} \quad (13b)$$

$$PM_{31} = PM_3 + TM_{31} \quad (12c) \quad PS_{31} = PS_3 + TS_{31} \quad (13c)$$

$$PM_{12} = 0.7PM_1 + TM_{12} \quad (12d) \quad PS_{12} = 0.94PS_1 + TS_{12} \quad (13d)$$

$$PM_{22} = 0.7PM_2 + TM_{22} \quad (12e) \quad PS_{22} = 0.94PS_2 + TS_{22} \quad (13e)$$

$$PM_{32} = 0.7PM_3 + TM_{32} \quad (12f) \quad PS_{32} = 0.94PS_3 + TS_{32} \quad (13f)$$

$$PM_{13} = PM_1 + TM_{13} \quad (12g) \quad PS_{13} = PS_1 + TS_{13} \quad (13g)$$

$$PM_{23} = PM_2 + TM_{23} \quad (12h) \quad PS_{23} = PS_2 + TS_{23} \quad (13h)$$

$$PM_{33} = PM_3 + TM_{33} \quad (12i) \quad PS_{33} = PS_3 + TS_{33} \quad (13i)$$

Ecuaciones de cierre para maíz.

$$0.48PM_1 = 0.84DM_{11} + 0.03DM_{12} + 0.13DM_{13} \quad (14a)$$

$$0.24PM_2 = 0.99DM_{22} + 0.01DM_{23} \quad (14b)$$

$$0.23PM_3 = 1DM_{33} \quad (14c)$$

Ecuaciones de cierre para sorgo.

$$0.6PS_1 = 0.58DS_{11} + 0.21DS_{12} + 0.22DS_{13} \quad (15a)$$

$$0.22PS_2 = 1DS_{22} \quad (15b)$$

$$0.32PS_3 = 1DS_{33} \quad (15c)$$

4.3 Datos y fuentes de información

La información utilizada en el modelo proviene de base de datos de las distintas organizaciones internacionales. Se utilizó un promedio de 2008, 2009 y 2010 para evitar años atípicos (2008-2010). El volumen de producción de maíz y sorgo, la información de flujos comerciales internacionales (países de origen y destino de importaciones y exportaciones) provienen de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2013). Se estimó el consumo nacional aparente con los datos de producción, importación y exportación promedios 2008-2010. El consumo nacional aparente es la suma de la producción e importaciones, menos exportaciones.

Las elasticidades precio fueron tomadas de distintas estimaciones. Las elasticidades precio de la demanda de maíz y sorgo para México se obtuvieron de García-Vega (1996), y las elasticidades precio de la oferta fueron de Molina-Gómez (2012). Para EE.UU. se usaron las elasticidades de demanda y oferta de maíz y sorgo reportadas por Sullivan *et al.* (1989), la elasticidad cruzada de la demanda de maíz por Westhoff *et al.* (1990). Las elasticidades precio de la demanda y la oferta del resto de mundo se obtuvieron realizando un promedio de elasticidades reportadas de FAPRI (2013).

Para EE.UU. y resto del mundo se supuso una elasticidad constante de sustitución igual a 3. Mientras que para México se consideró la elasticidad constante de sustitución de maíz reportada por González-Rojas (2010), para sorgo se estimó un modelo similar al expresado en la Ecuación

9; se utilizaron datos de 1990 a 2009 que se obtuvieron de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013), del Servicio Nacional de Información e Investigación de Mercados (2013), de Tlapa-Rangel (2005), del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2012), del Banco de México (2013) y el Servicio de Administración Tributaria (2013). Con un R^2 de 0.43, el resultado obtenido del modelo indica que la elasticidad de sustitución es de 0.49.

Basados en Haniotis (1990), las elasticidades de demanda (ε_{iik} y ε_{jik}) se calcularon así:

$$\varepsilon_{iik} = -(1 - S_{ik})\sigma_k + S_{ik}\sigma_k \quad (16)$$

$$\varepsilon_{jik} = S_{jk}(\sigma_k + \varepsilon_k) \quad (17)$$

donde:

S_{ik} = participación del valor del consumo proveniente del país i en el valor del consumo total del país k .

σ_k = elasticidad de sustitución en el país k .

ε_k = es la elasticidad precio de la demanda de producto en el país k .

Las elasticidades de transmisión de precios para México se obtuvieron de González-Rojas (2010) y de Tlapa-Rangel (2005) para maíz y sorgo, respectivamente. Para el resto de países se supuso una elasticidad de transmisión de precios igual a 1. La matriz de flujos comerciales para obtener la participación de las importaciones y exportaciones en el consumo y producción se obtuvieron de la FAO (2013).

CAPÍTULO V

ÁNALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Flujos comerciales de maíz y sorgo

5.1.1 Flujos comerciales de maíz

Para la realización del modelo se obtuvieron los flujos comerciales de maíz a nivel mundial. La producción y consumo promedio de maíz durante el periodo 2008-2010 fue de 833 millones t; EE.UU. aportó el 38.2 % de la producción, México el 2.7 % y el resto del mundo el 59.1 %; EE.UU. consumió el 32.0 %, México el 3.6 % y el resto del mundo un 64.2 % (Cuadro 5.1).

Cuadro 5.1. Flujos comerciales de maíz. Cifras en miles de t.

| Región i/k | México | EE.UU | Resto del mundo | Exportaciones | Producción Total |
|-----------------|--------|---------|-----------------|---------------|------------------|
| México | 22,286 | 5 | 297 | 302 | 22,588 |
| EE.UU. | 8,081 | 267,681 | 42,857 | 50,938 | 318,619 |
| Resto del mundo | 5 | 394 | 491,758 | 398 | 492,156 |
| Importaciones | 8,085 | 399 | 43,154 | 51,639 | |
| Consumo total | 30,371 | 268,080 | 534,912 | | 833,363 |

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2013).

La producción promedio de maíz en México fue de 22 millones t, de los cuales exportó a EE.UU. un 0.02 % y al resto del mundo un 1.4 %. La producción promedio de maíz en EE.UU. fue de 318 millones t; y exportó a México el 2.5 % y al resto del mundo el 13.5 % de la

producción. El resto del mundo tuvo una producción promedio de 492 millones t, de los cuales exportó el 0.08 % a México y EE.UU. (Cuadro 5.1).

En México el consumo promedio fue de 30 millones de t, abasteciéndose con 22 millones de t de la producción nacional y 8 millones t con importaciones, que se realizaron principalmente de EE.UU. (99.9 %) (Cuadro 5.1).

En EE.UU. el consumo total promedio fue de 268 millones t, que provinieron de la producción nacional (99.9 %); y de importaciones realizadas a México (394 mil t) y al resto del mundo (5 mil t) (Cuadro 5.1).

5.1.2 Flujos comerciales de sorgo

En el periodo 2008-2010 la producción y el consumo promedio mundial de sorgo fueron de 60 millones t; EE.UU. produjo el 16.9 %, México el 10.9 % y el resto del mundo el 72.3 %. El consumo de sorgo se distribuyó entre EE.UU. (14.3 %), México (9.7 %) y resto del mundo (75.9 %) (Cuadro 5.2).

La producción promedio de sorgo en México fue de 6 millones t. Las exportaciones a EE.UU. y resto del mundo fueron menor a mil t. El consumo promedio fue de 8 millones t, que se abastecieron de la producción nacional (75.7 %) y las importaciones de EE.UU. (24.3 %), principalmente (Cuadro 5.2).

La producción promedio de sorgo en EE.UU. fue de 10 millones t y el consumo fue 6 millones t. Las exportaciones fueron de 4 millones t y se dirigieron a México (48.7 %) y resto del mundo (51.3 %) (Cuadro 5.2).

El resto del mundo tuvo una producción promedio de 44 millones t y un consumo promedio de 46 millones t, lo que genera un déficit de 2 millones t que son importadas principalmente de EE.UU. (Cuadro 5.2).

Cuadro 5.2. Flujos comerciales de sorgo. Cifras en miles de t.

| Región i/k | México | EE.UU. | Resto del mundo | Exportaciones | Producción total |
|-----------------|--------|--------|-----------------|---------------|------------------|
| México | 6,553 | 0 | 0 | 0 | 6,553 |
| EE.UU. | 2,101 | 5,857 | 2,211 | 4,312 | 10,169 |
| Resto del Mundo | 0 | 1 | 43,604 | 1 | 43,606 |
| Importaciones | 2,101 | 1 | 2,211 | 4,313 | |
| Consumo total | 8,654 | 5,858 | 45,815 | | 60,327 |

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2013).

5.2 Escenario 1. Disminución del rendimiento de maíz y sorgo en México

5.2.1 Disminución del rendimiento de maíz en México en 15 y 20 %

Estudios sobre cambio climático indican un incremento de la temperatura en México entre 1.5 y 2.5 °C, los cambios en las precipitaciones son imprecisas; sin embargo, se espera una disminución de entre 5.0 y 10.0 %. Por lo que una disminución en el rendimiento de maíz impactará de manera negativa la oferta de granos en México.

Si el rendimiento de maíz disminuyera en 15.0 %, la oferta de maíz nacional disminuiría en 11.0 %, lo cual significaría un cambio de 22.6 a 20.1 millones t. La demanda por maíz nacional disminuiría en 10.5 %, pasando de 22.3 a 20.0 millones t. El cambio ocasionaría un incremento en la demanda por maíz importado de EE.UU. en 23.1 %, lo cual implica que las importaciones

pasarían de 8.1 a 9.9 millones t., y las importaciones de maíz provenientes de resto del mundo se incrementarían de 5 a 6 mil t (Cuadro 5.3).

El aumento en la demanda por maíz estadounidense ocasionaría un aumento en el precio de importación en 0.5 %, pasando de 3,237 a 3,253 pesos t^{-1} . El precio al consumidor aumentaría de 3,710 a 4,144 pesos t^{-1} y el precio al productor en México aumentaría 16.7 %. El valor de las importaciones de maíz provenientes de EE.UU. pasaría de 26,158 a 32,348 millones de pesos (Cuadro 5.3).

Considerando el efecto del clima en el maíz, el cambio en la demanda y la oferta de sorgo nacional aumentaría en 0.5 %; este cambio generaría un incremento en las importaciones de sorgo provenientes de EE.UU. en 57 mil t y el precio de importación aumentaría a 2,956 pesos t^{-1} , el precio al productor de sorgo mexicano se incrementaría a 2,840 pesos t^{-1} y el precio al consumidor cambiaría a 3,311 pesos t^{-1} . El valor total de las importaciones pasaría de 6,181 a 6,379 millones de pesos (Cuadro 5.3).

Los efectos que el cambio climático tendrían en México sobre el mercado de maíz generaría una disminución en la oferta generando un déficit para cubrir la demanda nacional y se recurrirían a las importaciones de maíz con un incremento en el valor de las importaciones en aproximadamente 6,190 millones de pesos, y el incremento en el valor de las importaciones para sorgo sería cercano a 198 millones de pesos. El valor comercial de ambos granos provenientes de EE.UU sería de 38,727 millones de pesos.

Cuadro 5.3. Efecto en el rendimiento de maíz en México originado por el cambio climático sobre el mercado mundial de granos forrajeros. Cifras en miles t y pesos t⁻¹.

| Variable endógena | Datos 2008/2010 | Cambio en la variable endógena por una disminución en el rendimiento de maíz en: | | | |
|--|---------------------------------|--|---------------------------------|-------|---------------------------------|
| | | 15 % | | 20 % | |
| | Miles t y pesos t ⁻¹ | % | Miles t y pesos t ⁻¹ | % | Miles t y pesos t ⁻¹ |
| Efecto en el mercado de maíz | | | | | |
| Demanda de EE.UU. por maíz de EE.UU. | 267,681 | -0.1 | -289 | -0.1 | -385 |
| Demanda de EE.UU. por maíz de México | 5 | -48.0 | -3 | -64.0 | -3 |
| Demanda de EE.UU. por maíz de R.M. [†] | 394 | 1.1 | 4 | 1.5 | 6 |
| Demanda de México por maíz de EE.UU. | 8,081 | 23.1 | 1,863 | 30.7 | 2,483 |
| Demanda de México por maíz nacional | 22,286 | -10.5 | -2,334 | -14.0 | -3,112 |
| Demanda de México por maíz de R.M. | 5 | 23.9 | 1 | 31.9 | 1 |
| Demanda de R.M. por maíz de EE.UU. | 42,857 | -1.2 | -495 | -1.5 | -660 |
| Demanda de R.M. por maíz de México. | 297 | -49.1 | -146 | -65.5 | -194 |
| Demanda de R.M. por maíz de R.M. | 491,758 | 0.1 | 325 | 0.1 | 433 |
| Demanda mundial de maíz | 833,363 | 0.0 | -1,073 | 0.0 | -1,431 |
| Oferta mundial de maíz | 833,363 | 0.0 | -1,073 | 0.0 | -1,431 |
| Oferta de maíz en EE.UU. | 318,619 | 0.3 | 1,079 | 0.5 | 1,438 |
| Oferta de maíz en México | 22,588 | -11.0 | -2,482 | -14.7 | -3,309 |
| Oferta de maíz en R.M. | 492,156 | 0.1 | 330 | 0.5 | 1,438 |
| Precio de maíz importado de EE.UU. | 3,237 | 0.5 | 16 | 0.7 | 21 |
| Precio al consumidor de maíz producido en México | 3,710 | 11.7 | 434 | 15.6 | 579 |
| Precio al productor de maíz en México | 3,480 | 16.7 | 582 | 22.3 | 776 |
| Efecto en el mercado de sorgo | | | | | |
| Demanda de EE.UU. por sorgo de EE.UU. | 5,857 | 0.0 | -2 | 0.0 | -3 |
| Demanda de EE.UU. por sorgo de México | 0 | -0.7 | 0 | -0.9 | 0 |
| Demanda de EE.UU. por sorgo de R.M. | 1 | 1.0 | 0 | 1.4 | 0 |
| Demanda de México por sorgo de EE.UU. | 2,101 | 2.7 | 57 | 3.6 | 76 |
| Demanda de México por sorgo nacional | 6,553 | 0.5 | 30 | 0.6 | 40 |
| Demanda de México por sorgo de R.M. | 0 | 3.8 | 0 | 5.0 | 0 |
| Demanda de R.M. por sorgo de EE.UU. | 2,211 | -1.1 | -24 | -1.4 | -32 |
| Demanda de R.M. por sorgo de México. | 0 | -3.5 | 0 | -4.7 | 0 |
| Demanda de R.M. por sorgo de R.M. | 43,604 | 0.0 | 17 | 0.1 | 22 |
| Demanda mundial de sorgo | 60,327 | 0.0 | 78 | 0.0 | 104 |
| Oferta mundial de sorgo | 60,327 | 0.0 | 78 | 0.0 | 104 |
| Oferta de sorgo en EE.UU. | 10,169 | 0.3 | 31 | 0.4 | 42 |
| Oferta de sorgo en México | 6,553 | 0.5 | 30 | 0.6 | 40 |
| Oferta de sorgo en R.M. | 43,606 | 0.0 | 17 | 0.1 | 22 |
| Precio de sorgo importado de EE.UU. | 2,942 | 0.5 | 14 | 0.6 | 19 |
| Precio al consumidor de sorgo en México | 3,248 | 1.9 | 63 | 2.6 | 84 |
| Precio al productor de sorgo en México | 2,782 | 2.1 | 58 | 2.8 | 77 |

[†]R.M. = Resto del mundo.

Si el rendimiento de maíz disminuyera en 20.0 %, la oferta de maíz nacional se reduciría en 14.7%, lo cual significa un cambio de 22.6 a 19.3 millones t. La demanda por maíz nacional disminuiría en 14 %, pasando de 22.3 a 19.2 millones t. Estos cambios ocasionarían un incremento en la demanda de maíz proveniente de EE.UU., en 30.7 %, lo cual implica un incremento de las importaciones de 8.1 a 10.6 millones t (Cuadro 5.3).

Ante el incremento en la demanda de maíz proveniente de EE.UU. el precio de las importaciones aumentaría en 0.9 %, pasando de 3,237 a 3,258 pesos t^{-1} . El precio al consumidor cambiaría de 3,710 a 4,289 pesos t^{-1} , y el precio al productor aumentaría en 0.4 %. El valor de las importaciones cambiaría de 26,158 a 34,418 millones de pesos (Cuadro 5.3).

Dado el efecto de sustitución maíz-sorgo, el incremento en la demanda y oferta nacional de sorgo cambiaría en 0.6 %, y el cambio en las importaciones de sorgo provenientes de EE.UU. aumentarían en 76 mil toneladas. El precio de importación se incrementaría a 2,961 pesos t^{-1} , el precio al productor y consumidor cambiaría en 2.8 y 2.6 % (Cuadro 5.3). El valor de las importaciones de maíz cambiaría de 6,181 a 6,446 millones de pesos.

Con los cambios en la oferta de maíz se generaría un déficit para cubrir el consumo y se recurrirían a las importaciones de maíz y sorgo. El incremento en el valor de las importaciones cambiaría en aproximadamente 8,260 millones de pesos, y el incremento en el valor de las importaciones de sorgo sería cercano a 265 millones de pesos. El valor comercial de ambos granos pasaría de 32,339 a 40,864 millones de pesos.

5.2.2 Disminución del rendimiento de sorgo en México en 15 y 20 %

Debido al incremento en la temperatura; el cultivo de sorgo, a pesar de ser un poco más resistente que el maíz a los cambios en la temperatura y la precipitación, también puede tener efectos adversos. Al ser una planta similar a la de maíz, si los cambios ocurrieran en su etapa de crecimiento, desarrollo y polinización, se esperarían efectos similares que en el maíz.

El efecto de un cambio climático del 15.0 % en la reducción del rendimiento de sorgo, generaría una disminución en 12.0 % en la oferta y demanda por sorgo nacional, pasando de 6.6 a 5.8 millones t; esto ocasionaría un incremento en las importaciones de sorgo provenientes de EE.UU. en 18.8 %. El precio de importación pasaría de 2,942 a 3,021 pesos t^{-1} , mientras que el precio al productor de sorgo mexicano se incrementaría de 2,782 a 3,166 pesos t^{-1} , generando un cambio en el precio al consumidor de 3,248 a 3,670 pesos t^{-1} (Cuadro 5.4). El valor de las importaciones de sorgo cambiaría de 6,181 a 7,543 millones de pesos

A consecuencia del cambio en el rendimiento de sorgo, la oferta de maíz aumentaría en aproximadamente 62 mil t y la demanda de maíz se incrementaría en 69 mil t, por lo que las importaciones de maíz se incrementarían; principalmente las provenientes de EE.UU., con un cambio de 112 mil t. El precio de importación no tendría cambios significativos pasando de 3,237 a 3,243 pesos t^{-1} , el precio al productor aumentaría de 3,480 a 3,520 pesos t^{-1} y el precio al consumidor cambiaría de 3,710 a 3,740 pesos t^{-1} (Cuadro 5.4). El valor de las importaciones se incrementaría de 26,158 a 26,570 millones de pesos.

Los efectos del cambio climático afectarían la oferta nacional de sorgo en México, por lo que se recurrirían a importaciones de EE.UU., principalmente. El valor de las importaciones totales de sorgo aumentarían en 1,362 millones de pesos y el valor de las importaciones totales de maíz aumentarían en 412 millones de pesos.

Cuadro 5.4. Efecto en el rendimiento de sorgo en México originado por el cambio climático sobre el mercado mundial de granos forrajeros. Cifras en miles t y pesos t⁻¹.

| Variable endógena | Datos 2008/2010 | Cambio en la variable endógena por una disminución en el rendimiento de maíz en: | | | |
|--|---------------------------------|--|---------------------------------|-------|---------------------------------|
| | | 15 % | | 20 % | |
| | Miles t y pesos t ⁻¹ | % | Miles t y pesos t ⁻¹ | % | Miles t y pesos t ⁻¹ |
| Efecto en el mercado de sorgo | | | | | |
| Demanda de EE.UU. por sorgo de EE.UU. | 5,857 | -1.1 | -64 | -1.5 | -86 |
| Demanda de EE.UU. por sorgo de México | 0 | -33.8 | 0 | -45.0 | 0 |
| Demanda de EE.UU. por sorgo de R.M. [¶] | 1 | 6.1 | 0 | 8.2 | 0 |
| Demanda de México por sorgo de EE.UU. | 2,101 | 18.8 | 396 | 25.1 | 527 |
| Demanda de México por sorgo nacional | 6,553 | -12.0 | -784 | -15.9 | -1,045 |
| Demanda de México por sorgo de R.M. | 0 | 25.6 | 0 | 34.2 | 0 |
| Demanda de R.M. por sorgo de EE.UU. | 2,211 | -7.1 | -157 | -9.5 | -210 |
| Demanda de R.M. por sorgo de México. | 0 | -39.9 | 0 | -53.2 | 0 |
| Demanda de R.M. por sorgo de R.M. | 43,604 | 0.1 | 59 | 0.2 | 79 |
| Demanda mundial de sorgo | 60,327 | 0.0 | -551 | 0.0 | -734 |
| Oferta mundial de sorgo | 60,327 | 0.0 | -551 | 0.0 | -734 |
| Oferta de sorgo en EE.UU. | 10,169 | 1.7 | 174 | 2.3 | 232 |
| Oferta de sorgo en México | 6,553 | -12.0 | -784 | -15.9 | -1,045 |
| Oferta de sorgo en R.M. | 43,606 | 0.1 | 59 | 0.2 | 79 |
| Precio de sorgo importado de EE.UU. | 2,942 | 2.7 | 79 | 3.6 | 105 |
| Precio al consumidor de sorgo en México | 3,248 | 13.0 | 442 | 17.3 | 562 |
| Precio al productor de sorgo en México | 2,782 | 13.8 | 384 | 18.4 | 512 |
| Efecto en el mercado de maíz | | | | | |
| Demanda de EE.UU. por maíz de EE.UU. | 267,681 | 0.19 | 450 | 0.2 | 600 |
| Demanda de EE.UU. por maíz de México | 5 | -1.7 | 0 | -2.0 | 0 |
| Demanda de EE.UU. por maíz de R.M. | 394 | 0.5 | 2 | 0.6 | 2 |
| Demanda de México por maíz de EE.UU. | 8,081 | 1.6 | 112 | 1.8 | 149 |
| Demanda de México por maíz nacional | 22,286 | 0.3 | 69 | 0.4 | 92 |
| Demanda de México por maíz de R.M. | 5 | 1.7 | 0 | 2.1 | 0 |
| Demanda de R.M. por maíz de EE.UU. | 42,857 | -0.3 | -129 | -0.4 | -172 |
| Demanda de R.M. por maíz de México. | 297 | -2.6 | -7 | -3.1 | -9 |
| Demanda de R.M. por maíz de R.M. | 491,758 | 0.0 | 148 | 0.0 | 198 |
| Demanda mundial de maíz | 833,363 | 0.0 | 645 | 0.0 | 860 |
| Oferta mundial de maíz | 833,363 | 0.0 | 645 | 0.0 | 860 |
| Oferta de maíz en EE.UU. | 318,619 | 0.2 | 433 | 0.2 | 577 |
| Oferta de maíz en México | 22,588 | 0.3 | 62 | 0.4 | 82 |
| Oferta de maíz en R.M. | 492,156 | 0.0 | 150 | 0.0 | 200 |
| Precio de maíz importado de EE.UU. | 3,237 | 0.2 | 6 | 0.3 | 9 |
| Precio al consumidor de maíz producido en México | 3,710 | 0.8 | 30 | 1.1 | 39 |
| Precio al productor de maíz en México | 3,480 | 1.1 | 40 | 1.5 | 53 |

[¶]R.M. = Resto del mundo.

Si la reducción del rendimiento en sorgo fuera del 20.0 %, la oferta y demanda nacional disminuiría en 15.9 %, cambiando de 6.6 a 5.5 millones t. La contracción de la oferta provocaría un incremento en la cantidad demandada de sorgo de EE.UU. aumentado en 25.1 %. El precio de importación aumentaría de 2,942 a 3,047 pesos t^{-1} , el precio al productor de sorgo en México pasaría de 2,782 a 3,810 pesos t^{-1} , y el incremento en el precio al consumidor sería de 3,248 a 3,810 pesos t^{-1} (Cuadro 5.4). El valor de las importaciones de sorgo cambiaría de 6,181 a 8,008 millones de pesos.

En cuanto al mercado de maíz, la demanda por maíz en México aumentaría de 22.3 a 22.4 millones t, mientras que la oferta aumentaría de 22.6 a 22.7 millones t; sin embargo, la demanda por maíz de EE.UU. cambiaría de 8.1 a 8.2 millones de t. El precio de importación tendría un incremento poco significativo de 3,237 a 3,246 pesos t^{-1} , el precio de productor y consumidor nacional de maíz se incrementaría de 3,533 a 3,749 pesos t^{-1} (Cuadro 5.4). El valor de las importaciones aumentaría en 557 millones de pesos.

5.3 Escenario 2. Disminución del rendimiento de maíz y sorgo en EE.UU

5.3.1 Disminución del rendimiento de maíz en EE.UU. en 10 %

En EE.UU. el efecto del cambio climático esperado es; un incremento de la temperatura entre 1°C y 2°C, y los cambios en la precipitación son desconocidos por la sensibilidad a las condiciones locales (USDA, 2013). Distintos autores han modelado los posibles efectos del cambio climático en los rendimientos de maíz y han obtenido resultados de una disminución en el rendimiento (Hatfield and Singer, 2009; USDA, 2013).

Ante una disminución del rendimiento de maíz en 10 %, la oferta de maíz en EE.UU. disminuiría en 4.8 %, ocasionando una reducción de las importaciones mexicanas en 7.9 %, lo

que sería un descenso de 8.1 a 7.4 millones t. En cuanto a la demanda por maíz en México se incrementaría de 22.3 a 22.7 millones de t y la oferta de maíz mexicano solo se incrementaría en 1.5 %; la demanda por maíz de resto del mundo se incrementaría en 6.9 %; y esto ocasionaría un incremento en la demanda de sorgo (Cuadro 5.5).

Como consecuencia de la reducción de la oferta de maíz en EE.UU., la oferta y demanda de sorgo en México aumentaría en 0.3 % y la demanda de importación de sorgo proveniente de EE.UU. se elevaría de 2,101 a 2,109 mil toneladas. Este cambio tendría efectos en los precios; el precio al productor de maíz pasaría de 3,480 a 3,601 pesos t^{-1} , el precio de importación de maíz se incrementaría de 3,237 a 3,484 pesos t^{-1} , y el precio al consumidor pasaría de 3,710 a 3,875 pesos t^{-1} (Cuadro 5.5).

De la misma manera se origina un cambio en los precios de sorgo. Por ejemplo, el precio al productor tendría un cambio de 2,782 a 2,824 pesos t^{-1} y el cambio en el precio de importación de sorgo sería de 2,942 a 2,988 pesos t^{-1} , generando un aumento en el precio al consumidor de 3,248 a 3,294 pesos t^{-1} (Cuadro 5.5)

Sin embargo, los efectos de estos cambios solo se ven reflejados en el valor comercial, para maíz este valor podría pasar de 26,158 a 25,928 millones de pesos, y el valor para sorgo cambiaría de 6,181 a 6,305 millones de pesos. Se puede observar una disminución del valor comercial de maíz de 230 millones de pesos y en sorgo el incremento es de 124 millones de pesos.

Cuadro 5.5. Efecto en el rendimiento de maíz en EE.UU. originado por el cambio climático sobre el mercado mundial de granos forrajeros. Cifras en miles t y pesos t⁻¹.

| Variable endógena | Datos 2008/2010 | Cambio en la variable endógena por una disminución en el rendimiento de maíz en 10 % | |
|--|---------------------------------|--|---------------------------------|
| | Miles t y pesos t ⁻¹ | % | Miles t y pesos t ⁻¹ |
| Efecto en el mercado de maíz | | | |
| Demanda de EE.UU. por maíz de EE.UU. | 267,681 | -2.2 | -5,848 |
| Demanda de EE.UU. por maíz de México | 5 | 11.4 | 1 |
| Demanda de EE.UU. por maíz de R.M. [¶] | 394 | 19.0 | 75 |
| Demanda de México por maíz de EE.UU. | 8,081 | -7.9 | -639 |
| Demanda de México por maíz nacional | 22,286 | 1.6 | 364 |
| Demanda de México por maíz de R.M. | 5 | 6.9 | 0.3 |
| Demanda de R.M. por maíz de EE.UU. | 42,857 | -20.3 | -8,702 |
| Demanda de R.M. por maíz de México. | 297 | -6.7 | -20 |
| Demanda de R.M. por maíz de R.M. | 491,758 | 0.9 | 4,261 |
| Demanda mundial de maíz | 833,363 | 0.0 | -10,508 |
| Oferta mundial de maíz | 833,363 | 0.0 | -10,508 |
| Oferta de maíz en EE.UU. | 318,619 | -4.8 | -15,189 |
| Oferta de maíz en México | 22,588 | 1.5 | 345 |
| Oferta de maíz en R.M. | 492,156 | 0.9 | 4,336 |
| Precio de maíz importado de EE.UU. | 3,237 | 7.6 | 247 |
| Precio al consumidor de maíz producido en México | 3,710 | 4.4 | 165 |
| Precio al productor de maíz en México | 3,480 | 6.4 | 221 |
| Efecto en el mercado de sorgo | | | |
| Demanda de EE.UU. por sorgo de EE.UU. | 5,857 | 2.0 | 119 |
| Demanda de EE.UU. por sorgo de México | 0 | 1.4 | 0 |
| Demanda de EE.UU. por sorgo de R.M. | 1 | 2.7 | 0.04 |
| Demanda de México por sorgo de EE.UU. | 2,101 | 0.4 | 9 |
| Demanda de México por sorgo nacional | 6,553 | 0.3 | 22 |
| Demanda de México por sorgo de R.M. | 0 | 1.8 | 0 |
| Demanda de R.M. por sorgo de EE.UU. | 2,211 | -1.2 | -27 |
| Demanda de R.M. por sorgo de México. | 0 | -1.3 | 0.0 |
| Demanda de R.M. por sorgo de R.M. | 43,604 | 0.3 | 119 |
| Demanda mundial de sorgo | 60,327 | 0.0 | 242 |
| Oferta mundial de sorgo | 60,327 | 0.0 | 242 |
| Oferta de sorgo en EE.UU. | 10,169 | 1.0 | 102 |
| Oferta de sorgo en México | 6,553 | 0.3 | 22 |
| Oferta de sorgo en R.M. | 43,606 | 0.3 | 119 |
| Precio de sorgo importado de EE.UU. | 2,942 | 1.6 | 46 |
| Precio al consumidor de sorgo en México | 3,248 | 1.4 | 46 |
| Precio al productor de sorgo en México | 2,782 | 1.5 | 42 |

[¶]R.M. = Resto del mundo

5.3.2 Disminución del rendimiento de sorgo en EE.UU. en 10 %

Las exportaciones de sorgo de EE.UU. al resto del mundo son importantes, dado que son cerca del 64 % del volumen mundial comercializado; y para México la mayor parte de las importaciones provienen de EE.UU. (99.9 %). Un efecto del cambio climático durante el periodo de crecimiento del cultivo en EE.UU. puede traer consigo cambios en el mercado mexicano.

Con una disminución del 10 % en el rendimiento de sorgo en EE.UU., la oferta disminuiría en 6.3 % generando un incremento en el precio de importación en México de 2,942 a 3,110 pesos t^{-1} . Con este cambio la demanda de importación de sorgo proveniente de EE.UU. se reduciría en 8.1 %, y pasaría de 2.1 a 1.9 millones de t; por lo tanto, el cambio en el valor comercial de sorgo cambiaría de 6,181 a 6,005 millones de pesos; es decir, una disminución de 176 mil pesos (Cuadro 5.6).

El incremento en el precio de importación fomenta un crecimiento en la oferta y demanda por sorgo de México cambiando a 6,596 mil toneladas, el precio al productor tendría un incremento de 3.0 % y el precio al consumidor se elevaría en 2.8 %.

Con el efecto sustitución, la oferta de maíz en México aumentaría en 0.1 %; es decir, un incremento de 22.58 a 22.61 millones t y el precio al productor aumentaría en 0.5 %. La demanda de maíz en México crecería en 0.1 % y la demanda de importación de maíz proveniente de EE.UU. pasaría de 8,101 a 8,106 mil t, mientras que la demanda de maíz proveniente del resto del mundo pasaría de 5 a 5.03 mil t. El incremento en el precio de importación crecería de 3,237 a 3,249 pesos t^{-1} , y el precio al consumidor aumentaría en 0.4 %. (Cuadro 5.6). El valor de las importaciones aumentaría de 26,158 a 26,336 millones de pesos, un incremento de 178 mil pesos que es muy cercano a la disminución del valor comercial del sorgo.

Cuadro 5.6. Efecto en el rendimiento de sorgo en EE.UU. originado por el cambio climático sobre el mercado mundial de granos forrajeros. Cifras en miles t y pesos t⁻¹.

| Variable endógena | Datos 2008/2010 | Cambio en la variable endógena por una disminución en el rendimiento de sorgo en: 10 % | |
|--|---------------------------------|--|---------------------------------|
| | Miles t y pesos t ⁻¹ | % | Miles t y pesos t ⁻¹ |
| Efecto en el mercado de sorgo | | | |
| Demanda de EE.UU. por sorgo de EE.UU. | 5,857 | -2.4 | -139 |
| Demanda de EE.UU. por sorgo de México | 0 | 7.0 | 0 |
| Demanda de EE.UU. por sorgo de R.M. [¶] | 1 | 13.1 | 0.17 |
| Demanda de México por sorgo de EE.UU. | 2,101 | -8.1 | -170 |
| Demanda de México por sorgo nacional | 6,553 | 0.7 | 43 |
| Demanda de México por sorgo de R.M. | 0 | 6.5 | 0 |
| Demanda de R.M. por sorgo de EE.UU. | 2,211 | -15.2 | -336 |
| Demanda de R.M. por sorgo de México. | 0 | -5.9 | 0 |
| Demanda de R.M. por sorgo de R.M. | 43,604 | 0.3 | 126 |
| Demanda mundial de sorgo | 60,327 | 0.0 | -476 |
| Oferta mundial de sorgo | 60,327 | 0.0 | -476 |
| Oferta de sorgo en EE.UU. | 10,169 | -6.3 | -646 |
| Oferta de sorgo en México | 6,553 | 0.7 | 43 |
| Oferta de sorgo en R.M. | 43,606 | 0.3 | 126 |
| Precio de sorgo importado de EE.UU. | 2,942 | 5.7 | 186 |
| Precio al consumidor de sorgo en México | 3,248 | 2.8 | 91 |
| Precio al productor de sorgo en México | 2,782 | 3.0 | 83 |
| Efecto en el mercado de maíz | | | |
| Demanda de EE.UU. por maíz de EE.UU. | 267,681 | 0.4 | 1,003 |
| Demanda de EE.UU. por maíz de México | 5 | 0.2 | 0.0 |
| Demanda de EE.UU. por maíz de R.M. | 394 | 0.8 | 3 |
| Demanda de México por maíz de EE.UU. | 8,081 | 0.3 | 25 |
| Demanda de México por maíz nacional | 22,286 | 0.1 | 30 |
| Demanda de México por maíz de R.M. | 5 | 0.6 | 0.0 |
| Demanda de R.M. por maíz de EE.UU. | 42,857 | -0.5 | -220 |
| Demanda de R.M. por maíz de México. | 297 | -0.6 | -2 |
| Demanda de R.M. por maíz de R.M. | 491,758 | 0.1 | 282 |
| Demanda mundial de maíz | 833,363 | 0.0 | 1,121 |
| Oferta mundial de maíz | 833,363 | 0.0 | 1,121 |
| Oferta de maíz en EE.UU. | 318,619 | 0.3 | 808 |
| Oferta de maíz en México | 22,588 | 0.1 | 28 |
| Oferta de maíz en R.M. | 492,156 | 0.1 | 285 |
| Precio de maíz importado de EE.UU. | 3,237 | 0.4 | 12 |
| Precio al consumidor de maíz producido en México | 3,710 | 0.4 | 13 |
| Precio al productor de maíz en México | 3,480 | 0.5 | 18 |

[¶]R.M. = Resto del mundo.

5.4 Escenario 3. Protección al mercado nacional de resto del mundo

En mayo de 2008 los aranceles de algunos granos (maíz, sorgo, arroz, trigo, entre otros) fueron suprimidos para asegurar el abasto de los alimentos en México, debido a la crisis mundial que se presentó (Enciso y Pérez, 2008). En diciembre de 2013 se decretó una modificación a la Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y Exportación, la cual establece un incremento en los aranceles de 20.0 % para maíz blanco y de 15.0 % para sorgo (DOF, 2013), que se implementaran a países con los que no se cuenta un tratado comercial. Las importaciones realizadas de maíz blanco son aproximadamente el 5.0 % de las importaciones totales de maíz y el 95.0 % son de maíz amarillo (SIAVI-SE, 2013).

El establecimiento de un arancel de 15.0 % a las importaciones de sorgo corresponden a compras realizadas del 16 de mayo al 15 de diciembre que representan entre el 60.0 y 70.0 % de las importaciones totales de sorgo (SIAVI, 2013). Ante estas modificaciones arancelarias este escenario busca medir el impacto que tiene un arancel de 20.0 % a las importaciones de maíz en general y un arancel de 15.0 % a las importaciones de sorgo, ambos para importaciones provenientes del resto del mundo.

La implementación de un arancel de 20.0 % a las importaciones de maíz provenientes del resto del mundo tendría un cambio muy pequeño en el volumen total de las importaciones. Las importaciones de maíz provenientes de resto del mundo disminuirían en 60 %, pasando de 5 a 2.2 mil toneladas, esto generaría un incremento en las importaciones de maíz de EE.UU. en 1.7 mil toneladas. El valor de las importaciones totales de maíz disminuirá de 26,174 millones de pesos a 26,171 millones de pesos generando una disminución de aproximadamente 745 mil pesos. A nivel nacional los precios al productor y al consumidor de maíz no tendrían cambios significativos (Cuadro 5.7).

Cuadro 5.7. Efecto de la implementación de aranceles a las importaciones de maíz y sorgo del resto del mundo en el mercado nacional. Cifras en miles t y pesos t⁻¹.

| Variable endógena | Datos 2008/2010 | Cambio en la variable endógena por una implementación de un arancel a las importaciones del Resto del mundo en: | | | |
|---|---------------------------------|---|---------------------------------|------------|---------------------------------|
| | | 20 % maíz | | 15 % sorgo | |
| | Miles t y pesos t ⁻¹ | % | Miles t y pesos t ⁻¹ | % | Miles t y pesos t ⁻¹ |
| Efecto en el mercado de maíz | | | | | |
| Demanda de EE.UU. por maíz de EE.UU. | 267,681 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 |
| Demanda de EE.UU. por maíz de México | 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Demanda de EE.UU. por maíz de R.M. ¹ . | 394 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Demanda de México por maíz de EE.UU. | 8,081 | 0.0 | 1.7 | 0.0 | 0.0 |
| Demanda de México por maíz nacional | 22,286 | 0.0 | 0.6 | 0.0 | 0.0 |
| Demanda de México por maíz de R.M. | 5 | -60.0 | -2.8 | 0.0 | 0.0 |
| Demanda de R.M. por maíz de EE.UU. | 42,857 | 0.0 | -1.2 | 0.0 | 0.0 |
| Demanda de R.M. por maíz de México. | 297 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 |
| Demanda de R.M. por maíz de R.M. | 491,758 | 0.0 | 1.9 | -1.0 | 0.0 |
| Demanda mundial de maíz | 833,363 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| Oferta mundial de maíz | 833,363 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 |
| Oferta de maíz en EE.UU. | 318,619 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 |
| Oferta de maíz en México | 22,588 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 |
| Oferta de maíz en R.M. | 492,156 | 0.0 | -0.8 | 0.0 | 0.0 |
| Precio de maíz importado de EE.UU. | 3,237 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Precio de maíz importado de R.M. | 3,237 | -20.0 | -647 | 0.0 | 0.0 |
| Precio al consumidor de maíz producido en México | 3,710 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| Precio al productor de maíz en México | 3,480 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| Efecto en el mercado de sorgo | | | | | |
| Demanda de EE.UU. por sorgo de EE.UU. | 5,857 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Demanda de EE.UU. por sorgo de México | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Demanda de EE.UU. por sorgo de R.M. | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Demanda de México por sorgo de EE.UU. | 2,101 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Demanda de México por sorgo nacional | 6,553 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Demanda de México por sorgo de R.M. | 0 | -3.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Demanda de R.M. por sorgo de EE.UU. | 2,211 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Demanda de R.M. por sorgo de México. | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Demanda de R.M. por sorgo de R.M. | 43,604 | 0.0 | 0.0 | -45 | 0.0 |
| Demanda mundial de sorgo | 60,327 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Oferta mundial de sorgo | 60,327 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Oferta de sorgo en EE.UU. | 10,169 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Oferta de sorgo en México | 6,553 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Oferta de sorgo en R.M. | 43,606 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Precio de sorgo importado de EE.UU. | 2,942 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Precio de sorgo importado de R.M. | 2,942 | 0.0 | 0.0 | -15.0 | -441 |
| Precio al consumidor de sorgo en México | 3,248 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Precio al productor de sorgo en México | 2,782 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

¹R.M. = Resto del mundo.

Dada la sustitución por sorgo, el efecto en el mercado de éste no presenta cambios significativos. Si se implementara un arancel de 15.0 % en las importaciones de sorgo del resto del mundo, se generaría un cambio muy pequeño en la demanda por importaciones, así como el cambio en los precios de importación y el valor comercial serían muy imperceptibles, y con la sustitución sorgo-maíz las importaciones de maíz realizadas son muy pequeñas y los cambios tanto en el mercado nacional como internacional no tienen efectos notables.

Estos efectos de los aranceles aplicados a las importaciones realizadas tanto maíz como para sorgo resultan de la fuerte dependencia de los granos importados de EE.UU., ya que para cada grano las importaciones con ese país son de más del 99.9 %.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. Una disminución en el rendimiento de maíz en México del 15 y 20 % elevarían las importaciones provenientes de EE.UU. para maíz en 1.8 y 2.5 millones t y para sorgo en 57 y 76 mil t. El valor de las importaciones para ambos granos se incrementaría en 6,388 y 8,525 millones de pesos; es decir, el valor total de las importaciones pasaría de 32,339 a 38,727 y 40,864 millones de pesos, ante un cambio del 15 y 20 % en el rendimiento de maíz.
2. Una disminución en el rendimiento de sorgo en México del 15 y 20 % incrementaría las importaciones de sorgo provenientes de EE.UU. en 396 y 527 mil t, y para maíz en 112 y 149 mil t. El valor total de las importaciones para ambos granos cambiaría de 32,229 a 34,113 y 34,723 millones de pesos, ante una disminución de 15 y 20 % en el rendimiento de sorgo.
3. En México, los efectos más perjudiciales provendrán de los cambios observados en la productividad de maíz ya que las importaciones de este grano son sensiblemente mayores a las de sorgo.
4. Si el cambio climático afectara el rendimiento de maíz y sorgo en EE.UU., con una disminución del 10 % para cada grano; la oferta disminuiría en 4.8 % para maíz y 6.3 % para sorgo. Ante la disminución de la oferta de maíz en EE.UU., en México las importaciones de maíz disminuirían en 7.9 % y las de sorgo aumentarían en 6.9 %. El valor total de las importaciones de ambos granos descendería de 32,339 a 32,233 millones de pesos.
5. Con la disminución de la oferta de sorgo de EE.UU. en 6.3 %, en México las importaciones de sorgo bajarían en 8.1 % y las de maíz se incrementarían en 0.4 %. El valor total de las

importaciones para ambos granos aumentaría en 2 millones de pesos. A pesar que el valor de las importaciones de sorgo se reduciría en \$176 mil pesos, las importaciones de maíz aumentarían en \$178 mil pesos.

6. Los escenarios del cambio en el rendimiento provocado por las alteraciones climáticas no modificará mucho la relación de precios maíz/sorgo, de tal manera que a largo plazo la participación de cada cultivo en las importaciones totales de estos granos no sufrirá cambios sustanciales, esto significa que las importaciones de maíz seguirán siendo primordialmente mayores a las de sorgo.
7. Las políticas orientadas al establecimiento de aranceles de maíz y sorgo provenientes del resto del mundo no tienen una gran repercusión sobre la oferta y demanda de ambos granos a nivel nacional, así como el volumen y valor de las importaciones totales. Esto se debe a que el 99.9% de las importaciones para cada grano provienen de EE.UU.

6.2. Recomendaciones

Es de gran importancia la implementación de medidas orientadas a aumentar la productividad de sorgo y de maíz amarillo, para contrarrestar los efectos negativos del cambio climático y la fuerte dependencia a las importaciones provenientes de EE.UU., en beneficio de los productores agrícolas, ganaderos y los consumidores finales.

Es indispensable la revisión de las políticas comerciales actuales; dado que la implementación de los aranceles a los países con mayor porcentaje comercial, beneficiarían al mercado nacional.

LITERATURA CITADA

- BANXICO (Banco de México). 2013. Mercado cambiario. <http://www.banxico.org.mx/portal-mercado-cambiario/> (Consultado, julio, 2013).
- Barkin D., R. Batt., B.R. DeWalt., 1991. Alimentos versus forrajes. La sustitución entre granos a escala mundial. 1ª edición. Ed. Siglo XXI, Xochimilco, México. 183 p.
- Basurto H., S. y Escalante S., R. 2012. Impacto de la crisis del sector agropecuario en México. Economía UNAM. Vol. 9(25):51-73.
- Claridades Agropecuaria, 2013. Proyecciones de comercio internacional de productos agropecuarios. Una década: 2011/12 - 2021/22. Primera parte, no. 226. Junio, 2012.
- Conde, C., Ferrer, R. M., y Liverman, D. 2000. Estudio de la vulnerabilidad de la agricultura de maíz de temporal mediante el modelo CERES–MAIZE. Gay–García, C.(comp). México: una Visión Hacia el Siglo XXI. El Cambio Climático en México. México, DF Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, US Country Studies Program. pp. 93-110.
- De Ita, A. 2007. Catorce años del TLCAN y la crisis de la tortilla. Programa de las Américas. Reporte Especial.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2013. Decreto por el que se modifica la Tarifa de la Ley de los Impuestos Geniales de Importación y de Exportación. Publicado 13/12/2013. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5326555&fecha=13/12/2013&print=true (enero, 2014)
- Echánove-Huacuja, F. 2010. Políticas públicas y maíz en México: el esquema de agricultura por contrato. Anales de Geografía. Vol. 29(2): 65-82.

- Enciso, A. y Pérez, M. 2008. Anuncia Calderón libre importación de maíz, arroz, trigo, sorgo y soya. La Jornada.
- FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute). 2013. Elasticities Database. <http://www.fapri.iastate.edu/tools/elasticity.aspx> (febrero de 2013)
- FAO (Food Agriculture Organization of the United Nations). 2013. Statical databases. <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=291&lang=es> (enero de 2013)
- FAS-USDA (Foreign Agricultural Service, United States Department of Agriculture). 2013. Production, Supply and Distribution (PS&D) database. <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx> (abril 2013).
- Financiera Rural, 2011. Monografía del Sorgo Grano. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial.
- Franco-Gaona, A; A. Cruz-León; y B. Ramírez-Valverde. 2012. Cambio tecnológico y tecnología comunitaria en El Valle Morelia-Queréndaro, Michoacán. México. REMEXCA, Vol. 3(7): 1305-1320.
- García-Vega, J. 1996. The Mexican livestock, meat, and feed grain industries: a dynamic analysis of US-Mexico economic integration. Doctoral dissertation. Texas A&M University.
- González-Rojas, K., García-Salazar, J. A., Matus-Gardea, J. A. y Martínez-Saldaña, T. 2011. Vulnerabilidad del mercado nacional de maíz ante cambios exógenos internacionales. *Agrociencia*. (45):733-744.
- Hanniotis T. 1990. European Community enlargement: Impact on U.S. corn and soybean. *Amer. J. of Agr. Ec.* 72(2):289-297.
- Hatfield, J. L, and Singer, J. 2011. Climate change: What to expect and how will it affect feedstock production options?. In *Soil and Water*. P. 349-360

- Hatfield, J. L., Boote, K. J., Kimball, B. A., Ziska, L. H., Izaurralde, R. C., Ort, D., Thomson A. M. and Wolfe D. 2011. Climate impacts on agriculture: implications for crop production. *Agron. J.* 103(2), 351-370.
- INE-SEMARNAT (Instituto Nacional de Ecología – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2006. Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. INE, SEMARNAT, PNUD México, EPA, Global Environment Facility: México. 211 p
- Lases Z., R.O. 1984. La sustitución entre Maíz y Sorgo en la Agricultura Mexicana. Tesis de Maestría en Ciencias Especialista en Economía Agrícola. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Lloyd P., J. and Zhang X., G. 2006. The Armington Model. Productivity Commission Staff Working Paper. Melbourne.
- Lobell D. B., and C. B. Field. 2007. Global scale climate-crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environ. Res. Lett.* Vol(2): 4002.
- Molina-Gómez., J.N. 2012. Efecto de PROCAMPO sobre la producción y las importaciones de granos forrajeros en México. Tesis de Maestría en Ciencias. PSEIE, Economía. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Olivera V., M.S., 2013. La productividad del maíz de temporal en México: repercusiones del cambio climático. División de desarrollo sostenible y asentamientos humanos. CEPAL. Santiago de Chile.
http://www.eclac.cl/ccas/noticias/paginas/9/49769/La_productividad_del_maiz_de_temporal.pdf (octubre, 2013)

- Ortiz, R. (2012). El cambio climático y la producción agrícola. No. 80086. Banco Interamericano de Desarrollo. 36 p
- Rebollar-Rebollar, S., García-Salazar J.A., Martínez-Damián M.A. y Salas-González J.M. 2004. Evaluación de la política comercial sobre el mercado del sorgo en México, 2000. *Agrociencia*, 38(2): 250.
- Robles S., R. 1979. Producción de granos y forrajes. 2da ed. Limusa, México D.F. 592 p.
- Ruíz C., J. A.; Medina G., G.; González A., I. J.; Ortiz T., C.; Flores L., H. E.; Martínez P., R. A. y Byerly M., K. F. 1999. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. INIFAP. CIRPAC. Libro Técnico Núm. 3. Guadalajara, México. 324 p.
- Sarris, A. H. 1983. European Community enlargement and world trade in fruits and vegetables. *Amer J. of Agr. Ec.* Vol. 65(2):235-246.
- SAT (Servicio de Administración Tributaria). 2013. Índice Nacional de Precios al Consumidor. http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/asistencia_contribuyente/informacion_frecuente/inpc/ (julio, 2013)
- SFA-SAGARPA (Subsecretaría de Fomento a los Agro negocios, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2011. Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011-2020. México.
- SAGARPA-FAO (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación- Food Agriculture Organization of the United Nations). 2012. México: el desafío del cambio climático, 425 p.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2009. Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones, 81 p.

- SIAVI-SE (Sistema de Información Arancelaria Vía Internet- Secretaria de Economía). 2013. <http://200.77.231.38/>. (junio 2013)
- SNIIM (Sistema Nacional de Información de Integración de Mercados). 2013. Precios al mayoreo de maíz y sorgo 2004-2010. http://www.economia-sniim.gob.mx/e_MenNal.asp? (julio, 2013).
- Soto-Mora, C. 2003. La agricultura comercial de los distritos de riego en México y su impacto en el desarrollo agrícola. *Investigaciones Geográficas UNAM*. Vol. (50): 173-195.
- Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E. and Raes D. 2012. Crop yield response to water. *Irrigation and Drainage Paper No. 66*. FAO, ROME. 503 p.
- Sullivan J., J. Wainio, and V. Roningen. 1989. A data base for trade liberalization studies. USDA-ERS. Washington, D.C. 152 p.
- Tlapa-Rangel, C.C. 2005. El mercado de sorgo en México, 1977-2003. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México, 101 p.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2012. <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdDownload.aspx>. (mayo 2013).
- USDA (United States Department of Agriculture). 2013. Climate change and agriculture in the United States: effects and adaptation. USDA technical bulleting 1935, 186 p.
- Wise T., A. 2012. The cost to Mexico of US corn ethanol expansion. GDAE. Working paper No. 12-01. Estados Unidos.
- Westhoff P.; Baur R.; Stephens D.L.; and Meyers W.H. 1990. FAPRI US crops model documentation. Technical Report 90-TR17. Iowa: Centre for Agricultural and Rural Development, Iowa State University.

Anexo A

Cuadro A-1. Producción, importación, exportación y consumo de maíz

| | Producción | Importaciones | Exportaciones | Consumo |
|-----------------|------------|---------------|---------------|------------|
| Total | 833,363.00 | 103,683.35 | 103,683.35 | 833,363.00 |
| Estados Unidos | 318,618.67 | 398.42 | 50,938.02 | 268,079.59 |
| México | 22,588.27 | 8,085.20 | 302.20 | 30,371.27 |
| Resto del Mundo | 492,156.06 | 95,199.20 | 52,309.83 | 534,912.13 |

Cuadro A-2. Producción, importación, exportación y consumo de sorgo

| | Producción | Importaciones | Exportaciones | Consumo |
|-----------------|------------|---------------|---------------|-----------|
| Total | 60,327.24 | 6,006.00 | 6,006.00 | 60,327.24 |
| Estados Unidos | 10,168.50 | 1.36 | 4,311.67 | 5,858.19 |
| México | 6,553.07 | 2,100.95 | 0.08 | 8,653.94 |
| Resto del Mundo | 43,605.67 | 3,903.69 | 1,694.25 | 45,815.11 |

Cuadro A-3. Elasticidades Armington para Estados Unidos

| MAÍZ | S_{ik} | ε^{Pd} | σ | ε_{iik} | ε_{jik} |
|-----------------|----------|--------------------|----------|---------------------|---------------------|
| Estados Unidos | 0.999 | -0.210 | 3.000 | -0.214 | 2.786 |
| México | 0.000 | -0.210 | 3.000 | -3.000 | 0.000 |
| Resto del Mundo | 0.001 | -0.210 | 3.000 | -2.996 | 0.004 |
| SORGO | S_{ik} | ε^{Pd} | σ | ε_{iik} | ε_{jik} |
| Estados Unidos | 1.000 | -0.410 | 3.000 | -0.214 | 2.786 |
| México | 0.000 | -0.410 | 3.000 | -3.000 | 0.000 |
| Resto del Mundo | 0.000 | -0.410 | 3.000 | -2.996 | 0.004 |

Cuadro A-4. Elasticidades Armington para México

| MAÍZ | S_{ik} | ε^{Pd} | σ | ε_{iik} | ε_{jik} |
|-----------------|----------|--------------------|----------|---------------------|---------------------|
| Estados Unidos | 0.266 | -0.190 | 0.371 | -2.252 | 0.748 |
| México | 0.734 | -0.190 | 0.371 | -0.938 | 2.062 |
| Resto del Mundo | 0.000 | -0.190 | 0.371 | -3.000 | 0.000 |
| SORGO | S_{ik} | ε^{Pd} | σ | ε_{iik} | ε_{jik} |
| Estados Unidos | 0.243 | -0.440 | 0.494 | -2.379 | 0.621 |
| México | 0.757 | -0.440 | 0.494 | -1.062 | 1.938 |
| Resto del Mundo | 0.000 | -0.440 | 0.494 | -3.000 | 0.000 |

Cuadro A-5. Elasticidades Armington para Resto del Mundo

| MAÍZ | S_{ik} | ε^{Pd} | σ | ε_{iik} | ε_{jik} |
|-----------------|----------|--------------------|----------|---------------------|---------------------|
| Estados Unidos | 0.080 | -0.200 | 3.000 | -2.776 | 0.224 |
| México | 0.001 | -0.200 | 3.000 | -2.998 | 0.002 |
| Resto del Mundo | 0.919 | -0.200 | 3.000 | -0.426 | 2.574 |
| SORGO | S_{ik} | ε^{Pd} | σ | ε_{iik} | ε_{jik} |
| Estados Unidos | 0.048 | -0.430 | 3.000 | -2.876 | 0.124 |
| México | 0.000 | -0.430 | 3.000 | -3.000 | 0.000 |
| Resto del Mundo | 0.952 | -0.430 | 3.000 | -0.554 | 2.446 |

Cuadro A-6. Participación H_{ik}

| MAÍZ | Estados Unidos | México | Resto del Mundo |
|-----------------|----------------|--------|-----------------|
| Estados Unidos | 0.840 | 0.025 | 0.135 |
| México | 0.000 | 0.987 | 0.013 |
| Resto del Mundo | 0.001 | 0.000 | 0.999 |
| SORGO | Estados Unidos | México | Resto del Mundo |
| Estados Unidos | 0.576 | 0.207 | 0.217 |
| México | 0.000 | 1.000 | 0.000 |
| Resto del Mundo | 0.000 | 0.000 | 1.000 |

Anexo B

Cuadro B-1. Información utilizada en la estimación de la elasticidad de sustitución de sorgo

Data sorgo;

Input T M C PI PSM INPC TC D; PIP=PI*TC; PIPR=(PIP/INPC)*100;

PSMR=(PSM/INPC)*100; M1=LOG(M/C); P=LOG(PIPR/PSMR);

Cards;

| | | | | | | | |
|------|---------|----------|-------------|---------|-------------|-------------|---|
| 1990 | 2861640 | 6825000 | 124.3220671 | 478.00 | 11.48539792 | 2.838470161 | 0 |
| 1991 | 3200388 | 9418000 | 113.0875381 | 490.83 | 14.08826076 | 3.015737751 | 0 |
| 1992 | 4726681 | 7412000 | 114.6976071 | 415.00 | 16.27305399 | 3.0953604 | 0 |
| 1993 | 3745190 | 6336000 | 101.547585 | 720.00 | 17.8599144 | 3.115153785 | 0 |
| 1994 | 3474746 | 5644000 | 113.6241325 | 918.00 | 19.10400268 | 3.3889908 | 1 |
| 1995 | 2092492 | 6900000 | 129.0160249 | 1535.00 | 25.79026288 | 6.426842 | 1 |
| 1996 | 1983000 | 8500000 | 167.0660615 | 1075.00 | 34.65653856 | 7.599205159 | 1 |
| 1997 | 2188522 | 8980000 | 128.0448632 | 1147.42 | 41.80466715 | 7.916704016 | 1 |
| 1998 | 3246933 | 9800000 | 107.4638744 | 1213.28 | 48.46347855 | 9.1537116 | 1 |
| 1999 | 4566257 | 11200000 | 100.0559101 | 1187.08 | 56.50144656 | 9.553207143 | 1 |
| 2000 | 5142019 | 11200000 | 91.20755874 | 1186.06 | 61.86431522 | 9.456824 | 1 |
| 2001 | 5032147 | 10750000 | 102.6184251 | 1231.66 | 65.80367192 | 9.335997222 | 1 |
| 2002 | 4716754 | 9900000 | 111.4959568 | 1367.60 | 69.11407865 | 9.671403187 | 1 |
| 2003 | 3381351 | 9800000 | 118.2512552 | 1505.54 | 72.25662527 | 10.79134542 | 1 |
| 2004 | 3159339 | 9300000 | 134.2024392 | 1639.89 | 75.64431005 | 11.2870607 | 1 |
| 2005 | 3020472 | 8600000 | 112.6241197 | 1459.88 | 78.66105108 | 10.88950275 | 1 |
| 2006 | 2624558 | 8100000 | 129.0518251 | 1659.94 | 81.516025 | 10.903372 | 1 |
| 2007 | 1878474 | 7200000 | 184.7643353 | 2059.20 | 84.74964314 | 10.92744104 | 1 |
| 2008 | 1553425 | 8600000 | 234.4052658 | 2531.43 | 89.09304683 | 11.14380992 | 1 |
| 2009 | 2496911 | 9200000 | 177.0888109 | 2451.49 | 93.8126237 | 13.49830518 | 1 |

;

Proc print;

Proc reg; Model P=M1 D;

Run;

M= Importación de Sorgo (ton)

C= Consumo de Sorgo (ton)

PI= Precio de Importación de Sorgo (US \$/ton)

PSM= Precio al Mayoreo de Sorgo (pesos/ton)

INPC= Índice Nacional de Precios al Consumidor

TC= Tipo de Cambio

D= Dummy

PIP= Precio de Importación de Sorgo (pesos/ton)

PIPR= Precio de Importación de Sorgo Real (pesos/ton)

PSMR= Precio al Mayoreo de Sorgo Real (pesos/ton)

Cuadro B-1. Resultados de la estimación de la elasticidad de sustitución de sorgo

Model: MODEL1

Dependent Variable: P

Analysis of Variance

| Source | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model | 2 | 0.56116 | 0.28058 | 6.48 | 0.0081 |
| Error | 17 | 0.73640 | 0.04332 | | |
| Corrected Total | 19 | 1.29756 | | | |

| | | | |
|----------------|-----------|----------|--------|
| Root MSE | 0.20813 | R-Square | 0.4325 |
| Dependent Mean | -0.24599 | Adj R-Sq | 0.3657 |
| Coeff Var | -84.60763 | | |

Parameter Estimates

| Variable | DF | Parameter Estimate | Standard Error | t Value | Pr > t |
|-----------|----|--------------------|----------------|---------|---------|
| Intercept | 1 | -0.77239 | 0.15533 | -4.97 | 0.0001 |
| M1 | 1 | -0.49363 | 0.15775 | -3.13 | 0.0061 |
| D | 1 | 0.02779 | 0.12967 | 0.21 | 0.8328 |

Anexo C

Cuadro C-1. Matriz A. Parámetros estructurales de las variables endógenas.

| | DM11 | DM21 | DM31 | DM12 | DM22 | DM32 | DM13 | DM23 | DM33 | XM1 | XM2 | XM3 | PM11 | PM21 | PM31 | PM12 | PM22 | PM32 | PM13 | PM23 | PM33 | PM1 | PM2 | PM3 | |
|------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----|-----|-----|-------|-------|--------|-------|-------|------|-------|--------|--------|-------|-------|------|-------|
| DM11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.21 | 0.000 | -0.004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM21 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2.79 | 3.000 | -0.004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM31 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2.79 | 0.000 | 2.996 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM12 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.252 | -2.06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.75 | 0.938 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.75 | -2.06 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.775 | -0.002 | -2.574 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.22 | 2.998 | -2.574 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.22 | -0.002 | 0.426 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XM1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.48 | 0 | 0 | 0 |
| XM2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.24 | 0 | 0 |
| XM3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.23 |
| PM11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| PM21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 |
| PM31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 |
| PM12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.7 | 0 | 0 | 0 |
| PM22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.7 | 0 | 0 |
| PM32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.7 |
| PM13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| PM23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 |
| PM33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 |
| PM1 | -0.84 | 0 | 0 | -0.03 | 0 | 0 | -0.13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.48 | 0 | 0 |
| PM2 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.99 | 0 | 0 | -0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.24 | 0 |
| PM3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.999 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.23 |

Continuación cuadro C-1. Matriz A.

| | DM11 | DM21 | DM31 | DM12 | DM22 | DM32 | DM13 | DM23 | DM33 | XM1 | XM2 | XM3 | PM11 | PM21 | PM31 | PM12 | PM22 | PM32 | PM13 | PM23 | PM33 | PM1 | PM2 | PM3 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|
| DS11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DS21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DS31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DS12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DS22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DS32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DS13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DS23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.14 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DS33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.14 | 0 | 0 | 0 |
| XS1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XS2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XS3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Continuación cuadro C-1. Matriz A.

| | DS11 | DS21 | DS31 | DS12 | DS22 | DS32 | DS13 | DS23 | DS33 | XS1 | XS2 | XS3 | PS11 | PS21 | PS31 | PS12 | PS22 | PS32 | PS13 | PS23 | PS33 | PS1 | PS2 | PS3 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|
| DM11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.05 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.05 | 0 | 0 | 0 |
| XM1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XM2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XM3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Continuación cuadro C-1. Matriz A.

| | DS11 | DS21 | DS31 | DS12 | DS22 | DS32 | DS13 | DS23 | DS33 | XS1 | XS2 | XS3 | PS11 | PS21 | PS31 | PS12 | PS22 | PS32 | PS13 | PS23 | PS33 | PS1 | PS2 | PS3 | |
|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|-----|-----|-----|--------|------|---------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|
| DS11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.411 | 0 | -0.0006 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DS21 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2.589 | 3 | -0.0006 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DS31 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2.589 | 0 | 2.9994 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DS12 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.38 | -1.94 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DS22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.62 | 1.06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DS32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.62 | -1.94 | 3.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DS13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.88 | 0 | -2.45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DS23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.12 | 3.00 | -2.45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DS33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.12 | 0 | 0.55 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XS1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.6 | 0 | 0 | 0 |
| XS2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.22 | 0 | 0 |
| XS3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.32 |
| PS11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| PS21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 |
| PS31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 |
| PS12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.94 | 0 | 0 | 0 |
| PS22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.94 | 0 | 0 |
| PS32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.94 |
| PS13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| PS23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 |
| PS33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 |
| PS1 | -0.58 | 0 | 0 | -0.21 | 0 | 0 | -0.22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.6 | 0 | 0 |
| PS2 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.22 | 0 |
| PS3 | 0 | 0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.32 |

Continuación cuadro C-2. Matriz B. Parámetros estructurales de las variables exógenas

| | TM11 | TM21 | TM31 | TM12 | TM22 | TM32 | TM13 | TM23 | TM33 | TS11 | TS21 | TS31 | TS12 | TS22 | TS32 | TS13 | TS23 | TS33 | MM1 | MM2 | MM3 | MS1 | MS2 | MS3 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| DM11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DM33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XM1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XM2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XM3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| PM11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM21 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM31 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM12 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PM3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 |

Continuación cuadro C-2. Matriz B

| | TM11 | TM21 | TM31 | TM12 | TM22 | TM32 | TM13 | TM23 | TM33 | TS11 | TS21 | TS31 | TS12 | TS22 | TS32 | TS13 | TS23 | TS33 | MM1 | MM2 | MM3 | MS1 | MS2 | MS3 | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| DS11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| DS21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| DS31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| DS12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| DS22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| DS32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| DS13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| DS23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| DS33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| XS1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| XS2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| XS3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| PS11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PS1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 |
| PS2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 |
| PS3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 |

Continuación cuadro C-3. Matriz de multiplicadores $A^{-1}(B)$

| | TM11 | TM21 | TM31 | TM12 | TM22 | TM32 | TM13 | TM23 | TM33 | TS11 | TS21 | TS31 | TS12 | TS22 | TS32 | TS13 | TS23 | TS33 | MM1 | MM2 | MM3 | MS1 | MS2 | MS3 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| DM11 | -0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | -0.03 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.22 | 0.01 | 0.11 | -0.04 | -0.01 | -0.02 |
| DM21 | 2.58 | -3.00 | 0.01 | -2.43 | 3.00 | 0.00 | -0.33 | 0.13 | 0.10 | 0.07 | 0.08 | 0.00 | -0.07 | -0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | -1.14 | 3.20 | -0.46 | -0.02 | 0.10 | -0.04 |
| DM31 | 2.45 | 0.00 | -2.98 | -0.05 | 0.04 | 0.00 | -1.50 | -0.01 | 2.16 | 0.11 | 0.00 | 0.08 | -0.02 | 0.01 | 0.00 | -0.04 | 0.00 | -0.10 | -1.90 | -0.07 | 3.56 | -0.08 | -0.03 | 0.06 |
| DM12 | 0.15 | 0.00 | 0.00 | -1.07 | 0.62 | 0.00 | 0.22 | -0.06 | -0.08 | -0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.02 | 0.00 | -0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.79 | -1.54 | 0.34 | -0.03 | -0.09 | 0.00 |
| DM22 | -0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.22 | -0.28 | 0.00 | -0.05 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.16 | 0.70 | -0.05 | -0.01 | -0.02 | -0.01 |
| DM32 | -0.12 | 0.00 | 0.01 | 1.89 | 0.64 | -3.00 | -0.87 | -0.07 | 1.46 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.07 | -0.04 | 0.00 | -0.08 | -0.69 | -1.59 | 2.75 | -0.06 | -0.10 | 0.05 |
| DM13 | 0.36 | 0.00 | -0.01 | 0.06 | -0.04 | 0.00 | -1.38 | 0.01 | 0.67 | -0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.04 | 2.03 | 0.08 | -2.86 | 0.05 | 0.02 | -0.13 |
| DM23 | 0.12 | 0.00 | -0.01 | -2.38 | 2.97 | 0.00 | 1.23 | -2.86 | 0.80 | -0.03 | 0.00 | 0.00 | -0.07 | -0.09 | 0.00 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.67 | 3.27 | -3.42 | 0.06 | 0.15 | -0.16 |
| DM33 | -0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | -0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | -0.09 | 0.00 | 0.60 | -0.01 | 0.00 | -0.03 |
| XM1 | -0.09 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.01 | 0.00 | -0.13 | 0.00 | 0.06 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.48 | -0.02 | -0.29 | -0.03 | -0.01 | -0.03 |
| XM2 | -0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | -0.24 | 0.00 | -0.03 | -0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.15 | 0.73 | -0.10 | -0.01 | -0.02 | -0.01 |
| XM3 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | -0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | -0.09 | 0.00 | 0.60 | -0.01 | 0.00 | -0.03 |
| PM11 | 0.81 | 0.00 | 0.00 | -0.03 | 0.02 | 0.00 | -0.27 | 0.00 | 0.13 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.02 | 0.00 | 0.02 | -1.09 | -0.05 | -0.60 | -0.05 | -0.02 | -0.07 |
| PM21 | -0.11 | 1.00 | 0.00 | 0.79 | -0.98 | 0.00 | -0.14 | -0.04 | 0.09 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | -0.02 | 0.00 | 0.02 | -0.64 | -1.11 | -0.41 | -0.05 | -0.08 | -0.05 |
| PM31 | -0.06 | 0.00 | 1.00 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 0.00 | -0.59 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | -0.38 | -0.02 | -1.75 | -0.03 | -0.01 | -0.12 |
| PM12 | -0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.98 | 0.01 | 0.00 | -0.19 | 0.00 | 0.09 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.01 | -0.76 | -0.03 | -0.42 | -0.04 | -0.01 | -0.05 |
| PM22 | -0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.55 | 0.31 | 0.00 | -0.10 | -0.03 | 0.06 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.01 | -0.44 | -0.78 | -0.29 | -0.04 | -0.05 | -0.04 |
| PM32 | -0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.17 | 0.00 | -0.42 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | -0.27 | -0.01 | -1.22 | -0.02 | -0.01 | -0.08 |
| PM13 | -0.19 | 0.00 | 0.00 | -0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.73 | 0.00 | 0.13 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.02 | 0.00 | 0.02 | -1.09 | -0.05 | -0.60 | -0.05 | -0.02 | -0.07 |
| PM23 | -0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.79 | -0.98 | 0.00 | -0.14 | 0.96 | 0.09 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | -0.02 | 0.00 | 0.02 | -0.64 | -1.11 | -0.41 | -0.05 | -0.08 | -0.05 |
| PM33 | -0.06 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 0.00 | 0.41 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | -0.38 | -0.02 | -1.75 | -0.03 | -0.01 | -0.12 |
| PM1 | -0.19 | 0.00 | 0.00 | -0.03 | 0.02 | 0.00 | -0.27 | 0.00 | 0.13 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.02 | 0.00 | 0.02 | -1.09 | -0.05 | -0.60 | -0.05 | -0.02 | -0.07 |
| PM2 | -0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.79 | -0.98 | 0.00 | -0.14 | -0.04 | 0.09 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | -0.02 | 0.00 | 0.02 | -0.64 | -1.11 | -0.41 | -0.05 | -0.08 | -0.05 |
| PM3 | -0.06 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 0.00 | -0.59 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | -0.38 | -0.02 | -1.75 | -0.03 | -0.01 | -0.12 |

Continuación cuadro C-3. Matriz A⁻¹(B)

| | TM11 | TM21 | TM31 | TM12 | TM22 | TM32 | TM13 | TM23 | TM33 | TS11 | TS21 | TS31 | TS12 | TS22 | TS32 | TS13 | TS23 | TS33 | MM1 | MM2 | MM3 | MS1 | MS2 | MS3 |
|------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| DS11 | 0.18 | 0.00 | 0.00 | -0.02 | 0.00 | 0.00 | -0.07 | 0.00 | 0.02 | -0.34 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | -0.02 | 0.00 | 0.13 | 0.00 | -0.04 | -0.20 | 0.00 | -0.08 | 0.24 | 0.07 | 0.14 |
| DS21 | 0.07 | 0.25 | 0.00 | -0.02 | -0.38 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 2.43 | -3.00 | 0.00 | -1.74 | 2.66 | 0.00 | -0.38 | 0.00 | 0.14 | -0.14 | 0.05 | -0.17 | -0.70 | 2.25 | -0.43 |
| DS31 | 0.14 | 0.00 | 0.25 | 0.09 | 0.03 | 0.00 | -0.07 | 0.00 | -0.26 | 2.30 | 0.00 | -3.00 | -0.39 | 0.10 | 0.00 | -1.14 | 0.00 | 2.16 | -0.27 | -0.07 | 0.03 | -1.31 | -0.41 | 2.64 |
| DS12 | -0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.29 | 0.07 | 0.00 | -0.06 | -0.01 | -0.02 | 0.19 | 0.00 | 0.00 | -1.20 | 0.29 | 0.00 | 0.45 | 0.00 | -0.16 | -0.04 | -0.18 | 0.07 | 0.81 | -1.26 | 0.50 |
| DS22 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | -0.19 | 0.00 | -0.04 | 0.00 | 0.01 | -0.03 | -0.03 | -0.03 | -0.07 | 0.80 | -0.04 |
| DS32 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.10 | 0.19 | -0.11 | -0.01 | -0.20 | -0.14 | 0.00 | 0.00 | 1.37 | 0.40 | -3.00 | -0.76 | 0.00 | 1.91 | -0.18 | -0.25 | 0.29 | -0.65 | -1.71 | 2.85 |
| DS13 | -0.20 | 0.00 | 0.00 | -0.11 | -0.03 | 0.00 | 0.21 | 0.00 | 0.08 | 0.35 | 0.00 | 0.00 | 0.45 | -0.11 | 0.00 | -1.69 | 0.00 | 0.61 | 0.12 | 0.07 | -0.33 | 1.52 | 0.47 | -1.89 |
| DS23 | -0.06 | 0.00 | 0.00 | -0.19 | -0.29 | 0.00 | 0.13 | 0.15 | 0.10 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | -1.36 | 2.57 | 0.00 | 0.80 | -3.00 | 0.79 | 0.13 | 0.23 | -0.44 | 0.59 | 2.66 | -2.47 |
| DS33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | -0.20 | -0.03 | 0.00 | -0.10 | -0.03 | -0.01 | 0.61 |
| XS1 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | -0.08 | 0.00 | 0.00 | -0.11 | 0.03 | 0.00 | -0.20 | 0.00 | 0.07 | -0.10 | -0.02 | -0.10 | 0.63 | -0.11 | -0.23 |
| XS2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | -0.19 | 0.00 | -0.04 | 0.00 | 0.01 | -0.03 | -0.03 | -0.03 | -0.07 | 0.80 | -0.04 |
| XS3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | -0.20 | -0.03 | 0.00 | -0.10 | -0.03 | -0.01 | 0.61 |
| PS11 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.87 | 0.00 | 0.00 | -0.18 | 0.04 | 0.00 | -0.33 | 0.00 | 0.12 | -0.17 | -0.03 | -0.17 | -0.61 | -0.19 | -0.38 |
| PS21 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.05 | 0.00 | -0.02 | -0.01 | 0.03 | -0.06 | 1.00 | 0.00 | 0.43 | -0.85 | 0.00 | -0.16 | 0.00 | 0.06 | -0.15 | -0.14 | -0.13 | -0.30 | -0.92 | -0.19 |
| PS31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.07 | -0.02 | 0.00 | 1.00 | -0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | -0.61 | -0.09 | -0.01 | -0.30 | -0.09 | -0.03 | -1.22 |
| PS12 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.04 | -0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.83 | 0.04 | 0.00 | -0.31 | 0.00 | 0.11 | -0.16 | -0.03 | -0.16 | -0.57 | -0.18 | -0.36 |
| PS22 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.05 | 0.00 | -0.02 | 0.00 | 0.03 | -0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 0.20 | 0.00 | -0.15 | 0.00 | 0.06 | -0.14 | -0.13 | -0.12 | -0.28 | -0.87 | -0.18 |
| PS32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.07 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.03 | 0.01 | 1.00 | 0.09 | 0.00 | -0.57 | -0.08 | -0.01 | -0.29 | -0.09 | -0.03 | -1.14 |
| PS13 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.04 | -0.13 | 0.00 | 0.00 | -0.18 | 0.04 | 0.00 | 0.67 | 0.00 | 0.12 | -0.17 | -0.03 | -0.17 | -0.61 | -0.19 | -0.38 |
| PS23 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.05 | 0.00 | -0.02 | -0.01 | 0.03 | -0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | -0.85 | 0.00 | -0.16 | 1.00 | 0.06 | -0.15 | -0.14 | -0.13 | -0.30 | -0.92 | -0.19 |
| PS33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.07 | -0.02 | 0.00 | 0.00 | -0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.39 | -0.09 | -0.01 | -0.30 | -0.09 | -0.03 | -1.22 |
| PS1 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.04 | -0.13 | 0.00 | 0.00 | -0.18 | 0.04 | 0.00 | -0.33 | 0.00 | 0.12 | -0.17 | -0.03 | -0.17 | -0.61 | -0.19 | -0.38 |
| PS2 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.05 | 0.00 | -0.02 | -0.01 | 0.03 | -0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | -0.85 | 0.00 | -0.16 | 0.00 | 0.06 | -0.15 | -0.14 | -0.13 | -0.30 | -0.92 | -0.19 |
| PS3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.07 | -0.02 | 0.00 | 0.00 | -0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | -0.61 | -0.09 | -0.01 | -0.30 | -0.09 | -0.03 | -1.22 |

Continuación cuadro C-3. Vector x de variables exógenas (%)

| | Escenario 1 | | Escenario 2 | | Escenario 3 | |
|------|-------------|---------|-------------|-------|-------------|-------|
| | Maíz | Sorgo | Maíz | Sorgo | Maíz | Sorgo |
| TM11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TM21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TM31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TM12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TM22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TM32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 |
| TM13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TM23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TM33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TS11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TS21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TS31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TS12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TS22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TS32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| TS13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TS23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TS33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MM1 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| MM2 | 15 y 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MM3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MS1 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| MS2 | 0 | 15 y 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MS3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |