



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEXCOCO

**“FACTORES DETERMINANTES DE LA DEMANDA DE SORGO
EN MÉXICO 2000-2016”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN ECONOMÍA**

**PRESENTAN
DAMARIS LUCERO DÍAZ TREJO
ANAYAXIN CAMACHO PEÑA**

**ASESOR
DR. JUVENCIO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ**

**REVISORES
DR. EN C. LUIS ENRIQUE ESPINOSA TORRES
DR. EN C. ORSOHE RAMÍREZ ABARCA**

TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO, FEBRERO DE 2020.

ÍNDICE

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. General	3
1.3.2. Específicos	3
1.4. HIPÓTESIS	4
1.4.1. General	4
1.4.2. Específicos	4
CAPITULO II. SITUACIÓN NACIONAL Y MUNDIAL DEL SORGO EN MÉXICO ...	5
2.1. Antecedentes	5
2.2 Contexto mundial de sorgo	5
2.3 Producción mundial de sorgo.....	7
2.4. Exportaciones Mundiales de Sorgo.....	11
2.5. Importaciones mundiales de sorgo	11
2.6. Consumo mundial de sorgo	12
2.7. Comercio internacional	16
2.8. Precios internacionales	18
2.9. Panorama nacional en la producción de sorgo	20
2.10. Producción nacional.....	21
2.11. Entidades productoras	24
2.12. Consumo nacional de sorgo.....	26

2.13 Precios nacionales	29
CAPITULO III. MARCO TEORICO	33
3.1 Teoría de la demanda	33
3.2 Elasticidad de la demanda	38
3.3 Modelo estadístico	40
3.3.1 Modelo de regresión lineal.....	40
3.3.2. Modelo de regresión múltiple	41
3.3.3. Coeficiente de determinación múltiple	43
3.3.4. Coeficientes de correlación parcial	44
CAPITULO IV. RESULTADOS	45
4.1 Análisis estadístico de los resultados.....	45
4.2 Análisis económico de los resultados	47
4.3 Análisis del cálculo de elasticidades	48
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1 Conclusiones.....	53
5.2 Recomendaciones	54
BIBLIOGRAFÍA	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción y consumo de sorgo grano México 2000-2016 (toneladas)	28
Cuadro 2. Estadísticas de la regresión del modelo de demanda sorgo en México	46
Cuadro 3. ANOVA	46
Cuadro 4. Coeficientes del modelo	47
Cuadro 5. Valor Promedio Utilizado en el Cálculo de las Elasticidades durante el Periodo 2000 - 2016.....	51
Cuadro 6. Cálculo de elasticidades de la demanda de sorgo 2000-2016	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales países productores de sorgo	6
Figura 2. Principales países consumidores de sorgo.	15
Figura 3. Curva de demanda.....	35
Figura 4. Precio y cantidad.....	36

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Principales países productores de sorgo, 2016.	8
Gráfica 2. Producción mundial de sorgo, 2006-2017.	9
Gráfica 3. Consumo mundial de sorgo, 2005-2016.	13
Gráfica 4. Principales países consumidores de sorgo, 2016/2017. (Miles de toneladas).....	15
Gráfica 5. Intercambio comercial de sorgo, 2005-2017.	17
Gráfica 6. Precio del sorgo amarillo #2 en el Golfo, 2008-2016.	19
Gráfica 7. Producción de sorgo grano en México, 2005 – 2015.....	22
Gráfica 8. Producción de sorgo grano en México, 2005-2015.....	22
Gráfica 9. Superficie cosechada de sorgo en México, 2005-2015.	23
Gráfica 10. Principales estados productores de sorgo grano en México, 2015.....	24
Gráfica 11. Rendimientos estatales de sorgo grano por modalidad hídrica, 2015. 25	
Gráfica 12. Consumo aparente de sorgo en México, 2005 – 2016.	27
Gráfica 13. Consumo de sorgo en México por tipo, 2014 – 2017.....	29
Gráfica 14. Precio promedio de sorgo al productor y al mayoreo México, 2012-2016.	30
Gráfica 15. Precio medio rural del sorgo en México, 2005-2015.....	31
Gráfica 16. Precios de sorgo grano al productor y margen de comercialización, 2012-2015.	32

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

En el mundo, el sorgo es un producto agrícola que se utiliza para diversos fines, ya sea como alimento humano, forraje, entre otros. En México, este grano es uno de los productos más utilizados para consumo forrajero. Además, es considerado como un bien sustituto de otros granos, como puede ser el maíz amarillo (Agrobit, 2017). El sorgo de grano ha desempeñado un papel muy importante en el desarrollo del sector agropecuario, ocupando el segundo lugar en la producción de granos básicos, solamente después del maíz y es considerado el principal ingrediente en la formulación de alimentos balanceados.

Actualmente la demanda de sorgo se ha incrementado considerablemente, de acuerdo a los precios elevados que ha presentado el maíz, ya que es considerado como bien sustituto de éste, los productores de cerdo y aves principalmente han optado por adquirir sorgo con la finalidad de obtener un ahorro económico en los ingredientes para la formulación de insumos, por esta razón estudiar las variables que afectan la demanda y el mercado de sorgo en México se presenta como una oportunidad para los productores de este cultivo, puesto que puede influir en la aceptación del producto.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sorgo es un grano forrajero, que se destaca por ser uno de los principales granos producidos en el mundo, su importancia radica en la disponibilidad como insumo para la elaboración de dietas de las especies pecuarias que, a su vez, proveen de proteína animal a la población humana. En México, el sorgo se considera como un grano forrajero por la aportación que realiza en el desarrollo de las especies pecuarias. La identificación de conocer a los determinantes de la demanda de sorgo en México es fundamental, ya que las importaciones representan un alto volumen con respecto al consumo nacional aparente, además de que representa altos costos por las divisas que se comercializan en el mercado internacional.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El consumo de sorgo en México, como en otros países, sufre constantemente de cambios en las preferencias del consumidor. Es por ello el interés de conocer las tendencias en el consumo del producto, con la finalidad de producir lo que demanda el mercado, y además saber que otros factores la afectan, por ello con el fin de establecer acciones de planificación para asegurar la comercialización y el abasto de este grano forrajero, que es principal componente en la fabricación de alimentos balanceados.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. General

Se elaboró un modelo econométrico lineal de la demanda de sorgo en México.

1.3.2. Específicos

Se identificaron las variables que determinan a la demanda de sorgo en México.
Se calcularon las elasticidades de las variables de la demanda estimada.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. General

Las variables que determinan a la demanda de sorgo son: el precio del bien en cuestión (sorgo), el precio de los bienes relacionados (sustitutos y complementarios), el nivel ingreso y la población.

1.4.2. Específicos

- La demanda de sorgo tiene una respuesta inversa al cambio en el precio del sorgo.
- La demanda de sorgo tiene una respuesta inversa al cambio en los precios de los productos complementarios como el maíz, el trigo y la soya.
- La demanda de sorgo tiene una respuesta directa al cambio en el Producto Interno Bruto (una variable aproximada del ingreso nacional).
- La demanda de sorgo tiene una respuesta directa ante cambios en la población ganadera.

CAPITULO II. SITUACIÓN NACIONAL Y MUNDIAL DEL SORGO EN MÉXICO

2.1. Antecedentes

Los primeros informes muestran que el sorgo existió en India en el siglo I d. C. Esculturas que lo describen se hallaron en ruinas asirias de 700 años a. C. Sin embargo, el sorgo quizás sea originario de África Central -Etiopía o Sudán-, pues es allí donde se encuentra la mayor diversidad de tipos. Esta diversidad disminuye hacia el norte de África y Asia. Existen, sin embargo, ciertas evidencias de que surgió en forma independiente tanto en África como en la India. Los tipos salvajes encontrados en África Central y del Este no son aconsejables para usar en la agricultura actual, pero los Fito genetistas continúan buscándolos para crear nuevos germoplasmas, con el objeto de incorporar características deseables dentro de las líneas genéticas actuales.

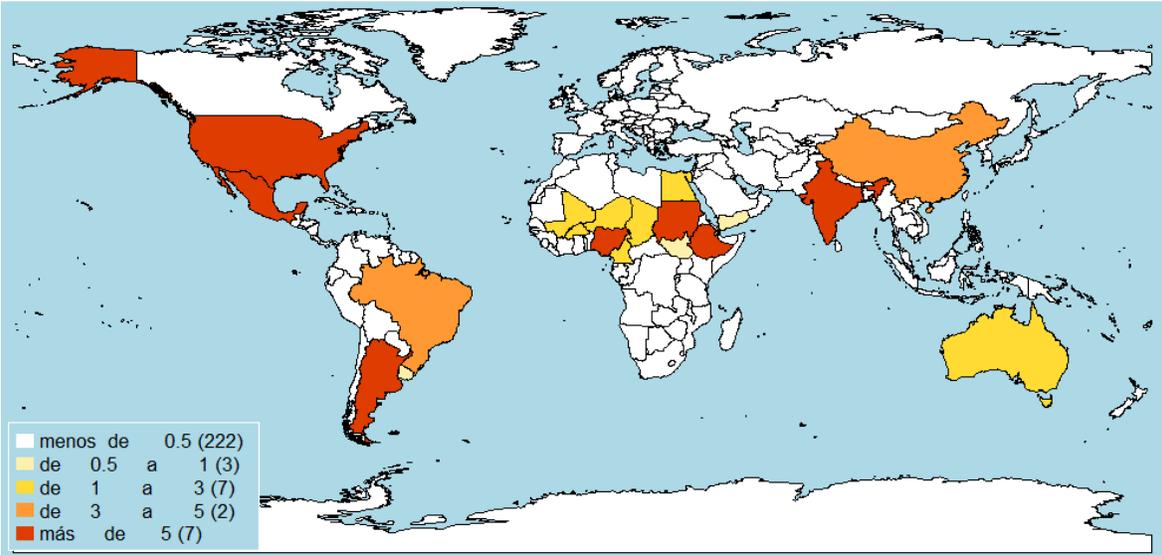
El sorgo parece haber llegado a América como maíz de Guinea, desde África occidental alrededor del siglo XVIII. Aunque este cereal llegó a América Latina a través del comercio de los esclavos y por obra de navegantes que hacían la ruta comercial Europa-África-América Latina, aunque su cultivo no llegó a adquirir importancia hasta el siglo actual.

2.2 Contexto mundial de sorgo

La producción mundial de sorgo se concentra en ocho países que aportan el 70% de la producción, estos son; Estados Unidos, que participa con el 16% del total, Nigeria y México, que participan con alrededor de 10%, Sudán e India con una participación cercana a 9 % del total mundial y Etiopía, Argentina y China con una participación menor (SAGARPA, 2016).

Durante el ciclo comercial de 2016 la producción fue de 63.08 millones de toneladas, sin embargo, para este año se prevé una posible disminución de 3.74 millones de toneladas, con una producción de poco más de 59 millones de toneladas (Figura 1) (USDA, 2017).

Figura 1. Principales países productores de sorgo



Fuente: Con información de USDA.
Nota: entre paréntesis el número de países de cada categoría.

El mapa muestra la ubicación geográfica de los principales productores mundiales de sorgo en el ciclo 2015/16. Con niveles por encima del 5% de la producción mundial se encuentran, en América:

Estados Unidos, México y Argentina; en África: Nigeria, Sudán y Etiopía; y en Asia: India. Con una producción entre 3% y 5% del total mundial se encuentran Brasil y China. Con niveles de producción entre 1% y 3% se encuentran Australia y varios países de África: Burkina Faso, Camerún, Chad, Egipto, Mali y Níger.

2.3 Producción mundial de sorgo

Entre los ciclos 2005/06 y 2014/2015, la producción mundial de sorgo registró una tasa decrecimiento media anual de 0.6 %. La tasa de crecimiento anual máxima fue de 18.4 % y se registró entre 2006/2007 y 2007/2008 (máximo nivel de producción de la década: 67.4 millones de toneladas). La mayor caída en la producción anual, 6.5%, se presentó en el ciclo agrícola 2011/2012, cuando se obtuvo una producción de 57.1 millones de toneladas.

Se espera que la producción mundial de sorgo en 2015/2016 registre un nivel cercano a 69 millones de toneladas, lo que representa la mayor producción desde 1996/1997 y la segunda más alta desde que se tienen registros. Así, la proyección de USDA representa una tasa de crecimiento anual para el ciclo 2015/2016 de 9.3 %. Esta tasa es 2.7 veces la tasa de crecimiento anual del periodo anterior.

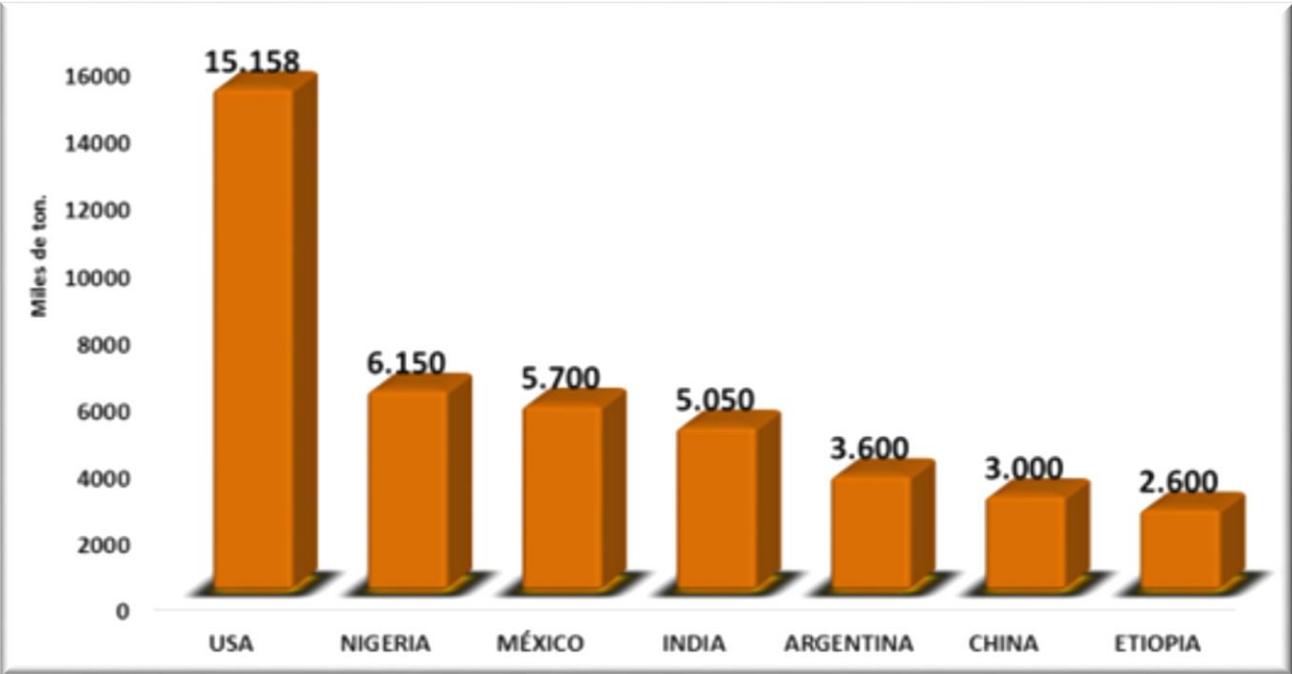
La fuente principal de crecimiento en la producción mundial de sorgo proviene de Estados Unidos, con un crecimiento anual de 10.3 % en 2014/2015. El aumento en la producción de los Estados Unidos se debe, en parte, a un incremento en los rendimientos dadas las condiciones climáticas propicias para el cultivo. Aunque la perspectiva de producción de sorgo es favorable, pueden observarse cambios por la rotación de otros cultivos.

La concentración de la producción mundial de sorgo en los cinco principales países productores fue 56.2% en el ciclo 2014/2015. En el ciclo anterior, 2013/2014, se registró 56.9%, después de que en el ciclo anterior se registrara 47.3%. Por países, la distribución en el ciclo 2014/15 en comparación con el ciclo 2013/2014 muestra algunos cambios. Estados Unidos incrementó su participación de 16.3 % a 17.4 %, mientras que México la disminuyó de 13.9 % a 10.6 %. La mayor participación de las exportaciones hacia China origina el incremento en la producción de Estados Unidos (Grafica 1).

Se prevé que durante el ciclo comercial 2016/2017 2 se observará un nivel de producción mundial de 63.7 millones de toneladas. Las expectativas de producción para el ciclo mencionado representan un aumento de 5.9% con respecto a la producción obtenida en 2015/2016. Lo anterior ante un incremento de 7.1% en el rendimiento promedio mundial. Destaca el crecimiento en la producción de sorgo en Nigeria, México, Sudán, India y Etiopía. En el caso de Estados Unidos, principal productor en el mundo de este grano, se espera decremento en su producción para el ciclo 2016/2017.

Para 2016/2017, el 73% de la producción mundial de sorgo se concentrará en ocho países: Estados Unidos, que participa con el 18% del total; Nigeria y México, que participan con alrededor de 10% cada uno; Sudán e India, cada uno con una participación cercana a 9% del total mundial; y con menores participaciones se encuentran Etiopía, Argentina y China.

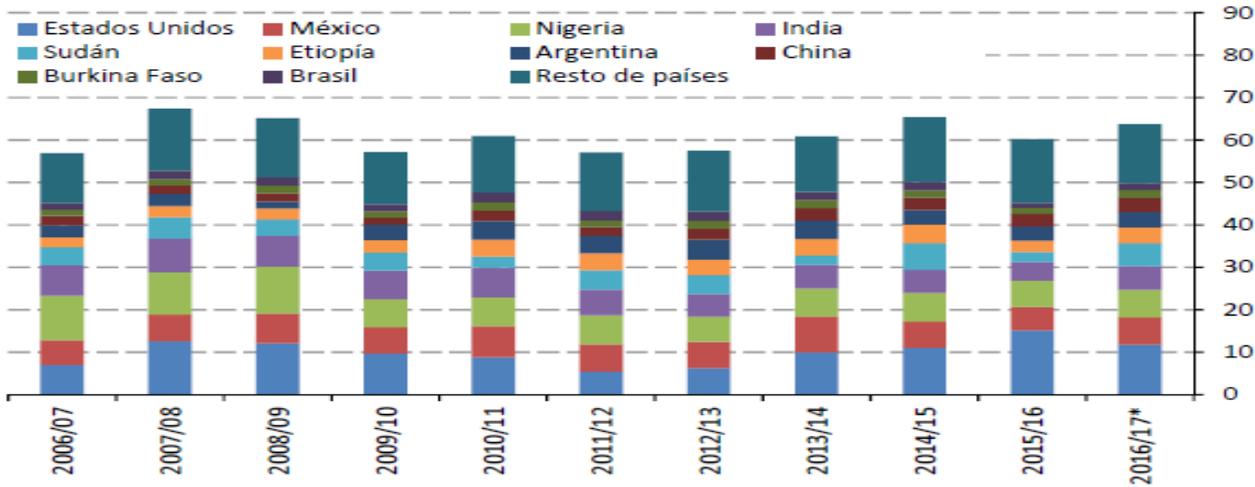
Gráfica 1. Principales países productores de sorgo, 2016.
(Millones de toneladas)



Fuente: USDA, 2016.

La Gráfica anterior muestra que la producción entre los principales países productores de sorgo se ha mantenido prácticamente sin cambios en los últimos cinco años. Estados Unidos se sitúa en el primer lugar de la producción mundial y Nigeria en el tercer lugar. México se ha mantenido en el segundo lugar desde el ciclo 2010/11 (Bond, et al.2015).

Gráfica 2. Producción mundial de sorgo, 2006-2017.
(Millones de toneladas métricas)



Fuente: USDA, 2017. *Dato estimado

Del incremento anual esperado en la producción mundial de sorgo para el ciclo 2015/2016, cercano a las 5.9 millones de toneladas, se anticipa que los principales productores muestren diferentes comportamientos: la producción en Estados Unidos podría crecer 32.4%; en México, 16.7%; en Argentina, 28.6%; y en la India 12.1%. Países con estimaciones de crecimiento negativas son: Sudán, -12%, y Nigeria con -8.2% (Gráfica 2).

El rendimiento mundial de sorgo registrado en los últimos 10 años (ciclos 2005/2006 a 2014/2015) no ha mostrado crecimiento. Sin embargo, entre los principales países productores hay algunos con tasa de crecimiento promedio anual positiva. En particular, Etiopía mostró un crecimiento promedio de 4.6% al pasar de 1.48 a 2.22 toneladas por hectárea.

En el mismo periodo, Brasil tuvo un crecimiento a tasa media anual de 2.9%, es decir, pasó de 2.11 a 2.74 toneladas por hectárea; el rendimiento en Australia creció a tasa media anual un 1. %, ya que pasó de 2.52a 2.97 toneladas por hectárea; en México se observó una tasa de crecimiento media anual de 1. %, al pasar de 3.5 a 4 toneladas por hectárea. Por otro lado, en Estados Unidos se reporta una caída de 0.2% y en Argentina de 0.7% en los rendimientos obtenidos. Estos países cuentan con rendimientos superiores al rendimiento promedio mundial en el periodo considerado.

Entre el periodo 2015/16, la producción de sorgo en el mundo presentó un crecimiento promedio anual de 0.6%, para ubicarse en este último en 60.2 millones de toneladas. Se considera que, en general, las condiciones climatológicas han sido favorables en las principales regiones productoras del mundo para mantener dicho crecimiento.

La producción estimada para el ciclo 2016/17 en los principales países productores reubica al alza, con excepción de la de Estados Unidos. La producción de este país, principal productor mundial de sorgo se estima con un decremento de 22.5% en relación al ciclo 2015/16, lo que se traduce en 11.7 millones de toneladas. Lo anterior, como consecuencia de una menor superficie cosechada, ya que en algunas regiones se destinó mayor superficie para el cultivo de maíz.

Por otro lado, en México, segundo país productor en el mundo, para el ciclo 2016/17 se pronosticó un aumento de 17.1% en relación al ciclo anterior. Este aumento en la producción se lograría después de que se tuvieron afectaciones de pulgón amarillo en el ciclo inmediato anterior. Así, la producción en el país se estima que llegará a 6.5 millones de toneladas.

2.4. Exportaciones Mundiales de Sorgo

La composición de los principales países exportadores e importadores permanece sin cambios importantes en relación a los últimos ciclos comerciales. Por el lado de las exportaciones, el principal país proveedor del grano durante el ciclo 2015/16 fue Estados Unidos con un volumen de exportaciones de 8.6 millones de toneladas. Las expectativas para 2016/17 ubican las exportaciones estadounidenses con un decremento de 26.2% a tasa anual para ubicarse en 6.3 millones de toneladas, lo que representaría 78.2% del volumen mundial exportado.

Argentina ha tenido problemas para recuperar parte de su participación en las exportaciones, pues a pesar de firmar un acuerdo sobre protocolos sanitarios con China a finales de 2014 y tener, con frecuencia, precios menores a los de Australia y Estados Unidos, las certificaciones sanitarias de las autoridades argentinas están tomando más tiempo del esperado (USDA/Foreign Agricultural Service).

2.5. Importaciones mundiales de sorgo

El volumen de importaciones mundiales se ha concentrado en los últimos dos ciclos en el mercado chino, con 63.5% en el ciclo 2013/14 y 79.4% en el ciclo 2014/15. Se espera que para el ciclo 2015/16 la concentración en China se incremente hasta 85.7%. Se atribuye el incremento de las importaciones chinas a la conveniencia económica de usar el sorgo en lugar del maíz para forraje

El volumen de importaciones mundiales se ha concentrado en los últimos dos ciclos en el mercado chino, con 63.5 por ciento en el ciclo 2013/14 y 79.4 por ciento en el ciclo 2014/15. Se espera que para el ciclo 2015/16 la concentración en China se incremente hasta 85.7 por ciento. Se atribuye el incremento de las importaciones chinas a la conveniencia económica de usar el sorgo en lugar del maíz para forraje, dados los altos precios domésticos del maíz y la dificultad para conseguir el grano importado.

Antes de que China ocupara la primera posición en importaciones, el mercado con mayor número de importaciones era México, principal importador en los ciclos del 2005/06 al 2010/11 excepto en el ciclo 2007/08, cuando la Unión Europea identificó muestras de maíz proveniente de Estados Unidos con modificaciones genéticas no aprobadas, generando una prohibición inmediata de las importaciones de maíz desde los Estados Unidos.

Con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN), se produjo una modificación en la estructura productiva nacional, desfavorable para el productor interno, que ocasiono competitividad ante importaciones crecientes (Rebollar *et al.* 2016).

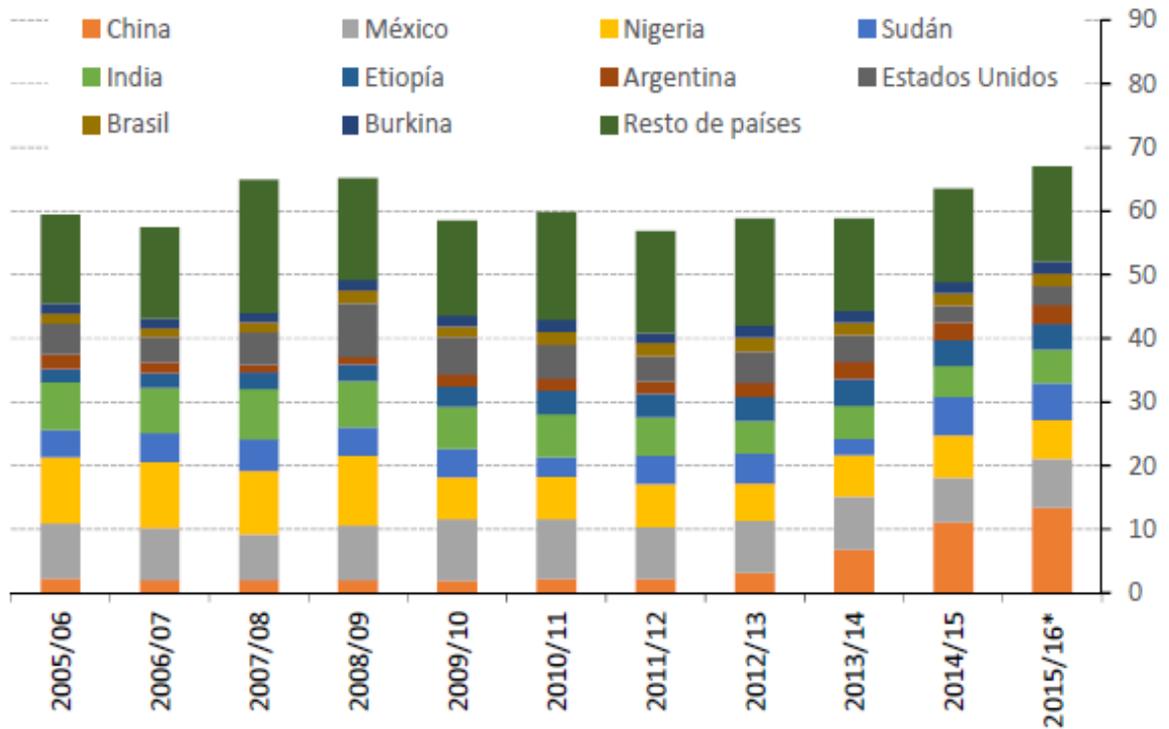
Para el 2016 las exportaciones tuvieron un cierre de 10.7 Mt, siendo el mayor exportador Estados Unidos con un volumen de 8.6 M/t, seguido de Argentina y Australia con una participación de apenas el 11.4 y 5.3%.

2.6. Consumo mundial de sorgo

El consumo mundial de sorgo ha mostrado una tendencia creciente en los últimos 4 años. En este periodo, compuesto por los ciclos del 2011/12 al 2014/15, se ha registrado un crecimiento de 3.8% a tasa media anual. Esto contrasta con lo observado en los 4 años previos, de los ciclos 2008/09 a 2011/12, donde la tasa de crecimiento media anual fue negativa en 4.5%. Estos altibajos explican el bajo crecimiento del consumo en los últimos 10 años, del ciclo 2005/06 al 2014/15, que fue de 0.8% a tasa media anual (Gráfica 3).

Gráfica 3. Consumo mundial de sorgo, 2005-2016.

(Miles de toneladas)



Fuente: USDA. Estimado.

Aunque con una tasa menor a la observada entre los ciclos 2013/14 y 2014/15, cuando tuvo un crecimiento de 7.9%, se espera que la tendencia del consumo se mantenga para el ciclo 2015/16, con un aumento de 5.4% respecto al ciclo 2014/15. Esto debido al aumento en el consumo de algunos de los principales consumidores como China, México, Estados Unidos e India.

En términos de participación, el consumo mundial se concentra en algunos países como México, Nigeria, Sudán, India, Etiopía, Argentina y Estados Unidos. China se ha convertido en el principal consumidor, pero, como octavo productor mundial, debe importar parte importante de su consumo como se muestra en la sección de comercio internacional.

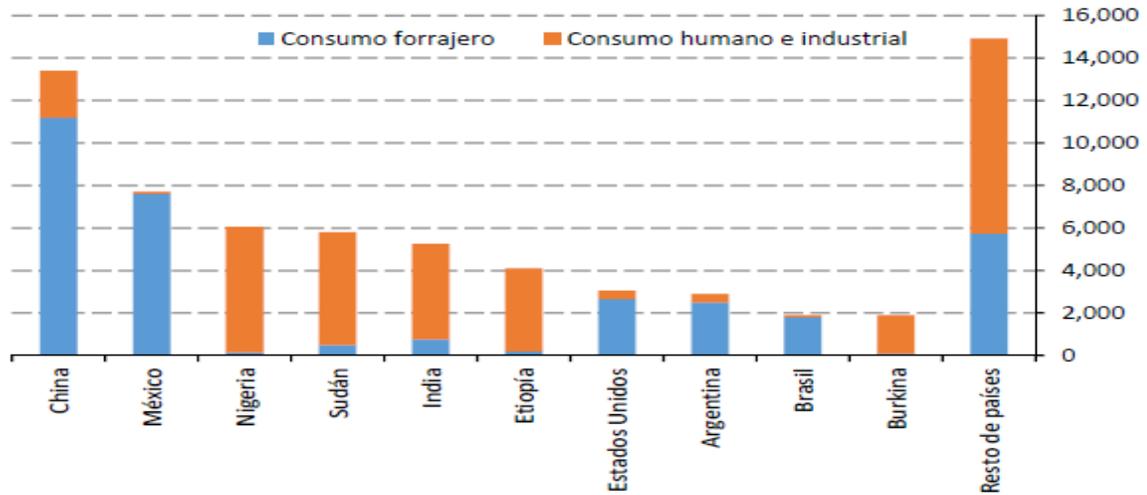
Las principales razones para el aumento en el consumo de sorgo en China son: la posibilidad de sustituir maíz por sorgo como forraje, la facilidad para importar sorgo y el precio doméstico alto del maíz. También se atribuye el aumento a los programas de comercialización del USDA.

Respecto al uso del sorgo, los países con condiciones climáticas más difíciles y menor capacidad tecnológica (localizados en África y Asia), hacen mayor uso del sorgo para consumo humano e industrial, mientras que países con mejores condiciones climáticas y mayor capacidad tecnológica (varios de ellos en América) usan el sorgo para consumo forrajero. El principal consumidor de sorgo, China, destina 83.6% de su consumo para forraje. Entre los usos industriales del sorgo destaca en China la producción de una bebida alcohólica tradicional conocida como baijiu.

Las expectativas para el ciclo comercial 2016/17 sitúan el consumo mundial de sorgo con un crecimiento de 3.8 por ciento anual, es decir, se espera sea de 63.8 millones de toneladas. Dicho crecimiento resulta de una combinación entre un decremento de 1.6 por ciento en el consumo forrajero y un aumento de 8.2 por ciento en el consumo humano, industrial y semilla, los cuales se situarán en 27.2 y 36.7 millones de toneladas, respectivamente.

Ocho países concentran el 71.1 por ciento del consumo total mundial: China, México, Nigeria, Sudán, India, Estados Unidos, Etiopía y Argentina. Así, con excepción de China y Estados Unidos, en donde el consumo bajaría con respecto al ciclo anterior, el consumo de sorgo presenta tendencia creciente en los principales países consumidores (Gráfica 4).

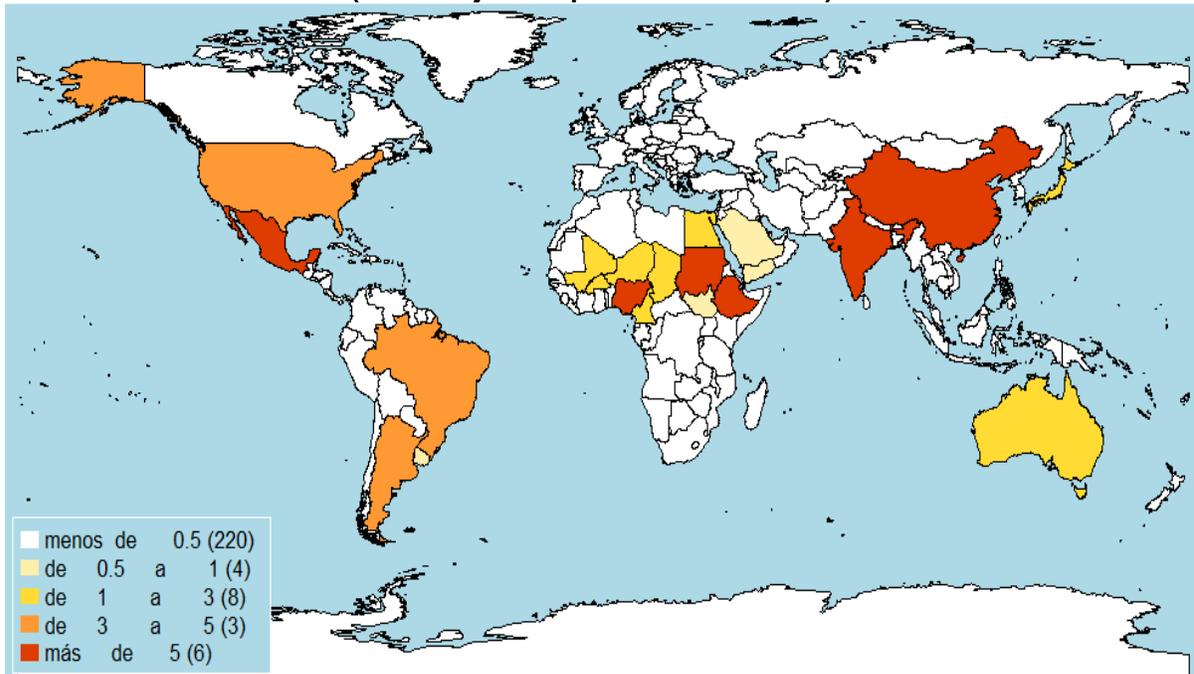
Gráfica 4. Principales países consumidores de sorgo, 2016/2017. (Miles de toneladas)



Fuente: USDA, 2017.

China ha pasado al primer lugar del consumo mundial después de mantener el séptimo lugar durante varios años, del ciclo 2010/11 al 2012/13, y el segundo lugar en el ciclo 2013/14.

Figura 2. Principales países consumidores de sorgo. (Porcentaje de la producción mundial)



Fuente: Con información de USDA.

Nota: entre paréntesis el número de países de cada categoría.

El mapa muestra la ubicación geográfica de los principales consumidores mundiales de sorgo en el ciclo 2014/17. Con excepción de China, los países con un nivel de consumo por encima del 5% mundial tienen un nivel de producción también mayor al 5% mundial. Es el caso de México en América; Nigeria, Sudán y Etiopía, en África; e India en Asia. China produce menos del 5% mundial de sorgo, por ello requiere importar el grano (Figura 3).

En el grupo de consumo entre 3% y 5% del total mundial están Estados Unidos, Brasil y Argentina en América. De esta manera, además de Estados Unidos, Argentina tiene capacidad para la exportación del grano. El grupo de ocho países con niveles de producción entre 1% y 3% mundial está compuesto por los siete países productores del mismo grupo porcentual, 6 de ellos en África y Japón una variedad con modificación genética conocida como MIR 162, como los altos precios domésticos del maíz, han influido en favor del consumo de sorgo. Así, el sorgo es competitivo en costo respecto al maíz como ingrediente para alimentación de ganado porcino y en la avicultura (USDA, 2017).

2.7. Comercio internacional

En el periodo comprendido entre los ciclos 2005/2006 al 2015/2016, el comercio internacional de sorgo muestra una tendencia creciente, en términos de exportaciones se ha incrementado a una tasa media anual de 8.7%.

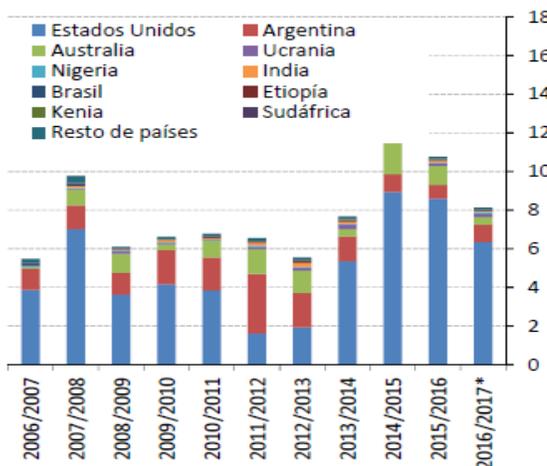
Aunque se espera que la producción mundial de sorgo aumente para el ciclo 2016/17 con relación a lo observado en 2015/16, el estimado de cierre de comercio mundial de este grano disminuirá con respecto al ciclo anterior. Sobre el particular, las exportaciones mundiales de sorgo totalizaron 10.7 millones de toneladas durante el ciclo comercial 2015/16. Dicho nivel de exportación representa el 17.9% del volumen de producción obtenido durante ese periodo.

Para 2016/17 se prevé un decremento anual de 24.6% en las exportaciones mundiales, lo cual se explica por el aumento en los niveles de producción en algunos de los principales países importadores, para ubicarse en un nivel de 8.1 millones de toneladas. Lo anterior implica que el 12.8% de la producción mundial esperada para 2016/17 se comercializará a través de las fronteras (Gráfica 5) (USDA, 2017).

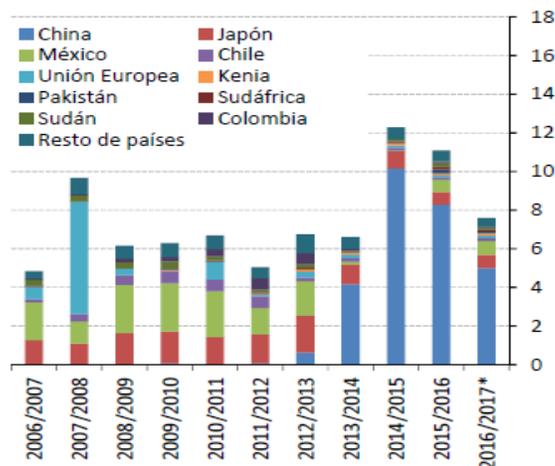
Gráfica 5. Intercambio comercial de sorgo, 2005-2017.

(Millones de toneladas)

a) Exportaciones



b) Importaciones



Fuente: USDA, 2017. *Dato estimado. Fuente: USDA, 2017. *Dato Estimado.

Del total de las exportaciones del ciclo 2014/15 Argentina contribuyó con 11.4% y Australia contribuyó con 5.3%. Estados Unidos ha incrementado su participación a partir de la caída en las exportaciones de estos dos países en los ciclos 2012/13 y 2013/14. Estados Unidos ha tenido participación mayoritaria en los últimos 10 años, desde el ciclo 2005/06, cuando Estados Unidos reportó más de 91% de las exportaciones mundiales de sorgo, hasta el ciclo 2014/15 Estados Unidos sólo tuvo dos ciclos por debajo del 55% de las exportaciones mundiales. Argentina ha tenido problemas para recuperar parte de su participación en las exportaciones, pues a pesar de infringir un acuerdo sobre protocolos sanitarios con China a finales de 2014 y tener, con frecuencia, precios menores a los de Australia y Estados Unidos, las certificaciones sanitarias de las autoridades argentinas están tomando más tiempo del esperado.

2.8. Precios internacionales

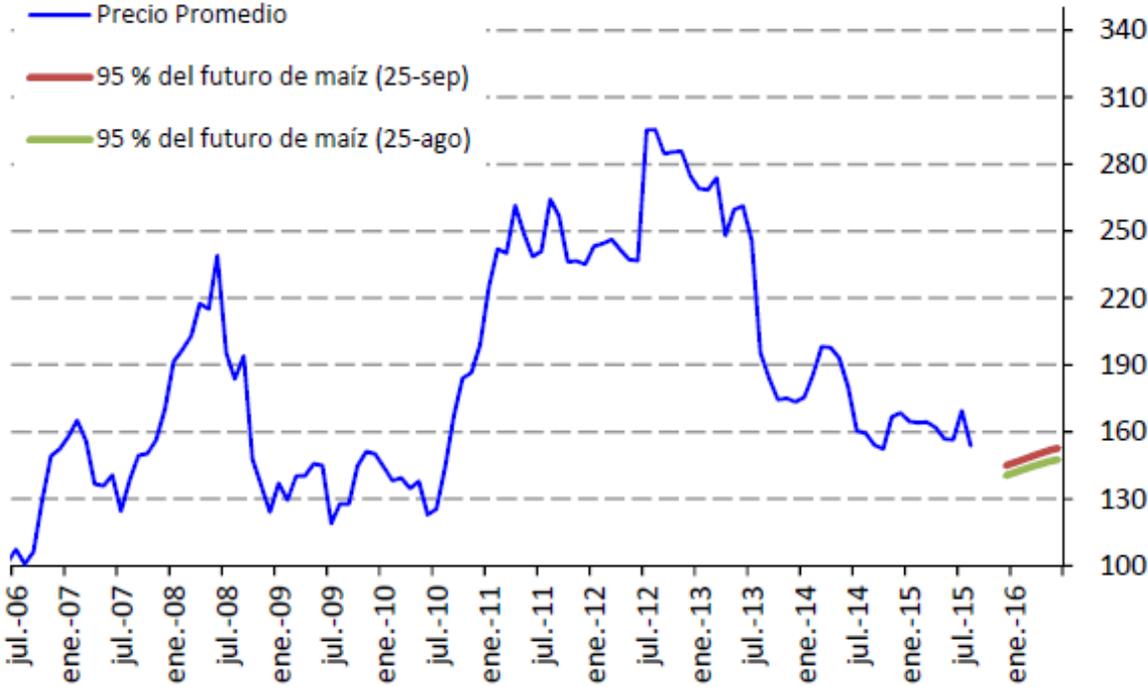
El precio internacional del sorgo de referencia es el contrato de sorgo amarillo no. 2 en el Golfo que cotiza en la bolsa de valores de Chicago. De esta manera, el contrato refleja los fundamentales actuales del mercado, pues muestra un nivel de cotización deprimido por la amplia disponibilidad de granos forrajeros en Estados Unidos y en el mundo. Así, durante noviembre de 2016 el precio promedio del sorgo amarillo en el Golfo se cotizó en 131.7 dólares por tonelada, lo que representó una disminución de 14.5 por ciento respecto al precio promedio observado en noviembre de 2015.

Cabe resaltar que los precios observados durante septiembre de 2016 fueron los más bajos desde mediados de 2010. Así, derivado de la consistente oferta de granos forrajeros en los últimos tres ciclos, se prevé que los precios internacionales del sorgo no cuenten con soporte alcista durante la primera mitad de 2017 (Gráfica 6).

En los últimos 10 años, se pueden distinguir tres periodos para el precio de referencia internacional del sorgo: (i) entre noviembre de 2008 hasta julio de 2010

se registraron valores promedio bajos (mínimo de 118.9 dólares por tonelada y máximo de 151.2 dólares por tonelada); (ii) entre enero de 2011 y julio de 2013 de precios altos y que se puede subdividir en dos periodos, el primero, entre enero de 2011 y junio de 2012, con valores promedio alrededor de 250 dólares por tonelada. En el otro sub-periodo, de julio de 2012a julio de 2013, el precio del sorgo disminuyó hasta un nivel de 245.8 dólares por tonelada y se registraron valores altos resultado de la sequía de 2011 y 2012.25 (iii) Por último, hubo un periodo de ajuste hasta julio de 2014 y desde entonces el promedio del precio internacional de referencia ha mostrado valores bajos entre 152.4 dólares por tonelada y 169.5 dólares por tonelada (SIACON, 2017).

Gráfica 6. Precio del sorgo amarillo #2 en el Golfo, 2008-2016.
(Dólares por tonelada)



Fuente: Reuters, 2017

Los precios estimados de futuro de sorgo, calculados a partir del futuro de maíz, indican la expectativa de una disminución a valores por debajo de 140 dólares por tonelada y una futura recuperación hacia mediados de 2016. 26 Si bien es cierto que el nivel del precio futuro se ha valorado al alza en el transcurso de un mes, la expectativa hacia mayo de 2016 se mantiene por debajo de los niveles observados hasta agosto de 2015. La expectativa de precios bajos de los commodities agrícolas se basa, entre otros factores, en la desaceleración de la economía en China.

2.9. Panorama nacional en la producción de sorgo

La superficie cosechada de sorgo muestra regularidad: a la mayoría de los ciclos con crecimiento sigue un ciclo con disminución, lo cual puede deberse a la rotación de cultivos. Así, en el año agrícola 2014 se presentó un incremento alcanzando 2 millones de hectáreas cosechadas, a partir de las 1.7 millones hectáreas cosechadas en el 2013, se creció 19.2 por ciento en el periodo señalado.

Debido al aumento en la superficie cosechada, se registró un crecimiento en la producción de 8.4 millones de toneladas en el año agrícola 2014, lo que representa un crecimiento de 33.1 por ciento respecto a los 6.3 millones de toneladas producidas en el año agrícola 2013.

El aumento en la producción nacional se debe también al incremento en los rendimientos. Los rendimientos aumentaron tanto a nivel nacional como por régimen, y en tres de las principales cuatro entidades productoras. El rendimiento en la producción de sorgo creció 11.6% en el año agrícola 2014 respecto al 2013. En los últimos 12 años no se había alcanzado una tasa de crecimiento anual de los rendimientos de dos dígitos.

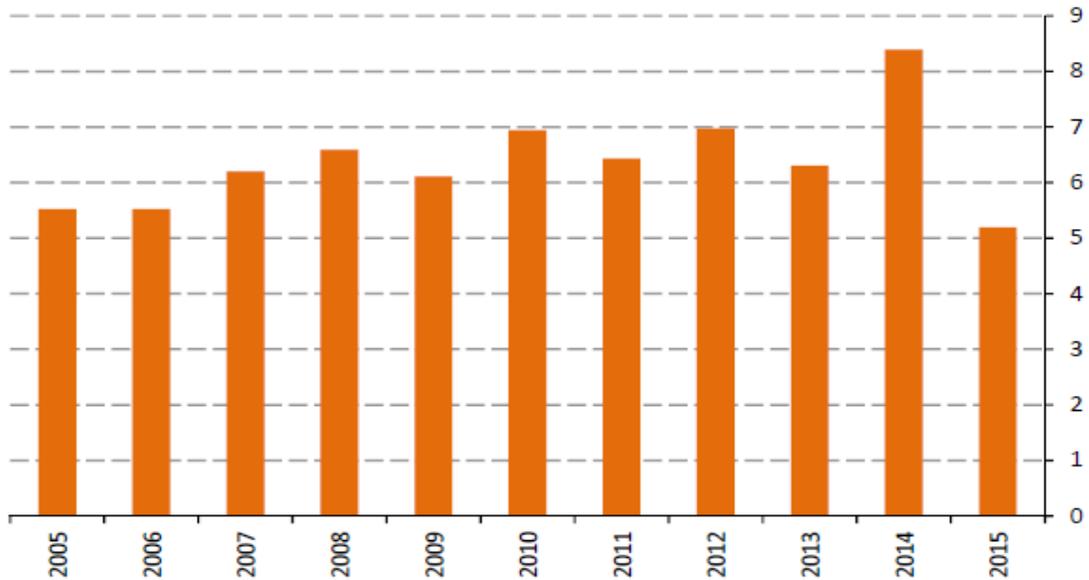
Los principales estados productores de sorgo son Tamaulipas, Guanajuato, Sinaloa y Michoacán. El mes de mayor producción del ciclo otoño-invierno, cuando Tamaulipas y Sinaloa cosechan la mayor parte de su producción, es junio y el mes de mayor producción del ciclo primavera-verano, cuando Guanajuato y Michoacán cosechan la mayor parte de su producción, es noviembre. El estado donde el rendimiento cayó en el año agrícola 2014 fue Guanajuato. El consumo mostró un incremento en el año calendario 2014/15 contrario a la tendencia descendiente mostrada en los 4 años anteriores. El aumento en la producción parece haber inducido la reducción de las importaciones para complementar el consumo.

2.10. Producción nacional

En el año agrícola 2014, compuesto por el ciclo otoño-invierno 2013/14 y el ciclo primavera-verano 2014, la superficie cosechada de sorgo en el país alcanzó las 2 millones de hectáreas. Esta cantidad significó un aumento de un 19.2 por ciento respecto a las 1.7 millones de hectáreas cosechadas el año anterior. Este crecimiento se debió en parte al aumento de la superficie cosechada en el ciclo otoño-invierno pues pasó de 720 mil hectáreas en 2012/13 a 1.1 millones de hectáreas en 2013/14, esto es un incremento de 52 por ciento anual. Lo anterior es resultado de la reducción de la superficie siniestrada, que pasó de 229,741 hectáreas en el ciclo otoño-invierno 2013/14 a 8,770 hectáreas en el mismo ciclo de 2014/15.

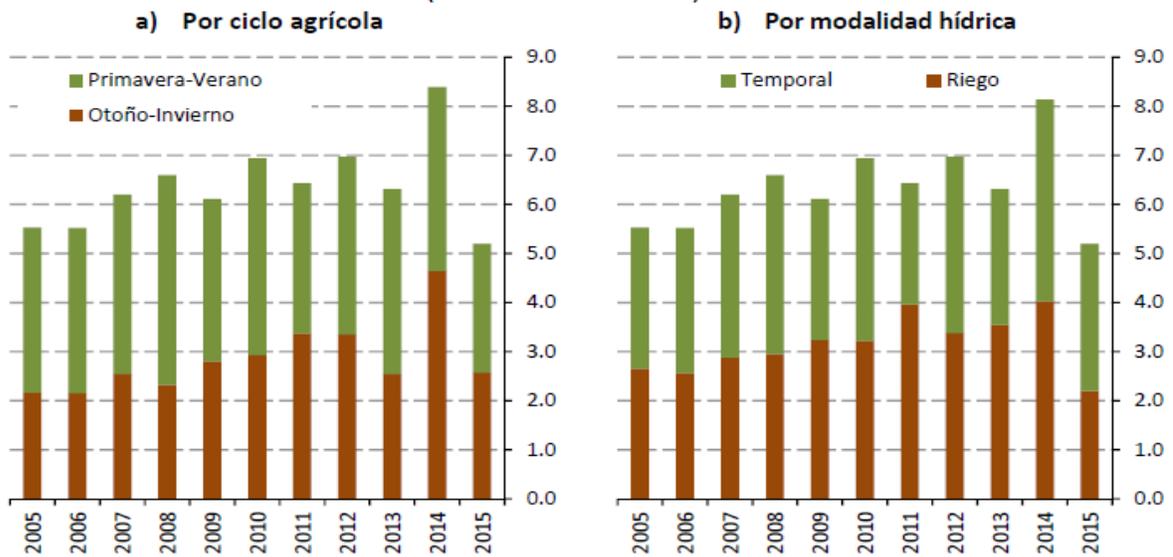
Durante el año agrícola 2015, compuesto por el ciclo otoño-invierno 2014/15 y el ciclo primavera-verano 2015, la producción de sorgo grano en México decreció a una tasa anual de 38.1% para totalizar 5.1 millones de toneladas en 2015. Lo anterior como consecuencia de las afectaciones provocadas por el pulgón amarillo en algunas regiones productoras, entre otros factores (Gráfica 7).

Gráfica 7. Producción de sorgo grano en México, 2005 – 2015.
 (Millones de toneladas por año agrícola)



Fuente: SIAP-SAGARPA, 2016

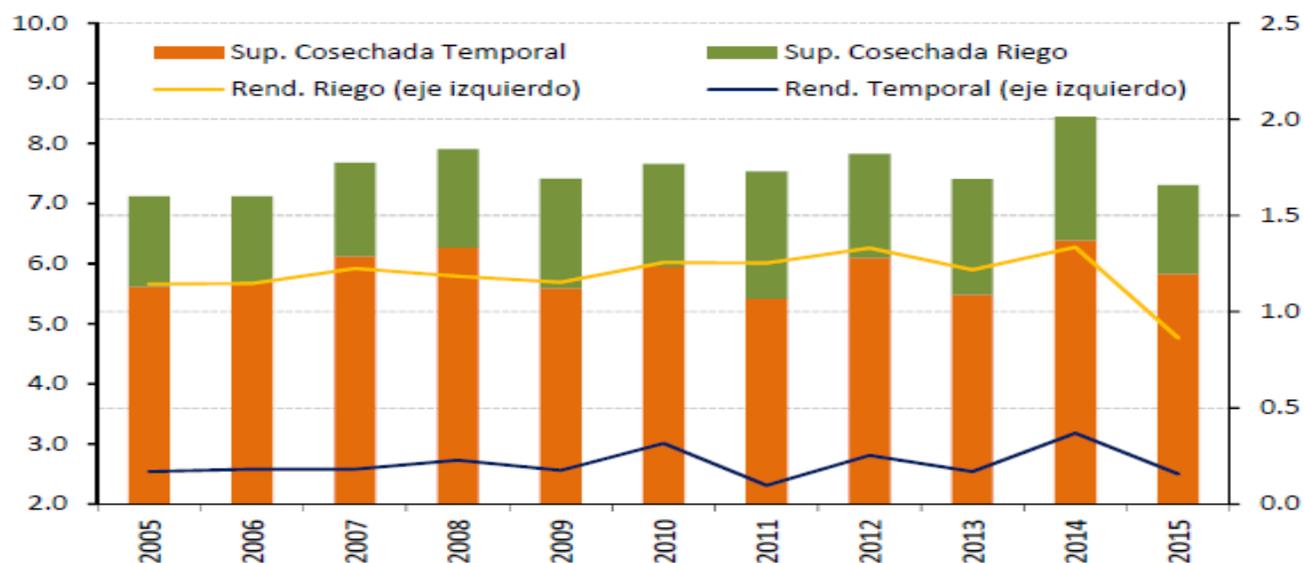
Gráfica 8. Producción de sorgo grano en México, 2005-2015.
 (Millones de toneladas)



Fuente: SIAP-SAGARPA.2016

Gráfica 9. Superficie cosechada de sorgo en México, 2005-2015.

(Millones de toneladas por hectárea)



Fuente: SIAP-SAGARPA.2016

Lo anterior implica que, en México, en el ciclo 2015, el 73.3 por ciento de superficie sembrada de este grano fue para temporal y el resto, es decir 36.5 por ciento, se destinó la modalidad de riego. Aun cuando la superficie bajo modalidad de riego en México es menor para el cultivo de sorgo, los rendimientos promedio por hectárea son considerablemente superiores a los reportados en superficie de temporal y han mostrado un mayor dinamismo (Gráfica 8 y Gráfica 9).

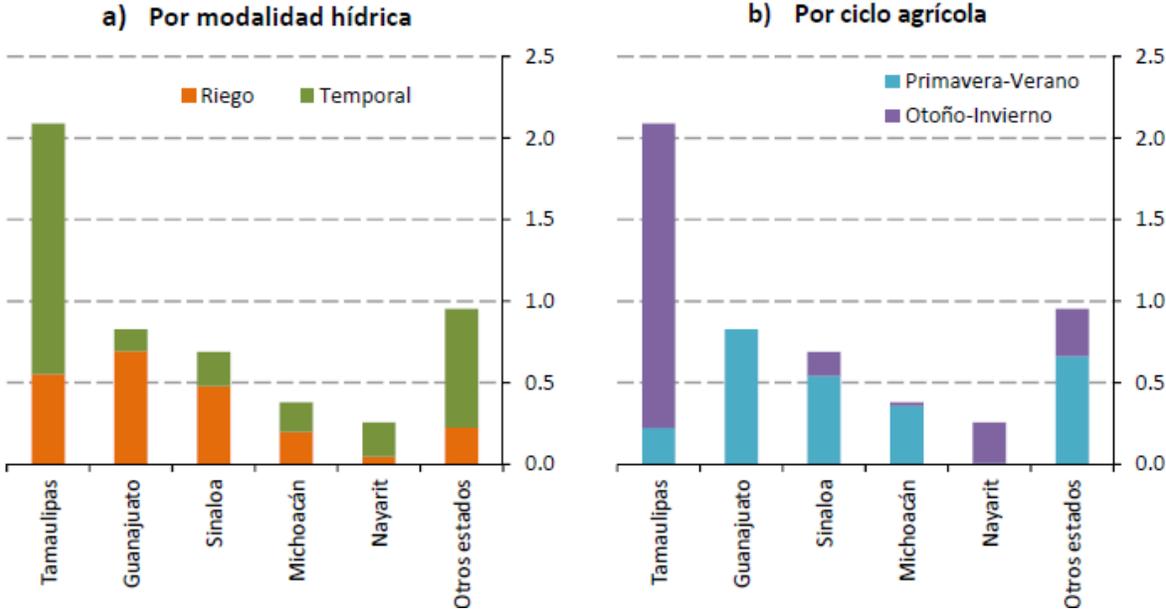
Durante el año agrícola 2015, cinco estados concentraron aproximadamente el 82 por ciento de la producción nacional de sorgo grano. Tamaulipas se ubica como el principal productor de sorgo en el país con una participación de 40.2 por ciento, lo cual representa un volumen de 2.0 millones de toneladas. En segundo lugar se encuentra Guanajuato con 15.9 por ciento de participación y un volumen de producción de 0.8 millones de toneladas. El tercer lugar lo ocupa Sinaloa con una participación de 13.3 por ciento del total y un volumen de 0.7 millones de toneladas.

Considerando la producción estatal por modalidad hídrica es posible observar la particular composición de la producción en Tamaulipas durante 2015, en donde el 73.6 por ciento de la producción se obtuvo bajo modalidad de temporal. Asimismo, la producción de Tamaulipas y Nayarit se obtiene durante el ciclo Otoño-Invierno, mientras que en el resto de los estados productores se obtiene principalmente durante Primavera-Verano.

2.11. Entidades productoras

Existe una gran disparidad en los rendimientos por hectárea obtenidos por modalidad hídrica en los distintos estados productores. Es posible observar un importante diferencial aun entre estados con superficie de riego (Gráfica 10).

Gráfica 10. Principales estados productores de sorgo grano en México, 2015.
(Millones de toneladas)



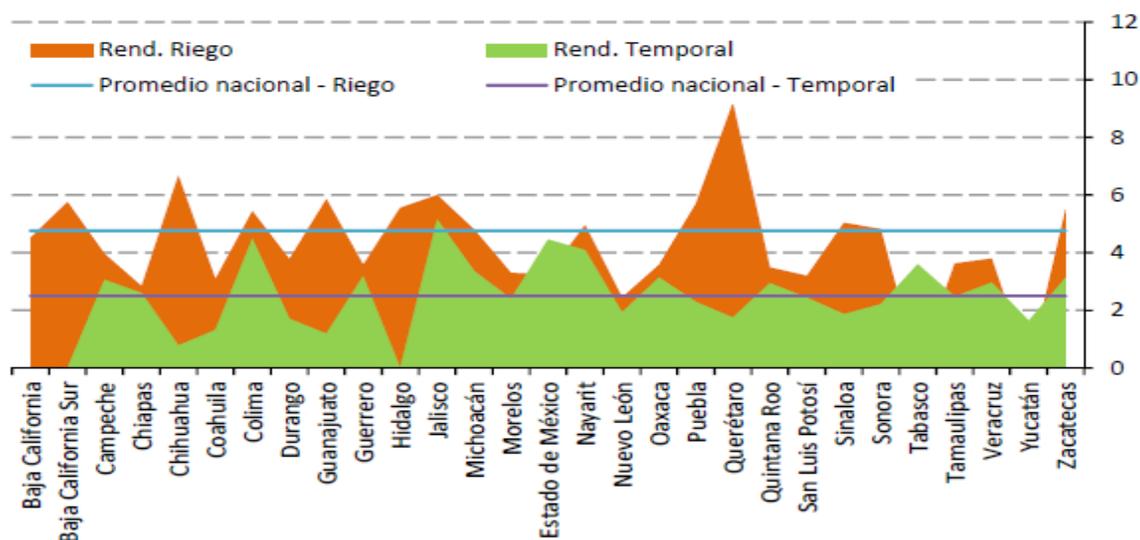
Fuente: SIAP-SAGARPA.2016

Las cuatro principales entidades productoras de sorgo concentran su producción en alguno de los ciclos. Por mes, Tamaulipas registra la mayoría de su producción en junio, 49%; Guanajuato en noviembre, 54 por ciento; Sinaloa en julio, 29.2%; y Michoacán en noviembre, 42.1%.

La producción nacional de sorgo distingue dos periodos de cosecha a lo largo del año calendario. El primero comprende los meses de mayo a agosto, el segundo periodo comprende los meses de octubre a enero. En estos ocho meses se concentra más del 90 por ciento de la producción anual, calculada por año calendario. La producción mensual promedio de los últimos 12 años del primer periodo muestra una producción cercana al 42% del total anual, para los meses del segundo periodo la contribución es mayor a 50%. Así, la producción del ciclo otoño-invierno que corresponde al primer periodo, de mayo a agosto, ha mostrado, en promedio, una participación menor a la producción del ciclo primavera-verano correspondiente al segundo periodo, de octubre a enero, en cerca de 8%.

Gráfica 11. Rendimientos estatales de sorgo grano por modalidad hídrica, 2015.

(Toneladas por hectárea)



Fuente: SIAP-SAGARPA. 2016

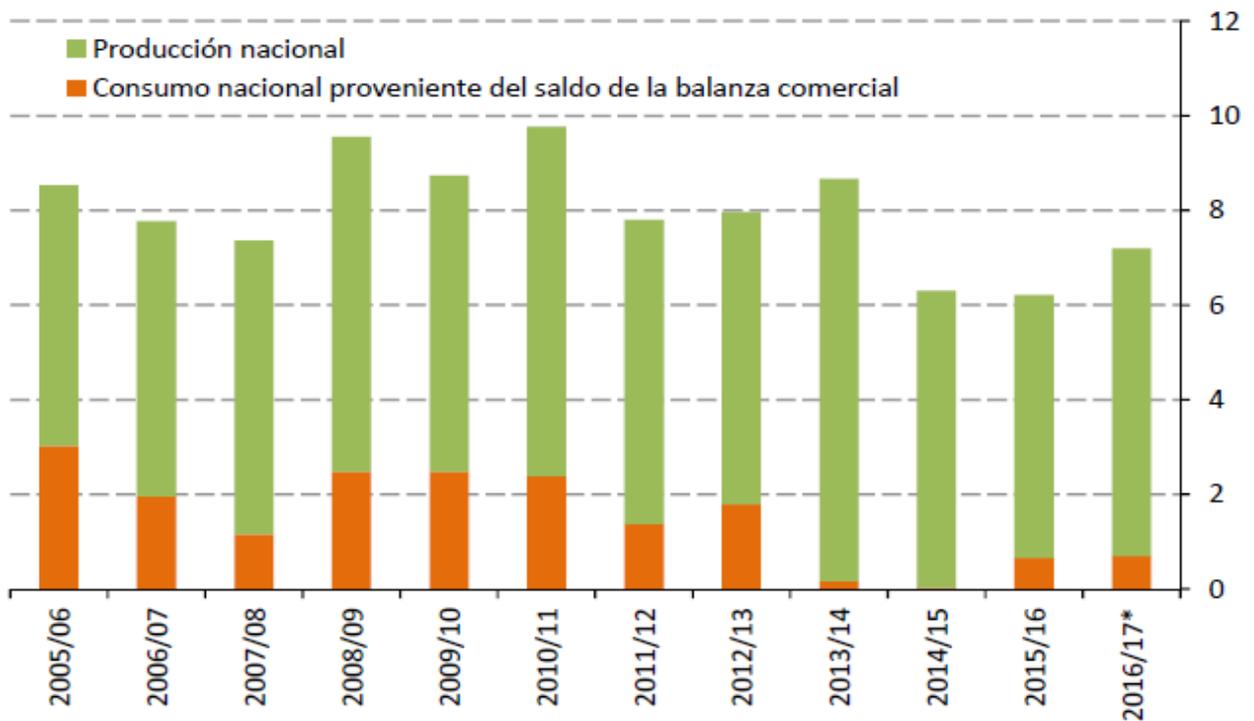
Al considerar el rendimiento promedio nacional bajo temporal, de 2.5 toneladas por hectárea, se observa que trece estados se encuentran por arriba de dicho promedio: Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Estado de México, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Zacatecas. De igual manera, al considerar el promedio nacional de rendimientos en riego destaca también que trece entidades superan dicho nivel: Baja California Sur, Chihuahua, Colima, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora y Zacatecas (Gráfica 11).

En lo que a expectativas por ciclo comercial se refiere, para el ciclo octubre 2016/septiembre 2017 se espera una producción nacional de sorgo de 5.2 millones de toneladas, lo que representa un decremento de 6.6 por ciento a tasa anual con respecto al ciclo octubre 2015/septiembre 2016.

2.12. Consumo nacional de sorgo

El consumo nacional de sorgo para el ciclo 2016/17 se estima llegará a las 7.2 millones de toneladas, colocando a México como el segundo principal consumidor de este producto únicamente por detrás de China. El consumo nacional de este grano muestra recuperación después de la tendencia a la baja observada desde el ciclo 2014/15. El ciclo 2015/16 representó el consumo mínimo de los últimos veinte años. Estimaciones oficiales esperan que el consumo aparente de sorgo para el próximo ciclo aumente en un 17.6 por ciento atase anual (Gráfica 12).

Gráfica 12. Consumo aparente de sorgo en México, 2005 – 2016.
(Millones de toneladas)



Fuente: USDA. *Estimado. 2017.

La recuperación en el consumo del sorgo es motivada por el incremento en la producción nacional de este grano, que permitirá un menor uso de otros granos sustitutos como el maíz para forraje. La producción nacional de sorgo aporta más del 90 por ciento del volumen consumido en México. Por su parte, el consumo proveniente del saldo de la balanza comercial se espera se mantenga en niveles similares a los del ciclo anterior, ubicándose alrededor de las 0.7 millones de toneladas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción y consumo de sorgo grano México 2000-2016 (toneladas)

AÑO	PRODUCCIÓN	IMPORTACIONES	EXPORTACIONES	CNA
2000	4,169,898	2,092,492	103	6,262,287
2001	6,809,490	1,983,000	483	8,792,007
2002	5,711,564	2,188,522	63	7,900,023
2003	6,474,842	3,246,933	111	9,721,664
2004	5,720,343	4,566,257	694	10,285,906
2005	5,842,308	5,142,019	11	10,984,316
2006	6,566,535	5,032,147	7	11,598,675
2007	5,206,323	4,716,754	0	9,923,077
2008	6,462,200	3,381,351	10	9,843,541
2009	7,004,400	3,159,339	7	10,163,732
2010	5,524,384	3,020,472	1	8,544,855
2011	5,518,518	2,624,558	18	8,143,058
2012	6,202,920	1,878,474	65	8,081,329
2013	6,610,900	1,553,425	40	8,164,285
2014	6,108,085	2,496,911	45	8,604,951
2015	6,940,225	2,252,516	166	9,192,575
2016	6,429,311	2,380,276	297	8,809,290

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP, 2017.

Por ciclo comercial, el consumo doméstico de sorgo grano muestra un crecimiento con respecto al ciclo anterior. Así, de acuerdo con estimaciones oficiales, en el ciclo comercial 2016/17 el consumo de sorgo crecería 6.1 por ciento a tasa anual para ubicarse en 6.5 millones de toneladas. El consumo nacional aparente (CNA), finalmente en el año 2016 se ubicó en 8.8 millones de toneladas, del cual alrededor del 25% se constituyó con importaciones (Cuadro 1).

Al desagregar el consumo por tipo, es posible observar que durante los últimos años el principal uso del sorgo es el consumo pecuario, el cual se estima representaría el 96.1 del consumo total en 2016/17 (Grafica 13).

Gráfica 13. Consumo de sorgo en México por tipo, 2014 – 2017.
(Millones de toneladas)



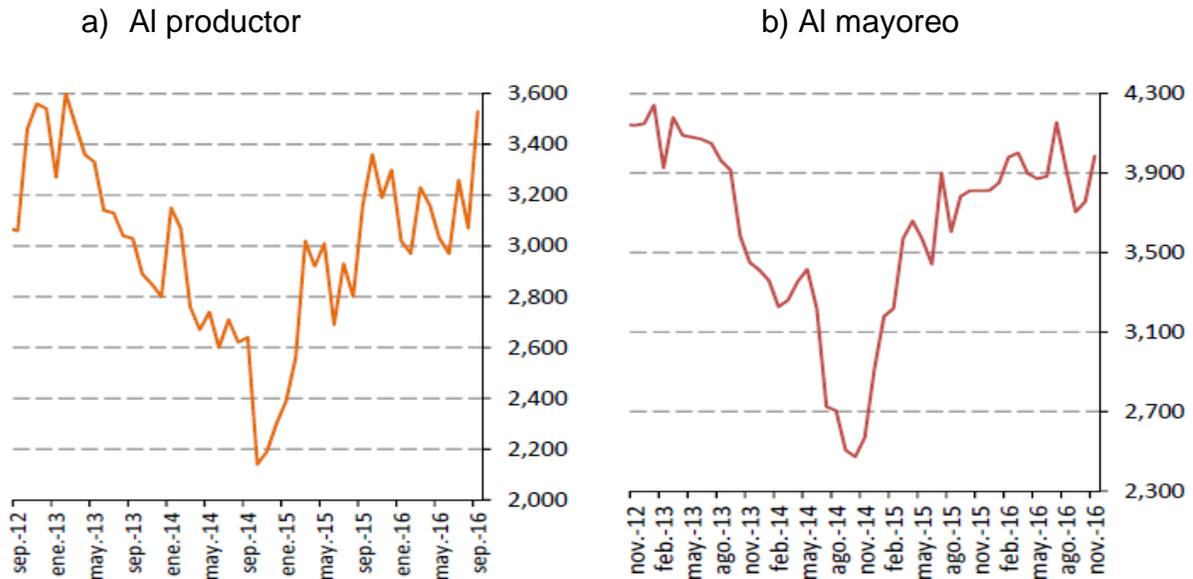
Fuente: SIAP, SÁGARPA, 2017. Dato estimado

2.13 Precios nacionales

En relación al precio medio al productor, el sorgo presentó un precio promedio en septiembre de 2016 de 3,630.0 pesos por tonelada. Esto significó una variación positiva con respecto al precio vigente en el mismo mes del año anterior de 11.7%. El precio medio al mayoreo en centros de distribución del país presentó una cotización promedio en noviembre de 2016 de 3,986.3 pesos por tonelada. Esto significó un incremento 4.6% con respecto al precio de noviembre del año inmediato anterior.

Durante 2015 y 2017 se observa una tendencia al alza en los precios nacionales del sorgo, que difiere de la tendencia bajista en el precio internacional de referencia. Lo anterior se podría atribuir, entre otros factores, al deslizamiento de la paridad peso-dólar (Gráfica 14).

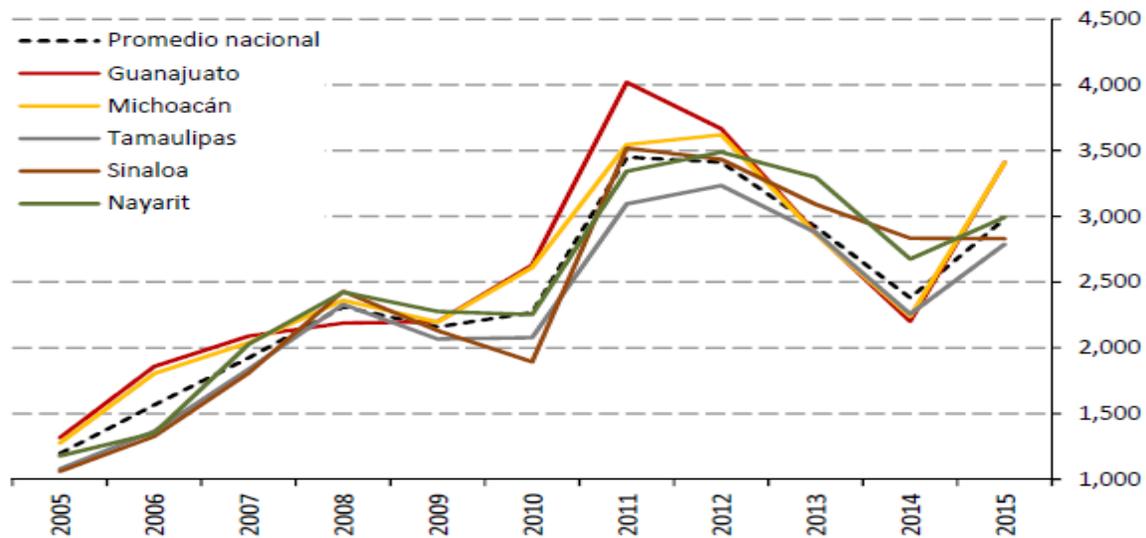
Gráfica 14. Precio promedio de sorgo al productor y al mayoreo México, 2012-2016.
(Pesos por tonelada)



Fuente: SNIIM-Secretaría de Economía, 2017.

El precio medio rural promedio del sorgo en México para el ciclo agrícola 2015 fue de 2,982 pesos por tonelada. Esto representó un aumento de alrededor del 25% en relación precio promedio del año agrícola precedente. Este aumento en el precio representó un cambio de tendencia con respecto a la observada en 2013 y 2014. Las entidades federativas que durante 2015 presentaron el mayor incremento en el precio medio rural del sorgo fueron Guanajuato, con un 55 por ciento; y Michoacán, con un 52%. Entre los factores que contribuyeron al alza en el precio medio rural durante 2015 destaca la reducción en la producción nacional como consecuencia de las afectaciones del pulgón amarillo en algunas regiones productoras (Gráfica 15).

Gráfica 15. Precio medio rural del sorgo en México, 2005-2015.
(Pesos por tonelada)



Fuente: SIAP-SAGARPA.

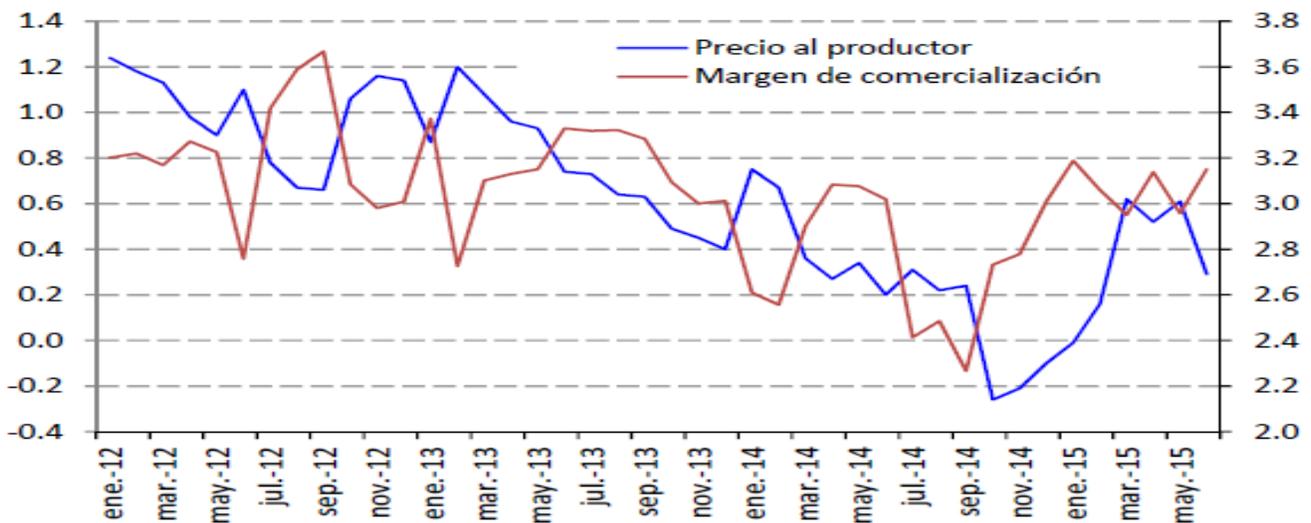
En términos del precio medio rural, se muestra un crecimiento importante en los precios entre los años 2009 y 2011. El mayor incremento en los precios ocurrió entre 2010 y 2011, con un 52.0 por ciento a nivel nacional. El aumento de este periodo se puede deber a la disminución del mismo periodo en la producción nacional.

Si se observa la tendencia del precio medio rural por principales entidades productoras no existe mucha diferencia. Se observa una misma tendencia en el periodo de 10 años considerado. Así, no hay diferencias regionales en los precios a nivel agregado anual.

Desde 2011 se observa una caída en el precio medio rural. La caída en los precios puede estar vinculada con el incremento en la producción del maíz. Dado lo observado en los precios promedio mensuales, se puede esperar un incremento en los precios medios para el año 2015, en especial dadas las condiciones de incertidumbre en la producción nacional debido a la sostenida demanda internacional.

Gráfica 16. Precios de sorgo grano al productor y margen de comercialización, 2012-2015.

(Miles de pesos por tonelada)



Fuente: SAGARPA/SIAP/ASERCA Y SE/SNIIM

Los precios al productor reflejan una tendencia decreciente, con altibajos desde enero de 2012 hasta octubre de 2014, donde alcanzó el nivel mínimo observado, con 2,140 pesos por tonelada. A partir de entonces, inició una serie de aumentos hasta marzo de 2015 cuando se estabilizó registrando valores cercanos a 3 mil pesos por tonelada. Sin embargo, en junio se observó una disminución con lo cual se llegó a un nivel cercano al observado el año previo. Este comportamiento sugiere una serie de ajustes en los precios por el aumento en la producción del año 2014 (Gráfica 16).

CAPITULO III. MARCO TEORICO

3.1 Teoría de la demanda

La demanda es la cantidad de bienes y/o servicios que los compradores o consumidores están dispuestos a adquirir para satisfacer sus necesidades o deseos quienes, además, tienen la capacidad de pago para realizar la transacción a un precio determinado y en un lugar establecido.

Factores determinantes de la demanda

Los factores que determinan la demanda son los siguientes:

1. El precio del bien en cuestión.
2. Los precios de bienes que están relacionados, en el consumo; ya sean, productos complementarios o sustitutos.
3. El ingreso y la riqueza
4. Las preferencias
5. La población de consumidores
6. Las expectativas

Al definir la demanda, expresamos que está en función directa con el precio y que los demás determinantes se consideran dados e invariables durante un periodo. Esta condición es conocida como la condición “ceteris paribus”, esta condición nos expresa que los gustos y preferencias, el ingreso y el precio de otros bienes relacionados, permanecen invariables en el caso de la demanda individual y tratándose de la demanda de mercado, la población también se encuentra bajo esta condición (Parkin y Loría, 2015).

Existe una relación entre el precio de mercado de un bien y la cantidad demandada de ese bien. Esta relación entre el precio y la cantidad comprada se denomina curva de demanda. La curva de demanda tiene pendiente negativa y va del cuadrante noroeste al sureste. Esta importante propiedad recibe el nombre de ley de la demanda decreciente, que especifica que cuando sube el precio de un bien, los compradores tienden a comprar menos (Nicholson, 2015).

La Teoría Económica que se toma como base para la “Estimación de un modelo de demanda de sorgo en México”, es la teoría de la demanda, porque permite describir el comportamiento de la demanda de sorgo en el periodo 1990-2017 acorde a las tendencias de consumo, necesidades y expectativas del consumidor.

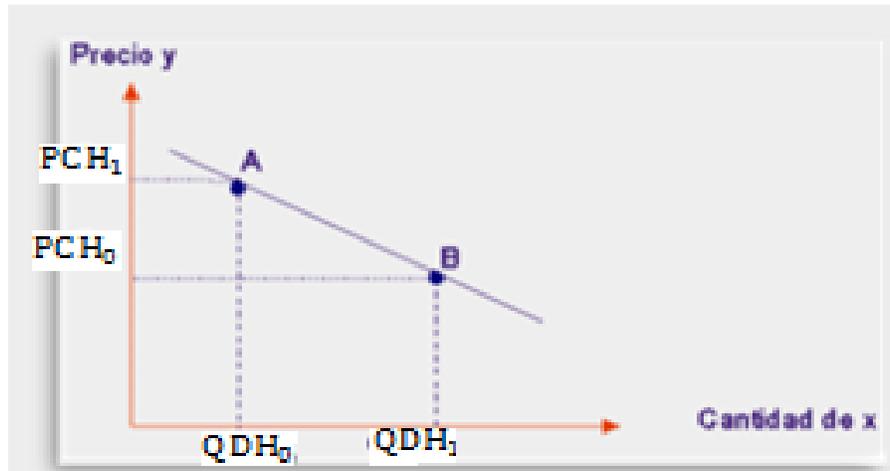
Según Stuart (1996), demanda es el deseo de un bien, que va acompañado de la capacidad y determinación para su adquisición, pero no solamente es querer el bien o producto, sino, que debe estar la predisposición del consumidor para adquirir el bien.

La ley de la demanda dice: Si cambia el precio del bien de interés, ceteris paribus, y las demás variables permanecen constantes, la cantidad de demanda del bien variará de manera inversa; así, si el precio aumenta, la cantidad demandada disminuye y viceversa.

Esta relación funcional, o la función de la demanda, podría escribirse de la siguiente manera (Bassols, 2005): $Q = f(\text{Precio})$

Esta relación se conoce como demanda, que se entiende como, las cantidades máximas que están dispuestos y que pueden comprar los consumidores a diferentes precios.

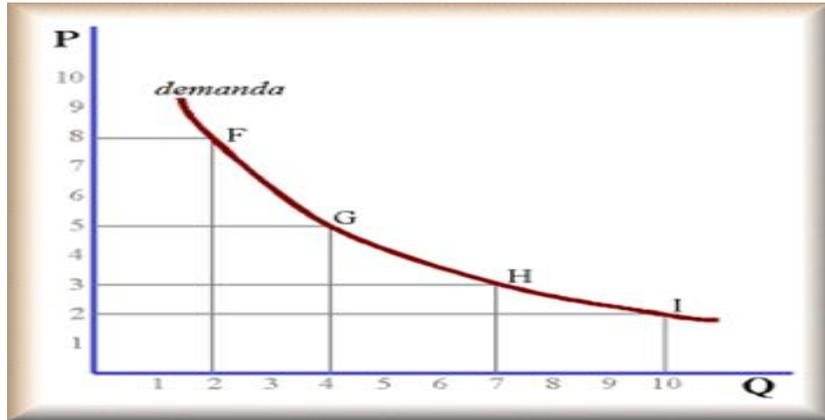
Figura 3. Curva de demanda



En la teoría de la demanda cuando cambia el precio del bien, cambia la cantidad demandada y no la demanda; pues si los demás factores de los que depende la demanda del bien permanecen constantes, al cambiar el precio habrá un movimiento sobre la curva de demanda. Pero no una variación en toda la curva (Figura 3).

Lo anterior significa que, los factores distintos al precio del bien son los que determinan la posición y forma de la curva de demanda, por lo que, una variación en el precio de otros bienes, en el ingreso, en las expectativas o en los gustos del consumidor desplazarán toda la curva de demanda.

Figura 4. Precio y cantidad



Las diferentes combinaciones de precio y cantidad se representan en una tabla de demanda con las diferentes cantidades del bien que un consumidor puede y está dispuesto a adquirir en un periodo a distintos precios, considerando otros determinantes de la demanda; con esta información se elabora la gráfica de la curva de la demanda respectiva (Figura 4).

Dada la ley de la demanda enunciada, la relación entre precio y cantidad demandada es inversa; esto es, a mayor precio, menor cantidad y viceversa, por lo que la curva de demanda suele tener pendiente negativa.

Es importante enfatizar que las decisiones económicas se toman con base en los precios relativos del bien en cuestión. Un precio relativo es el precio del bien en cuestión expresado en términos del precio de otro bien, es decir, la cantidad demandada disminuye, por lo tanto, si se modifica el precio del bien en cuestión, variará el precio relativo del bien x , aunque en términos absolutos x no se modifica. Lo anterior explica porque al cambiar el precio de un sustituto del bien en cuestión se abarata, en términos relativos, y su demanda aumenta o disminuye si él bien en cuestión, se encarece con relación a otro bien (Mankiw, 2004).

Si hay un cambio en el precio del bien en cuestión, esto implica un cambio en la cantidad demandada y, por tanto, un movimiento sobre la curva de demanda, siempre que los otros determinantes de la demanda no se modifiquen.

Por lo contrario, si se modifica cualquier determinante distinto al precio del bien de interés se presenta un cambio. Esto se debe a que, al modificarse el ingreso, el precio de otros bienes, las expectativas o los gustos del consumidor, éste podrá y estará dispuesto a adquirir al mismo precio distintas cantidades de dicho bien.

Otros factores determinantes de la demanda de bien de interés, es el ingreso del consumidor, por lo que es importante observar que sucede con la demanda al cambiar el ingreso del consumidor, sin poner atención en el grado de respuesta, sino solo en la dirección de la misma; así, la relación entre el ingreso del consumidor y la demanda de un bien puede catalogarse en tres clases; normales, inferiores e independientes.

Al aumentar el ingreso per cápita del consumidor y los demás factores permanecen constantes, el consumidor adquiere mayores cantidades del bien. Esto significa que la demanda varía en la misma dirección que el ingreso.

Por lo tanto, al aumentar el ingreso y mantener todo lo demás constante, la demanda del normal aumenta, es decir, se desplaza a la derecha; de manera similar, una disminución en el ingreso trae como consecuencia que la demanda disminuya.

3.2 Elasticidad de la demanda

Los tipos de elasticidades de demanda más estudiadas son la elasticidad precio propia, las cruzadas o de bienes relacionados y la elasticidad ingreso ya que, dependiendo de los valores que tomen estas, es posible identificar ciertas características de los bienes que son relevantes para la toma de decisiones económicas (Tomek y Robinson, 2003; García *et al.* 2003).

En economía, la elasticidad es la relación entre el cambio porcentual de la demanda y el cambio porcentual en las variables de influencia tomando en cuenta que existen factores que afectan la elasticidad:

- a) **Los productos sustitutos:** Cuanto más y mejores sean los sustitutos, probablemente será mayor la elasticidad-precio de la demanda del sorgo.
- b) **El número de aplicaciones o usos que tenga el bien:** Cuanto mayor sea el número de usos que tenga mayor será su elasticidad-precio.
- c) **Gastos en el artículo:** Cuanto mayor sea el porcentaje del ingreso que se invierta en la adquisición del sorgo, mayor será su elasticidad.
- d) **Nivel de precios:** Si el precio vigente del sorgo se ubica hacia el extremo superior de la curva de demanda, la demanda será probablemente más elástica que si se encontrara hacia el extremo inferior.

Se define el concepto de elasticidad de la demanda, cuando se presenta un aumento en los precios del bien y los precios de los productos relacionados, los consumidores reaccionan disminuyendo la cantidad comprada. Si por el contrario se da una disminución en los precios de los bienes relacionados, entonces los demandantes reaccionan aumentando el consumo.

La elasticidad precio de la demanda pretende medir la proporción en que varía la cantidad demandada ante una variación proporcional en el precio, es decir:

$$E = \frac{\text{variación porcentual de la demanda del bien de interés}}{\text{variación porcentual de las variables explicativas}}$$

Según el valor de la elasticidad (e) se tiene que:

- a. (e) > 1: Elasticidad mayor que uno, esto es, que la cantidad demandada del bien de interés varía proporcionalmente más que los precios del bien y de los precios de los productos relacionados y otras variables explicativas.
- b. (e) = 1: Elasticidad unitaria, esto es, que la cantidad demandada del bien de interés varía proporcionalmente en la misma cuantía que los precios del bien y de los precios de los productos relacionados y otras variables explicativas.
- c. (e) < 1: Elasticidad menor que uno en valor absoluto, es Inelástica, esto es, que la cantidad demandada del bien de interés presenta variaciones proporcionalmente más pequeñas que los precios del bien y de los precios de los productos relacionados y otras variables explicativas.

La microeconomía permite explicar por medio de los temas mencionados como se relaciona la demanda, el precio del sorgo, el ingreso del consumidor, el precio de los complementarios y la población, pues son factores que no pueden considerarse por separado porque los resultados de unos aspectos influyen sobre los otros.

3.3 Modelo estadístico

3.3.1 Modelo de regresión lineal

El modelo de la demanda de sorgo en México que se pretende estimar tiene la siguiente relación funcional:

$$QDS = \beta_0 + \beta_1 Ps + \beta_2 Pm + \beta_3 Pt + \beta_4 Psy + \beta_5 Pib + \beta_6 Pbc + \beta_7 Bl + \beta_8 Pac + \beta_9 Pah + e$$

Donde:

Ps = precio real del sorgo

Pm = precio real del maíz

Pt= precio real del trigo

Psy = precio real de la soya

Pib = producto interno bruto (aproximación del ingreso)

Pbc = población de bovino leche

Pbl = población de porcinos

Pac = población de aves de corral

Pah = población de aves huevo

e = error

Los modelos matemáticos nos dan una relación de causa-efecto y por medio de estas se representan los diversos fenómenos en la naturaleza, por ejemplo, la relación de los datos de peso corporal y las medidas zoo métricas. Los modelos matemáticos se convierten en modelos estadísticos cuando incorporan el error. En este trabajo se utilizó el modelo de regresión lineal múltiple. Sin embargo, para comprender este modelo partimos del modelo de regresión lineal simple.

Para poder utilizar se necesitan dos objetivos fundamentales para el análisis de regresión, que son, determinar si dichas variables están asociadas y en qué sentido ocurre esa asociación (si los valores de una de las variables tienden a aumentar o disminuir al aumentar los valores de la otra); y por otro, estudiar si los valores de una variable pueden ser utilizados para predecir el valor de la otra.

Para dar solución a la metodología de la regresión lineal simple es el de encontrar una recta que ajuste al conjunto de observaciones, y que pueda ser utilizada para predecir los valores de Y a partir de los de X . La ecuación general de la recta de regresión será entonces de la forma: $Y = b_0 + b_1X$. Para encontrar a la recta que mejor ajuste a los datos, se ha recurrido al método de mínimos cuadrados, que elige como recta de regresión a aquella que minimiza las distancias verticales de las observaciones a la recta.

3.3.2. Modelo de regresión múltiple

El modelo de regresión simple se complica cuando los valores de la variable dependiente (Y) depende de los valores de más de una variable independiente (X), por lo que el modelo se transforma en un modelo de regresión múltiple. El modelo de regresión lineal múltiple es una generalización del modelo de regresión lineal simple, en el que relacionamos la variable que queremos explicar, Y , con las k variables explicativas X_1, X_2, \dots, X_k . Lo encontraremos a partir de los valores (x_i, y_i) que toman estas variables sobre los elementos de una muestra y mediante la expresión siguiente:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + e$$

En donde el valor de y dependen del comportamiento de las variables explicativas x , y la respuesta de y ante los impactos de las variables x , están determinados por los valores de los coeficientes b de cada una de las variables independientes x .

En el trabajo se realizará pruebas para encontrar los mejores niveles de respuesta de y evaluada en términos del valor estadístico de la R y las pruebas de t y de la F , entre otros indicadores estadísticos (Wooldridge, 2010).

Se pueden obtener estimadores de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) de los parámetros de la Ecuación anterior minimizando la suma de los cuadrados de los residuos:

$$\sum e_i^2 = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \sum (Y_i - \hat{b}_0 - \hat{b}_1 X_{1i} - \hat{b}_2 X_{2i})^2$$

Esto da lugar a las siguientes tres ecuaciones normales:

$$\begin{aligned} \sum Y_i &= n\hat{b}_0 + \hat{b}_1 \sum X_{1i} + \hat{b}_2 \sum X_{2i} \\ \sum X_{1i}Y_i &= \hat{b}_0 \sum X_{1i} + \hat{b}_1 \sum X_{1i}^2 + \hat{b}_2 \sum X_{1i}X_{2i} \\ \sum X_{2i}Y_i &= \hat{b}_0 \sum X_{2i} + \hat{b}_1 \sum X_{1i}X_{2i} + \hat{b}_2 \sum X_{2i}^2 \end{aligned}$$

Que, (cuando se expresan en forma de desviaciones), se pueden resolver simultáneamente para \hat{b}_1 y \hat{b}_2 , dando lugar a:

$$\hat{b}_1 = \frac{(\sum x_1 y)(\sum x_2^2) - (\sum x_2 y)(\sum x_1 x_2)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2} \quad \hat{b}_2 = \frac{(\sum x_2 y)(\sum x_1^2) - (\sum x_1 y)(\sum x_1 x_2)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2}$$

Entonces,

$$\hat{b}_0 = \bar{Y} - \hat{b}_1 \bar{X}_1 - \hat{b}_2 \bar{X}_2$$

El estimador \hat{b}_1 mide la variación de Y por cada variación unitaria de X_1 , manteniendo X_2 constante. \hat{b}_2 Se define de manera análoga. Los estimadores \hat{b}_1 y \hat{b}_2 se denominan coeficientes de regresión parcial. \hat{b}_0 , \hat{b}_1 y \hat{b}_2 son estimadores insesgados, lineales y óptimos (Spiegel, 2009).

3.3.3. Coeficiente de determinación múltiple

El coeficiente de determinación múltiple, R^2 , se define como la proporción de la variación total de Y (explicada) por la regresión múltiple de Y sobre X_1 y X_2 se puede calcular mediante la fórmula:

$$R^2 = \frac{\sum \hat{y}_i^2}{\sum y_i^2} = 1 - \frac{\sum e_i^2}{\sum y_i^2} = \frac{\hat{b}_1 \sum yx_1 + \hat{b}_2 \sum yx_2}{\sum y^2}$$

Puesto que la inclusión de las variables independientes o explicativas adicionales elevará probablemente la $SE = \sum \hat{y}_i^2$, para la misma $ST = \sum y_i^2$, R^2 aumenta. Para poder tener en cuenta la reducción de los grados de libertad a medida que se van añadiendo variables independientes o explicativas adicionales, se calcula el R^2 ajustado, o \bar{R}^2 :

$$\bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n - 1}{n - k}$$

Donde n es el número de observaciones y k es el número de parámetros estimados.4.4

3.3.4. Coeficientes de correlación parcial

El coeficiente de correlación parcial mide la correlación neta entre la variable dependiente y una variable independiente tras excluir la influencia común (es decir, manteniendo constantes las demás variables independientes del modelo). Por ejemplo $r_{YX_1.X_2}$ es la correlación parcial entre Y y X_1 tras eliminar la influencia de X_2 tanto de Y como de X_1 .

$$r_{YX_1.X_2} = \frac{r_{YX_1} - r_{YX_2} r_{X_1X_2}}{\sqrt{1 - r_{X_1X_2}^2} \sqrt{1 - r_{YX_2}^2}}$$

$$r_{YX_2.X_1} = \frac{r_{YX_2} - r_{YX_1} r_{X_1X_2}}{\sqrt{1 - r_{X_1X_2}^2} \sqrt{1 - r_{YX_1}^2}}$$

Donde r_{YX_1} = coeficiente de correlación simple entre Y y X_1 y r_{YX_2} y $r_{X_1X_2}$ se definen de forma análoga. Los coeficientes de correlación parcial toman valores entre -1 y +1 (al igual que los coeficientes de correlación simple), tienen el mismo signo que el parámetro estimado correspondiente y se utilizan para determinar la importancia relativa de las distintas variables explicativas en una regresión múltiple.

CAPITULO IV. RESULTADOS

El modelo de regresión fue corrido con el Software SPSS V. 22 (Quezada, 2017). En el que se consideró una aproximación empírica de la demanda de sorgo en canal en México de acuerdo a las variables consideradas en las hipótesis de la investigación. Con lo que se procedió a analizar los resultados obtenidos del modelo econométrico estimado. El análisis del modelo y de sus resultados se efectuó tanto desde el punto de vista estadístico, así como de su congruencia con la teoría económica.

La evaluación económica de los resultados se lleva a cabo al considerar tanto los signos como la magnitud de los parámetros estimados. En el primer caso, los signos de la ecuación estimada deben concordar con los fundamentos de la teoría económica, y en el segundo caso, la magnitud de los parámetros se complementa con el cálculo de los coeficientes de las respectivas elasticidades, cuyo orden de magnitud también debe de estar acorde con lo indicado en la teoría económica.

4.1 Análisis estadístico de los resultados

Los resultados estadísticos obtenidos a partir del modelo de demanda estimado en su forma lineal se presentan a continuación: El coeficiente de determinación (R^2 ajustado) en la ecuación de demanda de carne de porcino en canal, resultó con una bondad de ajuste (0.77), lo que resultó aceptable (Cuadro 2). El modelo propuesto explica un 77% la variación total de Y.

Cuadro 2. Estadísticas de la regresión del modelo de demanda sorgo en México

Estadísticas de la regresión	Significancia
Coeficiente de correlación múltiple	0.88
Coeficiente de determinación R ²	0.77

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del modelo

Cuadro 3. ANOVA

Concepto	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	9	1.63965E+13	1.82183E+12	2.59	0.11
Residuos	7	4.91472E+12	7.02103E+11		
Total	16	2.13112E+13			

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del modelo.

El análisis de variación (Cuadro 3) para la prueba global del modelo que da el valor de F este fue significativo con $p \leq 0.11$, que muestra una validez de regular aceptación del modelo, en donde la demanda de sorgo es una función de los precios de venta al productor del sorgo, del maíz, del trigo, de la soya, del ingreso nacional, así como las poblaciones del ganado bovino de carne y de leche, y de la población de las aves de corral y de huevo, respectivamente.

4.2 Análisis económico de los resultados

Este análisis consiste en determinar si los coeficientes estimados para cada una de las variables económicas coinciden con lo esperado por la teoría económica.

En el caso del modelo de la demanda de sorgo en México, los signos esperados de la ecuación de regresión coinciden con lo esperado por la teoría económica, es decir, son consistentes a nivel de signo de acuerdo a la teoría económica; esto es válido para los precios del sorgo y los productos complementarios, por el ingreso y la población ganadera bovina y de aves (Cuadro 4).

Cuadro 4. Coeficientes del modelo

Variable	Coeficientes
Intercepción	-1141050.28
Ps = precio real del sorgo	-737.87
Pm = precio real del maíz	-525.49
Pt= precio real del trigo	894.85
Psy = precio real de la soya	-603.88
Pib = producto interno bruto (aproximación del ingreso)	3.63
Pbc = población de bovino carne	7.56
Pbl = población de bovinos leche	0.70
Pac = población de aves de corral	0.02
Pah = población de aves de huevo	0.13

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del modelo.

De acuerdo con estos resultados, la demanda de sorgo en México es una función de precio real del sorgo, del precio real del maíz, del precio real de la soya, del ingreso nacional, de la población bovina de carne y de leche y de la población de las aves de corral y de huevo para plata. Las cuales, de acuerdo a las hipótesis establecidas, es de esperarse que la demanda de sorgo, en función de los precios del sorgo, del maíz y de la soya tienen una respuesta inversa o negativa al precio del mismo y al precio de los productos complementarios, mientras que la demanda de sorgo tiene una respuesta

Positiva o directa, con el nivel de ingreso y con las poblaciones de las aves de corral y de huevo para plato. Cabe señalar que el coeficiente del trigo tuvo una respuesta directa, contrario a lo esperado, como producto complementario.

El modelo estadístico estimado fue el siguiente:

$$DS = -1141050.28 - 737.87 Ps - 525.49Pm + 894.85Pt - 603.88Psy \\ + 3.63Pib + 7.56Pbc + 0.70Pbl + 0.02Pac + 0.13Pah$$

La magnitud de los coeficientes del modelo de la demanda de sorgo están dadas por los coeficientes de las variables precios del sorgo, del maíz, de la soya, del ingreso, y de las poblaciones de bovinos de carne y leche y las poblaciones de las aves de corral y de huevo para plato.

La respuesta de la demanda de carne de porcino ante un aumento unitario en el precio del sorgo ocasiona una disminución de la demanda de sorgo de carne de porcino de 738. El aumento unitario en el crecimiento del ingreso nacional provoca un incremento en la demanda de sorgo de 3.63. Mientras que un aumento unitario en el precio del maíz ocasiona una disminución de la demanda de sorgo de 525.5. Por otro lado, ante un aumento unitario en la población de ganado bovino carne ocasiona un aumento en la demanda de sorgo de 7.56, asimismo un incremento unitario en la población de aves de corral provoca un aumento en la demanda de sorgo de 0.2, respectivamente.

4.3 Análisis del cálculo de elasticidades

El concepto de elasticidad precio de la demanda de sorgo se define como el cambio porcentual de la cantidad demandada ante un cambio porcentual del precio real del sorgo. Elasticidad directa del precio de la demanda de sorgo, la expresamos como sigue:

$$E_{Ps} = \frac{\Delta\%DS}{\Delta\%Ps} = \frac{\Delta DS}{\Delta Ps} * \frac{Ps}{DS}$$

Elasticidad de la demanda de sorgo con respecto a precio real del maíz:

$$E_{Pm} = \frac{\Delta\%DS}{\Delta\%Pm} = \frac{\Delta DS}{\Delta Pm} * \frac{Pm}{DS}$$

Elasticidad de la demanda de sorgo con respecto a precio real del trigo:

$$E_{Psy} = \frac{\Delta\%DS}{\Delta\%Pt} = \frac{\Delta DS}{\Delta Pt} * \frac{Pt}{DS}$$

Elasticidad de la demanda de sorgo con respecto a precio real de la soya:

$$E_{Psy} = \frac{\Delta\%DS}{\Delta\%Psy} = \frac{\Delta DS}{\Delta Psy} * \frac{Psy}{DS}$$

Elasticidad de la demanda de sorgo con respecto al Producto Interno Bruto:

$$E_{Pib} = \frac{\Delta\%DS}{\Delta\%Pib} = \frac{\Delta DS}{\Delta Pib} * \frac{Pib}{DS}$$

Elasticidad de la demanda de sorgo con respecto a la población de bovinos carne:

$$E_{Pbc} = \frac{\Delta\%DS}{\Delta\%Pbc} = \frac{\Delta DS}{\Delta Pbc} * \frac{Pbc}{DS}$$

Elasticidad de la demanda de sorgo con respecto a la población de bovinos leche:

$$E_{Pbl} = \frac{\Delta\%DS}{\Delta\%Pbl} = \frac{\Delta DS}{\Delta Pbl} * \frac{Pbl}{DS}$$

Elasticidad de la demanda de sorgo con respecto a la población de aves de corral:

$$E_{Pac} = \frac{\Delta\%DS}{\Delta\%Pac} = \frac{\Delta DS}{\Delta Pac} * \frac{Pac}{DS}$$

Elasticidad de la demanda de sorgo con respecto a la población de aves de huevo para plato:

$$E_{Pah} = \frac{\Delta\%DS}{\Delta\%Pah} = \frac{\Delta DS}{\Delta Pah} * \frac{Pah}{DS}$$

Adicionalmente, para realizar los cálculos descritos, se utilizaron los datos promedios (Cuadro 5) de las variables del modelo en el periodo señalado.

**Cuadro 5. Valor Promedio Utilizado en el Cálculo de las Elasticidades durante el Periodo
2000 - 2016**

Variable	Valor Promedio
Psi = precio real del sorgo	2,608
Pm = precio real del maíz	4,205
Pt= precio real del trigo	3,512
Psi = precio real de la soya	5,160
Piba = producto interno bruto (aprox. del ingreso)	451,836
Pl. = población de bovino carne	2,307,694
PC = población de bovinos leche	15,652,144
Paca = población de aves de corral	308,464,528
Pan = población de aves de huevo (miles de cabo.)	176,244,845
Ds= demanda de sorgo(CNA)	9,328,674

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del modelo.

Al efectuar los cálculos respectivos, los resultados de las elasticidades se presentan en el Cuadro 6:

Cuadro 6. Cálculo de elasticidades de la demanda de sorgo 2000-2016

Variable	Magnitud de elasticidad
Psi = precio real del sorgo	-0.2
Pm = precio real del maíz	-0.2
Pt= precio real del trigo	0.3
Psi = precio real de la soya	-0.3
Piba = producto interno bruto (aprox. del ingreso)	0.2
Pl. = población de bovino carne	1.9
PC = población de bovinos leche	1.2
Paca = población de aves de corral	0.8
Pan = población de aves de huevo	2.4

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del modelo.

Lo que significa que ante un cambio porcentual en el precio real del sorgo durante el periodo 2000 a 2016, la demanda de sorgo disminuyó en 0.20 por ciento; un cambio porcentual en el precio real del maíz en este mismo periodo, demanda de sorgo disminuyó 0.20 por ciento; un cambio porcentual en el precio real del trigo durante el mismo lapso, la demanda de sorgo aumento en 0.30 por ciento; un cambio porcentual en el precio real de la soya durante este mismo tiempo la demanda de sorgo cayó 0.30 por ciento; un incremento porcentual en el ingreso real del Producto Interno Bruto, la demanda de sorgo aumentó 0.20 por ciento; un cambio porcentual en el la población de bovinos carne provoca un aumento de la demanda de sorgo de 1.9 por ciento; un cambio porcentual en la población de bovinos leche incentiva un incremento de la demanda de sorgo de 1.2 por ciento; un aumento porcentual en la población de aves de corral ocasiona provoca un incremento de la demanda de sorgo de 0.8 por ciento; un aumento porcentual en el la población de aves de huevo para plato ocasiona un incremento de la demanda de sorgo de 2.4 por ciento.

De acuerdo a las elasticidades obtenidas, observamos que la demanda de sorgo es inelástica con respecto a los precios de los granos, debido a que sus valores se ubicaron por debajo de 1. Un aspecto que hay que mencionar, es el caso de la elasticidad de la demanda de sorgo con respecto al trigo, ya que se esperaba que su comportamiento fuera similar al de los otros granos, es decir que fuera un producto complementario y no un producto sustituto de sorgo, sobretodo en el proceso de la elaboración de alimentos balanceados.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De acuerdo con los resultados del modelo de regresión lineal de la demanda de sorgo en México, y el cálculo de las elasticidades precios de la demanda, y de las otras variables explicativas, se obtienen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- a) El modelo de regresión lineal de la demanda de sorgo en México está explicado en un 77% por las variables explicativas, tales como el precio del sorgo, precio del maíz, precio del trigo, precio de la soya, Producto Interno Bruto (PIB).
- b) Las hipótesis de investigación se confirmaron; respuesta negativa o inversa de la demanda con respecto los precios del sorgo, precios del maíz y precios de la soya; respuesta positiva con relación al PIB.
- c) Las elasticidad del precio del sorgo, precio del maíz y precios fueron inelásticas, pero negativas; confirmándose la complementariedad del maíz, trigo y la soya con respecto a la demanda del sorgo.
- d) En el caso del trigo, la hipótesis planteada sugería que este cereal se comportara como un producto complementario a la demanda de sorgo; sin embargo, al tener un signo positivo en su respuesta, significa que es un producto sustituto.

5.2 Recomendaciones

No obstante, a los resultados del modelo econométrico lineal de la demanda para México, sus respuestas fueron de acuerdo a lo esperado por la teoría económica, ya que se cumplieron las hipótesis respectivas. Sin embargo, adolece de problemas de especificación, ya que existen variables que no se incluyeron; además será necesario seguir trabajando con otros modelos, como los no lineales o los de rezagos distribuidos; y con ello ratificar o rectificar las respuestas de algunas variables no muy precisas, como es el caso del precio del trigo. También es necesario investigar el problema de la endogeneidad de las variables explicativas y explicadas, ya que algunas de ellas se determinan de manera recíproca, por lo que será necesario trabajar con la elaboración de modelos econométricos de ecuaciones simultáneas, lo que permitirá entender no sólo a la demanda de sorgo, sino también a la oferta, y por lo tanto conocer el comportamiento del mercado del sorgo en México.

BIBLIOGRAFÍA

- AGROBIT. 2017. Origen del cultivo de sorgo.
http://www.agrobit.com.ar/Info_tecnica/agricultura/sorgo/AG_000009sg.htm
Consulta 17 de enero 2017.
- FAO. Sistemas de información estadística de FAO. (2014), <http://faostat3.fao.org>
- FAOSTAT. 2012. Disponible en: <http://faostat.fao.org>. Consultado 14 de Octubre de 2017.
- INPC. Índice Nacional de Precios al Consumidor. 2011. Sector agropecuario, 1ra quincena de julio 2011=100.
<http://www.inegi.org.mx/sistemas/IndicePrecios/Cuadro>. Consulta Febrero 2016.
- Mill, John Stuart. 2008. Principios de Economía Política. Fondo de Cultura Económica. México. Pp. 1160
- Mankiw Gregory. 2004. Principios de Economía, Tercera Edición. Mc Graw Hill, Pp.592
- Nicholson, W., Snyder, C. 2015. Teoría Microeconómica Principios básicos y ampliaciones. Decimoprimer edición. Cengage Learning. México, D. F.
- Quezada, L. N. 2017. Estadística con SPSS 24. Primera Edición. Editorial MACRO. Lima, Perú.
- Rebollar, R. S., García, S. J. A., Rodríguez, L. G. 2004. Efecto de la Política Comercial y Cambiaria sobre el Mercado de Sorgo en México. *Comercio Exterior*, 55(5): 394-401. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30238212>
- Rebollar, R. S., Hernández, M. J., González, R. F. J., García, M. A. 2016. Efecto de una política de importaciones sobre el mercado del sorgo (*Sorghum vulgare Pers*) en México. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 38:229-240. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14146082004>.
- SAGARPA. (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2016. <http://www.sagarpa.gob.mx/>

- SIACON. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta, data base 1980-2016. 2016. (27 junio 2018).
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2016. Producción Agrícola. En: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do. Consulta, 18 mar 2018.
- SIAP. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, de la Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación SAGARPA). 2014. México, <http://www.siap.gob.mx>
- SNIIM. (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados) (2018) de la Secretaría de Economía, <http://www.una.org.mx>
- Spiegel, Murray R, Stephens, Larry J. (2009). Estadística. Serie Schaum. 4a. ed. Mc Graw Hill. México.
- USDA Foreign Agricultural Service.
- USDA. Foreign Agricultural Service - Production, Supply and Distribution (PSD) Online Database.
- USDA. Foreign Agricultural Service – 2016 GAIN Report. México, Grain and Feed Update.
- Wooldridge, M. J. 2010. Introducción a la econometría. Un enfoque moderno. Cuarta Edición. Cengage Learning. México, D. F.