



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE SORGO GRANO
EN MÉXICO, PARA EL PERIODO 1995- 2014,
CON LA TÉCNICA DE RETRASOS
DISTRIBUIDOS**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS
AGROPECURIAS Y RECURSOS NATURALES**

PRESENTA:

MARICRUZ CARBAJAL GARCÍA

ÍNDICE

CAPITULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. JUSTIFICACION	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. Especificas.....	4
1.5. REVISION DE LITERATURA	5
CAPITULO II. CARACTERISTICAS DEL SORGO	8
2.1 ORIGEN DEL SORGO	8
2.2 IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL SORGO	8
2.3 TAXONOMÍA	9
2.4 DESCRIPCIÓN DEL GÉNERO	10
2.5 ETAPAS FENOLÓGICAS DEL SORGO	10
2.6 MORFOLOGÍA.....	10
2.7 ECOLOGÍA O EXIGENCIAS DEL CULTIVO.....	11
2.8 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CULTIVO DE SORGO	12
2.9 TIPOS DE SORGOS	13
CAPITULO III. IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE SORGO EN MÉXICO	14
3.1 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE SORGO.....	14
3.2 CONSUMO MUNDIAL DE SORGO GRANO (<i>SORGHUM VULGARE</i>).....	14
3.3 COMERCIO MUNDIAL DE SORGO	15
3.3.1 Importaciones mundiales de sorgo.....	15
3.3.2 Exportaciones mundiales de sorgo grano	16
3.4 PRODUCCIÓN DE SORGO GRANO EN MÉXICO	16
3.4.1. Producción de sorgo grano por entidad federativa	18
3.5 CONSUMO NACIONAL DE SORGO	19
3.6 IMPORTACIONES NACIONALES DE SORGO.....	20
CAPITULO IV. MARCO TEÓRICO	23
CAPITULO VI. CONCLUSIONES.....	49
CAPITULO VII. RECOMENDACIONES.....	51
CAPITULO VIII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	52
CAPITULO IX. ANEXOS.....	56

Lista de cuadros

Cuadro 1. Producción y consumo de sorgo grano 1995-2014	17
Cuadro 2. Importaciones y exportaciones de sorgo en México.....	22
Cuadro 3. Coeficientes de la forma reducida del modelo respecto a la cantidad demandada de sorgo en México, 1995- 2014.....	40
Cuadro 4. Elasticidades de corto y largo plazo para la demanda de sorgo grano en México, 1995- 2014.....	41

Lista de gráficas

Gráfica 1. Principales países productores de sorgo	14
Gráfica 2. Evolución de la producción de sorgo en México 1995-2014	17
Gráfica 3. Principales estados productores de sorgo en México, 2014	19
Gráfica 4. Producción y consumo de sorgo en México 1995-2014	20
Gráfica 5. Importaciones de sorgo en México 1995-2014	21

CAPITULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum vulgare Pers*), es uno de los cereales que más se produce en el mundo, ocupa el cuarto lugar después del trigo, maíz, arroz y cebada. Este cultivo es preferido en áreas semiáridas inapropiadas para el maíz. En México el cultivo de sorgo se presenta como uno de los principales granos básicos y ha desempeñado un papel importante en el desarrollo del sector agropecuario (Molina *et al.*, 2012), es el segundo insumo de importancia pecuaria en México, después del maíz; se cultiva en todo el territorio nacional, excepto en Tlaxcala y Distrito Federal (Rebollar *et al.* 2016), y es considerado el principal ingrediente en la formulación de alimentos balanceados (Financiera Rural, 2015).

Actualmente, la demanda de sorgo se ha incrementado considerablemente, debido al aumento de los precios del maíz, 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.

De acuerdo a la importancia que el sorgo representa en la industria de alimentos balanceados, se analizó el comportamiento de la demanda de sorgo grano en México, a través de un modelo econométrico mediante la técnica de retrasos distribuidos de Nerlove con una serie histórica que abarcó el periodo 1995-2014, tratando de vislumbrar los cambios ocurridos en el comportamiento de este mercado a raíz de la incorporación de México en el TLCAN.

1.2. JUSTIFICACION

El sorgo es 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. Así, la demanda de sorgo grano para 2016 fue de 12.6 millones de toneladas (Mt), de las cuales 2.5 Mt fueron importaciones principalmente de Estados Unidos, y el resto fue la producción nacional. Dicha producción, se concentra en los estados de Tamaulipas, Guanajuato, Sinaloa, Michoacán y Nayarit, con poco más del 80 % nacional (Financiera Rural, 2015; SIAP, 2015).

Los factores principales que afectan la demanda de sorgo son el precio, el ingreso, la disponibilidad de bienes sustitutos, los gustos del consumidor, etc. Para conocer estos factores existen métodos que permiten observar el comportamiento de la demanda a lo largo del tiempo. Para este trabajo se analizó la demanda de sorgo grano en el país, en el periodo 1995-2014, para identificar sus principales determinantes y dar respuesta a los factores que manifiestan dicha demanda. Los indicadores que aquí se registren permitirán establecer estrategias de política económica que fomenten la producción nacional de sorgo grano, al tomar en cuenta el sesgo que existe en la demanda, y que debe cumplirse con importaciones de mercados extranjeros, permitiendo a los productores nacionales satisfacer la demanda del grano.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. General

Estimar, un modelo econométrico lineal multi-variable que explique la demanda de sorgo grano en México, periodo 1995-2014, mediante la técnica de retrasos o rezagos distribuidos, que permita estimar las condiciones que prevalecen en la demanda y explicaciones que de ello se deriven.

1.3.2. Específicos

- Determinar las variables que explican la demanda de sorgo grano en México.
- Especificar el modelo de demanda lineal para el sorgo grano en México.
- Calcular e interpretar resultados de elasticidades tanto de corto como de largo plazo, para cada una de las variables del modelo.
- Calcular e interpretar la velocidad o grado de ajuste entre el consumo real y el consumo deseado del sorgo grano.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. General

La demanda de sorgo grano en México, tiene relación inversa con su precio, positiva con el precio del maíz y del trigo, negativa con el precio de la soya, directa con el ingreso, urbanización, bovinos leche y carne, cerdos, aves carne y huevo.

1.4.2. Especificas

1. La demanda de sorgo, está influenciada por el precio al consumidor de este grano.
2. Existe una respuesta inelástica de la cantidad demandada de sorgo al precio de este grano.
3. El sorgo se comporta como un bien inferior e inelástico al ingreso
4. La demanda de sorgo grano en México, responde, de forma elástica a la población en bovinos carne y leche, cerdos, aves carne y huevo.
5. El grado de ajuste entre el consumo real y el consumo deseado de sorgo grano en México, es cercano a uno.

1.5. REVISION DE LITERATURA

El sorgo es un cultivo que ha tomado gran importancia en los últimos años, por la versatilidad que presenta para ser utilizado en distintos sectores económicos. Con la finalidad de obtener referencias en cuanto al estudio de la demanda de sorgo grano en México y algún soporte en los resultados que pueden presentarse en la investigación, se analizan otras investigaciones. Sin embargo sólo ha sido sometido a estudios relacionados con el mejoramiento en la calidad y en la producción.

Por esto, se consideran trabajos relacionados con otros productos agrícolas que han utilizado metodologías similares con modelos econométricos multivariantes.

Benítez, (2010), analizó las principales determinantes de la oferta y demanda de carne bovina en canal en México, considerando los precios de importación de carne, donde obtuvo que la elasticidad precio de la oferta fue inelástica en 0.124 y de la elasticidad precio de la demanda fue elástica en -1.66 lo que indica que a medida que el precio de importación disminuye, se reduce la oferta de nacional y aumenta la demanda.

Pérez y García *et al.* (2010), representaron el funcionamiento del mercado de carne de porcino, considerando el precio de importación y los principales granos utilizados en la dieta de porcinos, los resultados encontrados indicaron que existe una respuesta inelástica de acuerdo al precio de importación del producto, ocasionando una reducción de las importaciones.

Reyes *et al.* (2010) realizó un análisis sobre la demanda de gasolinas del sector automotor en México de 1960-2008. Las estimaciones de las elasticidades de largo y corto plazos del precio y del ingreso fueron: -0.285, -0.041, 1.004 y 0.721, lo que implica que la demanda de gasolina es sensible a la trayectoria del ingreso e inelástica a los precios. Concluyendo que un crecimiento económico continuo, sin una adecuada política de precios, generara un aumento en el consumo de gasolinas.

Guzmán *et al.* (2011a) estimaron un modelo econométrico de regresión lineal, sustentado en el modelo de rezagos distribuidos y auto regresivo de Nerlove para determinar el consumo de energía eléctrica en el sector doméstico, los resultados de la elasticidad precio en el corto y largo plazo fue de -0.6943 y -2.2616 que corresponden a un servicio inelástico y elástico. La elasticidad ingreso de la

demanda en el corto y largo plazo fue de 0.4320 (servicio normal necesario) y 1.4073 (servicio normal de lujo).

Guzmán *et al.* (2011b). Determinaron el efecto de los cambios en el precio de los insumos y de los principales factores que explican la oferta de maíz grano en Guanajuato, donde estimaron un modelo econométrico compuesto por dos ecuaciones de oferta, tres de transmisión de los precios y una identidad para el periodo de 1980 a 2009. Los resultados indican que la oferta de maíz grano en el estado responde inelásticamente ante cambios en el precio medio rural del maíz producido bajo riego y de manera elástica si los cambios se suscitan en el mismo nivel de precio pero de la oferta en temporal, con elasticidades precio-propias de 0.8531 y 1.0604.

Molina *et al.* (2012) analizaron el efecto de PROCAMPO sobre la producción e importaciones de maíz y sorgo, elaborando un sistema de ecuaciones simultáneas para determinar los factores que influyen en la producción de estos granos, los resultados obtenidos indican que el maíz y sorgo tienen una respuesta inelástica de 0.24 y 0.22 ante el pago de dicho programa.

Guzmán *et al.* (2012), realizaron un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas compuesto por dos de oferta, tres de transmisión de los precios y una identidad para determinar los factores que afectan la oferta de maíz grano en México. La oferta de maíz grano en México, con base en los resultados, responde inelásticamente ante cambios en el precio medio rural del maíz producido bajo riego y temporal, con elasticidades precio-propias de 0,3025 y 0,2282 y los cambios en el bien competitivo que más le impactaron fueron los registrados en el sorgo, con una elasticidad precio-cruzada de -0,2898.

Rebollar *et al.* (2012), realizó un estudio sobre el comportamiento de la oferta y demanda regional de carne de cerdo en canal en México, 1994-2012. Para representar el funcionamiento del mercado de la carne de cerdo en ocho regiones de México, y así cuantificar la magnitud del efecto de las principales variables económicas que afectan la oferta y demanda en cada una de ellas. La oferta de carne de cerdo se explica directa y elásticamente por la tecnología, directa e

inelásticamente por el precio de la carne e inversa e inelásticamente por el precio del alimento cuyos valores fueron 1.241, 0.062 y -0.097.

Retes (2013), elaboró un modelo econométrico de la demanda de tortilla de maíz en México, 1996-2008, cuya finalidad fue identificar los factores que afectan la demanda de este alimento y cuyos resultados indican una respuesta inelástica de los consumidores a los cambios en el precio de la tortilla, el gasto y los bienes relacionados con este alimento.

Guzmán *et al.* (2013) estimó un modelo de ecuaciones simultáneas para determinar las variables que afectan el consumo de agua subterránea en los sectores industrial y urbano en Guanajuato. Los resultados muestran que la cantidad consumida de agua responden de manera inelástica a cambios en el precio con elasticidades de -0.086 y -0.012.

CAPITULO II. CARACTERISTICAS DEL SORGO

2.1 Origen del sorgo

De acuerdo con Doggett (1998) los sorgos cultivados hoy en día se originaron del silvestre *Sorghum bicolor* subsp del *Sorghum arundinaceum*; y la mayor variación en el género *Sorghum* se encuentra en el noreste del África en la región de Etiopía-Sudán, donde el género ancestral tiene un número básico de cinco cromosomas, originándose probablemente hace 5,000 o 6,000 años. Posteriormente paso a Australia llegando al nuevo mundo.

Existe evidencia que el sorgo llegó de Etiopía a África Oriental en el año 200 Después de Cristo (DC), usando el grano para elaborar cerveza. El sorgo (tipo Guinea y Durra) pasó de África a la India en el año 1,500 Antes de Cristo (AC); y de la India el cereal llegó a China en el siglo III y dio lugar a características distintas del grupo kaoliang cultivado en china. Para el año 700 AC se movió de la India hasta Italia.

La llegada del cereal a varias partes del Hemisferio Occidental fue a través del comercio de esclavos; al principio, los tipos guinea criolla, sensible al fotoperiodo (maicillos criollos), fueron llevados a América Central proveniente de África como alimento para los esclavos durante el siglo XVI. Los tipos guinea fueron buenos como provisión para la marina ya que los granos duros toleraban el almacenamiento.

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 Importancia económica del sorgo

El sorgo tiene gran importancia a escala mundial, pues está comprobado que puede sustituir cereales como el trigo y el maíz en la mayoría de los usos de estos, tanto en la alimentación humana como en la producción de forraje o grano para la ceba de animales, y también en la industria. A su vez posee alto potencial de producción de granos y buenas perspectivas de contribución al desarrollo de la agricultura.

Se destaca en la producción de almidón, dextrosa, miel de dextrosa, aceites comestibles y bebidas; en la elaboración de cervezas, bebidas locales y materias colorantes, cosméticos, papel, productos farmacéuticos, 7 confituras, mezcla en café y cárnicos, entre otras (Saucedo 2008); además, las panículas se emplean para la confección de escobas o se queman para obtener cenizas ricas en potasio (Pérez *et al.* 2010).

De los tallos de esta planta se pueden obtener otros productos como jarabes y azúcares. La producción de etanol constituye una fuente alternativa para la obtención de energía a partir de este cultivo. La harina de sorgo es pobre en gluten, es más blanca y nutritiva que la del mijo (*Panicum miliaceum*), con ella se fabrican tortas y galletas que sirven de base en la alimentación humana, ya sea sola o asociada al maíz o al mijo, por ello en la India, China y algunas regiones de África, el sorgo constituye un elemento muy importante (CENTA, 2007).

Asimismo, en la industria de panificación la harina de sorgo está tomando auge, ya que se ha comprobado que puede sustituir hasta en un 50% a la harina de trigo, en las mezclas para la elaboración de pan, sin afectar la calidad de éste (CENTA, 2007)

2.3 Taxonomía

El sorgo pertenece a la familia de las gramíneas. Las especies son el *Sorghum vulgare* y el *andropogum*, *Sorghum sudanensis*.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

<i>Reino</i>	Plantae
<i>División</i>	Magnoliophyta
<i>Clase</i>	Liliopsida
<i>Orden</i>	Poales
<i>Familia</i>	Poaceae
<i>Subfamilia</i>	Panicoideae
<i>Tribu</i>	Andropogoneae
<i>Género</i>	<i>Sorghum bicolor</i>

2.4 Descripción del género

El sorgo se conoce con varios nombres: mijo grande y maíz de guinea en África occidental, kafir en África austral, duro en el Sudán, mtama en África oriental, iowar en la India y kaoliang en China (Duke, 1983).

Se le denominó sorgo por la capacidad de crecer hasta alcanzar una altura elevada; el nombre procede del latín *surgere*.

2.5 Etapas Fenológicas del Sorgo

El cultivo del sorgo presenta tres etapas fenológicas bien definidas, con una duración de aproximadamente 30 días cada una, dependiendo de la variedad que se utilice así como de las condiciones agroclimáticas.

1. Etapa Vegetativa, comprende desde la siembra hasta el inicio de los primordios florales. Inicia con la imbibición del agua por la semilla, pasando por la formación de la radícula, del coleóptilo, crecimiento de hojas y tallo, finalizando al inicio del primordio floral.
2. Etapa Reproductiva, se inicia con la emergencia del primordio floral, continúa con iniciación de ramas primarias, secundarias; agrandamiento del ápice floral, glumas, espiguillas, formación de florcillas con sus estambres y pistilos, finalizando con la maduración de los órganos reproductivos.
3. Esta etapa comprende la polinización, fecundación del ovario, desarrollo y maduración del grano.

2.6 Morfología

El sorgo tiene hábito y fisiología vegetal (metabolismo de las plantas C₄) similares a los del maíz (*Zea mays*). El género *Sorghum* presenta un sistema radical profuso que le brinda una estructura de soporte muy desarrollada, que permite acumular gran cantidad de reservas, de igual manera tiene mayor capacidad de penetración y persistencia en climas secos, donde la escasez de agua se mantiene por períodos prolongados.

El tallo

El sorgo es una planta de un solo tallo, aunque puede desarrollar otros dependiendo de la variedad y el ambiente grueso, con espinas que nacen por pares, y la altura puede oscilar de 1 a 3 m. Los nudos presentan abundantes pilosidades.

Las hojas

Son alternas, aserradas, lanceoladas, anchas y ásperas en su margen; estas tienen la propiedad de quitinización durante los períodos secos, lo que retarda el proceso de desecación (Pérez *et al.* 2010).

Inflorescencia

Tiene inflorescencias en panojas; cada panícula puede contener de 400 a 8,000 granos, con un valor energético aproximado de 1,08 Mcal/kg; comparado con el maíz es un poco más rico en proteínas, pero más pobre en materia grasa deficitaria en lisina. El color del grano varía desde un blanco translúcido hasta un pardo rojizo muy oscuro, con gradaciones de rosado, rojo, amarillo, pardo y colores intermedios; sus semillas son esféricas y oblongas, de aproximadamente 3 mm de tamaño.

Semilla

Es gruesa, comprimida, oval y desnuda, y presenta varios colores como café, azulado, negro, blanco, rojizo y amarillo, entre otros. Tiene una longitud de 3 mm. La mayoría de semillas se desprenden y caen al suelo al secarse la planta en la madurez.

Este cultivo tiene una gran capacidad para rebrotar después de cortes sucesivos, con lo que se logra prolongar su vida productiva por cinco o seis años, bajo un sistema adecuado de manejo y fertilización.

2.7 Ecología o exigencias del cultivo

Las exigencias del sorgo para grano en términos de calor son más elevadas que las del maíz. Es una especie que se desarrolla bien en condiciones de clima cálido, con lluvias moderadas y bien distribuidas.

Para la germinación este cultivo necesita temperaturas de 12 a 13°C y el crecimiento de la planta se activa cuando estas sobrepasan los 15°C, con el óptimo alrededor de los 32°C. Se plantea que los descensos de temperatura en el momento de la floración pueden reducir el rendimiento del grano, además de producir esterilidad de las espiguillas y afectar también la viabilidad del grano de polen. Las temperaturas muy altas durante los días posteriores a la floración reducen el peso final del grano.

La temperatura de 38°C merma los rendimientos por el aborto de sus flores; mientras que la de 27°C resulta ideal para el período reproductivo. Asimismo, 21°C representa la mínima para un buen crecimiento, y 18°C significa la óptima del suelo para su germinación.

El empleo del sorgo como cultivo ha mostrado su valor agregado a la naturaleza y a los suelos mediante el aporte de materia orgánica y la mejora de las condiciones hidrológicas y químicas. Es eficiente en el consumo hídrico y contribuye a evitar los riesgos de erosión, además en las rotaciones de cultivo favorece el incremento productivo y el rendimiento de las áreas.

2.8 Ventajas y desventajas del cultivo de sorgo

De acuerdo con lo informado por Saucedo (2008), el sorgo presenta las siguientes ventajas:

- a)** Resistencia a la sequía.
- b)** Un sistema radical muy ramificado (su índice radical duplica al del maíz).
- c)** Una capa de cera que recubre las hojas y tallos, que disminuye la evaporación.
- d)** Células motoras o higroscópicas que disminuyen la evaporación y contribuyen a un mejor manejo del agua. En el maíz, en cambio, las células motoras existen en focos aislados y, como consecuencia, su resistencia a la sequía es mucho menor.
- e)** Facultad de entrar en «reposo vegetativo» cuando falta el agua. Los sorgos, en general, entran en período de dormancia o reposo vegetativo, que abandonan cuando hay de nuevo disponibilidad de agua.

Desventajas:

- a) La cosecha de sorgo está más expuesta a los daños que causan, principalmente los pájaros.
- b) El desarrollo es óptimo en zonas de clima cálido.
- c) Precios en el mercado.

2.9 Tipos de sorgos

Sánchez (1994) clasifica el sorgo de acuerdo a sus principales usos:

Sorgo Granífero: es destinado a la producción de grano, altura de la planta entre 90 y 150 cm, pueden usarse en la industria y en la alimentación humana y animal.

Sorgos Graníferos de Doble Propósito: son de producción de grano de biomasa de tallo y como silo de planta entera. En ensilaje la calidad es casi igual a la del maíz, altura de la planta es 2.5 metros.

Sorgos Sileros: producen gran cantidad de biomasa y poseen buena digestibilidad. En estos casos, la producción de grano no es determinante. Son de ciclo largo y de gran altura.

Sorgos Tipo Sudan Grass: son utilizados para pastoreo directo, son más altos que los graníferos, con hojas largas y tallos finos. Su principal característica es su capacidad de rebrote y su elevada producción de macollos.

Sorgos Fotosensitivos: son sensibles a la longitud del día y a la exposición de luz, normalmente no florecen o lo hacen tardíamente, por lo cual permanecen en estado vegetativo y alcanzan gran altura. Su uso principal es para pastoreo directo.

Sorgos de Tallos Secos: se utilizan para quemar directamente y en la generación de energía eléctrica o de calor para calderas.

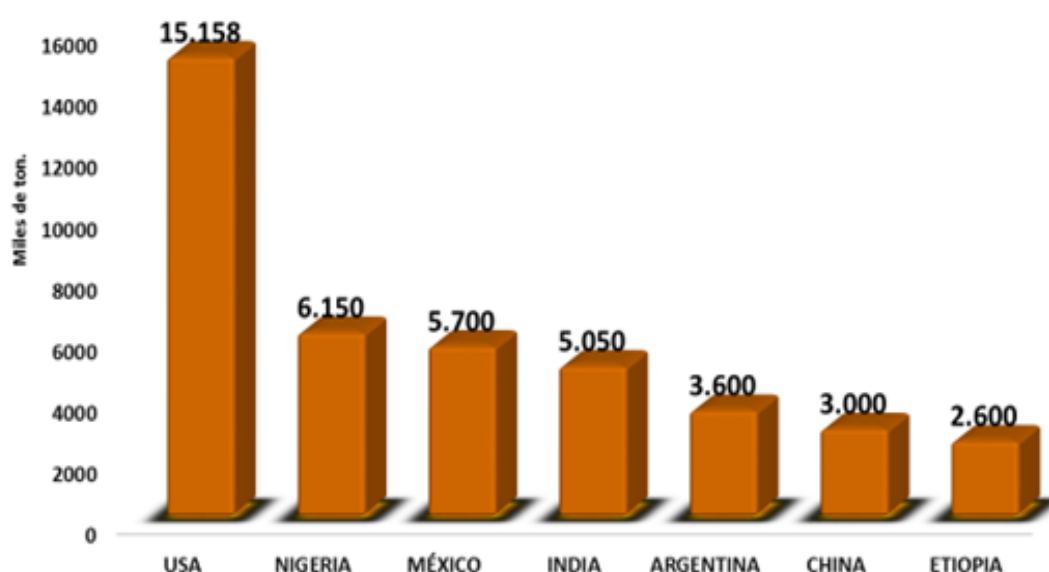
Sorgos para bioetanol: son genotipos con mínimo macollaje, fotosensitivos o con mínima producción de granos, alto contenido de lignina en tallos y muy dulces.

CAPITULO III. IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE SORGO EN MÉXICO

3.1 Producción 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.

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 (USDA, 2017).



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

La Grafica 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).

3.2 Consumo mundial de sorgo grano (*Sorghum vulgare*)

El consumo mundial de sorgo ha mostrado un incremento en los últimos 10 años. Durante este periodo, compuesto por los ciclos del 2006/07 al 2015/16, se ha

registrado un crecimiento de 0.7 por ciento a tasa media anual; desagregado por tipo de consumo, el consumo forrajero ha crecido a una tasa media anual de 2.5 por ciento mientras que el consumo humano e industrial decreció en 0.5 por ciento en promedio durante el citado periodo.

Algunos países en los que se concentra el consumo mundial de sorgo, también son productores como México, Nigeria, Sudán, India, Etiopía, Argentina, Estados Unidos y China principal consumidor del grano y octavo productor mundial, por lo tanto, deben importar parte importante de su consumo.

El incremento en el consumo de sorgo en los últimos años se atribuye a varias razones, entre ellas la sustitución del maíz por sorgo como forraje, el uso industrial que se le da al sorgo, ejemplo, en la producción de bebidas alcohólicas, de biocombustibles, formulación de alimentos balanceados, la facilidad de importación, además de que en los países con condiciones climáticas menos favorables y con 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, usan el sorgo para consumo forrajero.

3.3 Comercio mundial de sorgo

En el periodo comprendido 1995-2014. El comercio internacional muestra un incremento en las exportaciones, siendo Estados Unidos el país con más exportaciones, sobretodo en el 2013 y 2014 cuando su producción aumentó considerablemente a partir de la caída en las exportaciones de Argentina y Australia. En los próximos años se espera que la demanda externa por la producción de los Estados Unidos continúe y las exportaciones sigan creciendo.

3.3.1 Importaciones mundiales de sorgo

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).

El comercio internacional de sorgo se basa en la importancia de la formulación de alimentos. Durante 1994 a 2000, la producción creció 57.8%, mientras que las importaciones aumentaron 48.1%, ello significó pasar de 3.70 a 5.84 millones de

toneladas (t) para el primer rubro y, de 3.5 a 5.1 millones de t para el segundo (Rebollar *et al.* 2016) (FAO, 2015). El siguiente cuadro muestra las importaciones de México a lo largo del periodo de estudio.

3.3.2 Exportaciones mundiales de sorgo grano

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%. Estados Unidos ha incrementado su participación en las exportaciones en los últimos 10 años cuando reporto un volumen de más del 91%, manteniéndose así, en el primer sitio de productor y exportador del grano sin embargo, el mayor aumento en las exportaciones de Estados Unidos ocurrió del ciclo 2012/2013 al 2013/14, cuando creció en 176.7% por ciento, al reunirse dos elementos favorables, por un lado, el crecimiento de la demanda en China y por otro la recuperación de la producción

3.4 Producción de sorgo grano en México

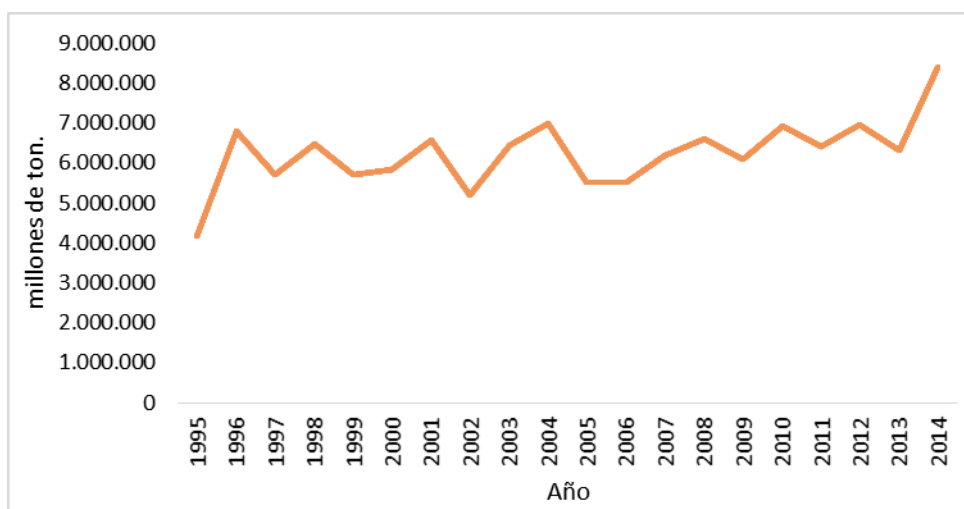
El sorgo representa el grano forrajero con mayor presencia en México, siendo el principal ingrediente en la formulación de alimentos pecuarios. En los últimos diez años la superficie destinada a este cultivo fue de poco más de 2 millones ha, con un promedio de 6.2 toneladas anuales. Para 2014 la producción nacional fue de casi 8.4 Mt (Cuadro 1), esto debido al incremento de la superficie sembrada y al rendimiento encontrado en los cuatro principales estados productores de sorgo (Tamaulipas, Guanajuato, Sinaloa y Michoacán). Sin embargo en el ciclo agrícola 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 por ciento 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 (FIRA, 2016).

Cuadro 1. Producción y consumo de sorgo grano 1995-2014

Año	Producción	Importaciones	Exportaciones	CNA
1995	4,169,898	2,092,492	103	6,262,287
1996	6,809,490	1,983,000	483	8,792,007
1997	5,711,564	2,188,522	63	7,900,023
1998	6,474,842	3,246,933	111	9,721,664
1999	5,720,343	4,566,257	694	10,285,906
2000	5,842,308	5,142,019	11	10,984,316
2001	6,566,535	5,032,147	7	11,598,675
2002	5,206,323	4,716,754	0	9,923,077
2003	6,462,200	3,381,351	10	9,843,541
2004	7,004,400	3,159,339	7	10,163,732
2005	5,524,384	3,020,472	1	8,544,855
2006	5,518,518	2,624,558	18	8,143,058
2007	6,202,920	1,878,474	65	8,081,329
2008	6,610,900	1,553,425	40	8,164,285
2009	6,108,085	2,496,911	45	8,604,951
2010	6,940,225	2,252,516	166	9,192,575
2011	6,429,311	2,380,276	297	8,809,290
2012	6,969,502	1,726,232	386	8,695,348
2013	6,308,146	1,206,062	5,977	7,508,231
2014	8,394,057	2,338,000	0	10,732,057

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP, 2015.

La siguiente grafica muestra la producción de sorgo grano en México, durante el periodo analizado.



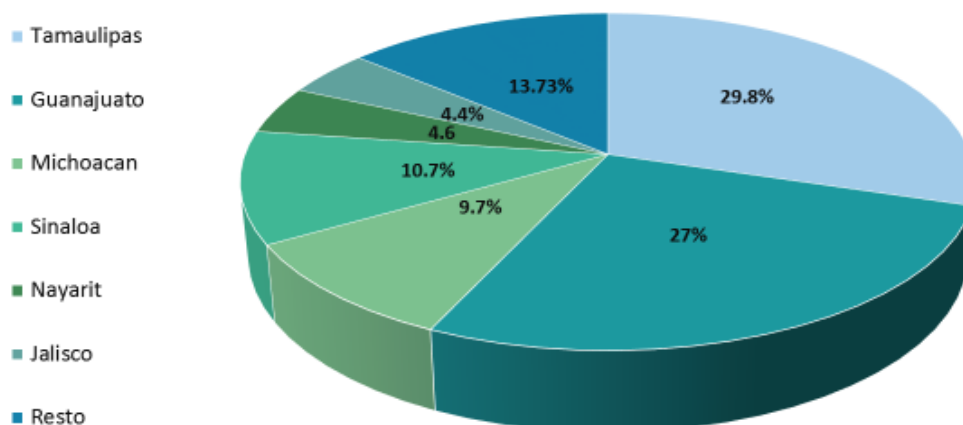
Gráfica 2. Evolución de la producción de sorgo en México 1995-2014.

En 2011 se observa una baja en la producción de sorgo, esto en relación al incremento del \$/t que se propició por problemas meteorológicos en el norte del país y que se mantuvieron así por los dos años subsecuentes.

3.4.1. Producción de sorgo grano por entidad federativa

El sorgo posee características que hacen viable su incorporación a la rotación de cultivos., posee menores necesidades hídricas, se adapta mejor a regiones secas y es un cultivo que aporta buenos rastrojos necesarios para desarrollar una agricultura sustentable y la recuperación del suelo y su fertilidad (Dragún *et al*, 2010). Estas características atraen a los productores del norte y del bajío principalmente, a cultivarlo, en consecuencia de las condiciones que se presentan en estas entidades.

Los estados en los que se centra la producción de sorgo son aquellos que presentan condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo, generalmente son el clima y suelo donde otros cultivos no prosperan. Durante el año agrícola 2014/2015, los estados que aportaron mayor producción de sorgo grano fueron Tamaulipas (29.8%), Guanajuato (27%), Michoacán (9.7%), Sinaloa (10.7%), Nayarit y Jalisco con 4.6 y 4.4% respectivamente el resto se atribuye al resto de los estados, excepto Tlaxcala y Distrito Federal. Para 2014 la producción nacional fue de 8.4 millones de toneladas, lo que representa un incremento alcanzando de 2 millones de hectáreas cosechadas, a partir de las 1.7 millones hectáreas cosechadas en el 2013, con un crecimiento de 19.2 % (SIAP, 2015).



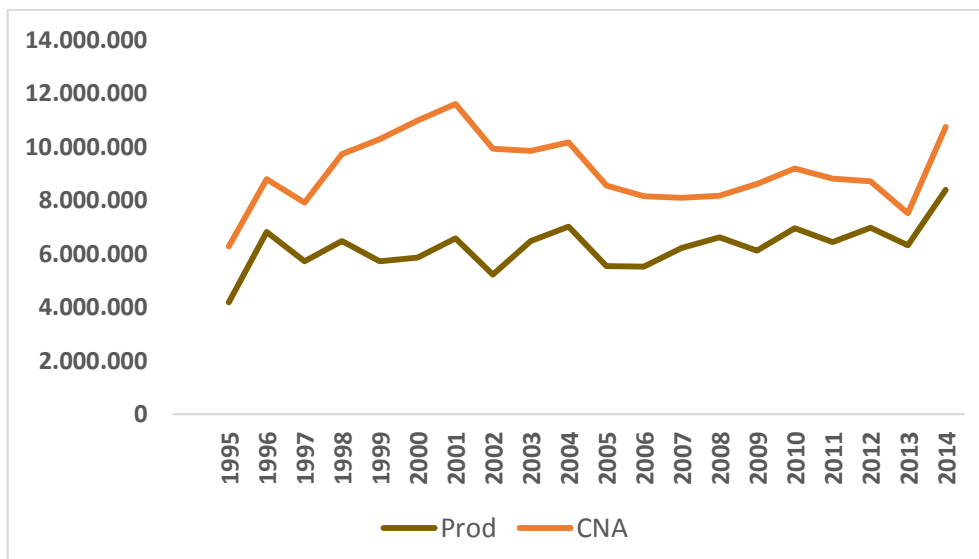
Gráfica 3. Principales estados productores de sorgo en México (SIAP, 2016).

Tamauipapas es el estado que produce más sorgo en México, además de ser considerado como el tercer productor del grano a nivel mundial, solo por debajo de los estados de Kansas y Texas.

3.5 Consumo nacional de sorgo

En México, la producción de sorgo se ha incrementado a lo largo del tiempo, el consumo nacional de sorgo para el ciclo 2016/17 se estima llegará a las 7.2 Mt, colocando a México como el segundo principal consumidor de este producto únicamente por detrás de China (SIAP, 2015).

En 2014 el consumo nacional de este grano muestra recuperación, rebasando más de 10.7 Mt después de la tendencia a la baja observada en el año 2013, donde el consumo nacional aparente (CNA) fue de 7.5 Mt.



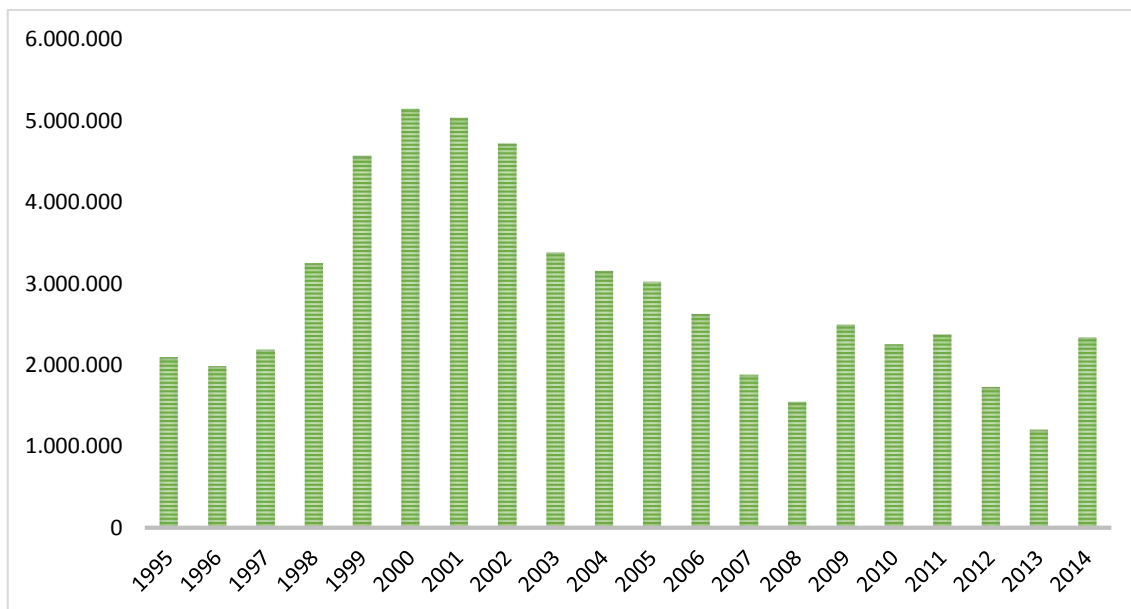
Gráfica 4. Producción y consumo de sorgo en México 1995-2014 (SIAP 2015).

La Gráfica anterior, muestra la evolución que ha tenido el consumo de sorgo en México. En los años 1999-2001 y 2004 se incrementó el consumo por encima de 10 millones de toneladas, para nuevamente caer en los años posteriores hasta 8 Mt. De igual manera, se observa la producción nacional a través de los años y el sesgo que existe entre ambos, y que se cubre con las importaciones de Estados Unidos principalmente, mayor productor de sorgo en el mundo.

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.

3.6 Importaciones nacionales de sorgo

México, después de ser el principal importador de sorgo hasta el 2011, cuando importó 2.38 millones de toneladas (Cuadro 2), para el 2015 ha reducido su participación en el comercio mundial hasta niveles cercanos a cero.



Gráfica 5. Importaciones de sorgo en México 1995-2014

El volumen de importaciones de sorgo ha mostrado una caída en la mayoría de los periodos desde 2003, pues un año con incremento en la producción provoca una disminución a las importaciones del grano.

Las exportaciones de sorgo que realiza México prácticamente son nulas desde el año 2000, registrando solo 11 t para llegar a 0 toneladas en 2002 y 2014, esto debido al incremento en la demanda del grano. Sin embargo fue en el 2013, donde se presentó el mayor número de exportaciones de sorgo a China principalmente, registrando más de 5 mil t para ese año.

Cuadro 2. Importaciones y exportaciones de sorgo en México.

Año	Importaciones	Exportaciones
1995	2,092,492	103
1996	1,983,000	483
1997	2,188,522	63
1998	3,246,933	111
1999	4,566,257	694
2000	5,142,019	11
2001	5,032,147	7
2002	4,716,754	0
2003	3,381,351	10
2004	3,159,339	7
2005	3,020,472	1
2006	2,624,558	18
2007	1,878,474	65
2008	1,553,425	40
2009	2,496,911	45
2010	2,252,516	166
2011	2,380,276	297
2012	1,726,232	386
2013	1,206,062	5,977
2014	2,338,000	0

Fuente: Elaborado con datos de USDA, FAPRI.

La demanda de sorgo se ha incrementado a través de los años hasta caer en 6 Mt en el ciclo 2014/2015, manteniendo un promedio de poco más de 6 Mt en los últimos 3 años, debido a la diversificación que se le da al grano en el consumo humano, así como y a la aceptación de los productores para la alimentación de su ganado.

CAPITULO IV. MARCO TEÓRICO

4.1 La teoría de la demanda

Se define a la demanda de mercado como una relación que muestra a las distintas cantidades de un producto específico que los consumidores están deseando y pueden comprar por periodo a los posibles precios alternativos, permaneciendo constantes los demás factores determinantes de la demanda (Tomek y Robinson, 2003). La demanda se ilustra mediante la curva de demanda, por lo tanto, un cambio en el precio del bien influye directamente en los consumidores, así como en la cantidad que estos demandan (Parkin y Loria, 2015).

Los principales factores que provocan cambios en la demanda son:

- Precios en los bienes sustitutos
- Precios esperados en el futuro
- Ingreso
- Ingreso y crédito futuro
- Población
- Preferencias

4.2 Elasticidades de la demanda

En la actualidad no es suficiente conocer los factores que determinan la demanda, sino también resulta necesario conocer la magnitud en la que aumenta o disminuye la demanda, cuando un factor determinante cambia, manteniéndose los demás constantes. Para medir estos cambios y la sensibilidad que estos conllevan se utiliza el coeficiente de elasticidad, con el fin de comprender las variaciones entre el precio y la cantidad demandada de un bien.

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 y García *et al.* 2003).

4.2.1 Elasticidad precio de la demanda

Es una medida sin unidades, de la sensibilidad de respuesta de la cantidad demanda de un bien ante un cambio en su precio, cuando todas las demás influencias en los planes de compra permanecen constantes *ceteris paribus*.

$$\varepsilon_p^d = \left(\frac{\Delta\%Q}{\Delta\%P} \right)$$

Una vez calculada la elasticidad se clasifica de la siguiente manera;

$\varepsilon_p^d < 1$. Inelástica; el cambio porcentual en la cantidad demandada es menor que el cambio porcentual en el precio.

$\varepsilon_p^d > 1$. Elástica; la cantidad demandada cambia en un porcentaje mayor al precio.

$\varepsilon_p^d = 1$. Unitaria; el cambio porcentual en la cantidad demandada es igual al cambio porcentual en el precio.

$\varepsilon_p^d = 0$. Perfectamente inelástica; la cantidad demandada es la misma a todos los precios.

4.2.2. La elasticidad-ingreso de la demanda

Se define como el cambio porcentual en la cantidad demandada de un bien ($\Delta\%X$) ante un cambio porcentual en el ingreso ($\Delta\%I$), *ceteris paribus*.

$$\varepsilon_{PIB}^d = \left(\frac{\Delta\%Q}{\Delta\%PIB} \right)$$

Las elasticidades precio de la demanda pueden ser positivas o negativas y se clasifican de la siguiente forma:

- Positiva y mayor que 1 (bien normal, ingreso elástico); el aumento porcentual en la cantidad demandada es mayor que el incremento porcentual en el ingreso.
- Positiva y menor que 1 (bien normal, ingreso inelástico); el incremento en la cantidad demandada es mayor que 0 pero menor que el incremento en el ingreso.
- Negativa (bien inferior); cuando el ingreso aumenta, la cantidad demandada disminuye.

4.2.3. Elasticidad cruzada de la demanda

Es una medida de la sensibilidad que tiene la demanda de un bien ante un cambio en el precio de un sustituto o complemento, si todo lo demás permanece constante (Parkín y Loria, 2015). Se calcula mediante la siguiente formula:

$$\varepsilon_c^d = \left(\frac{\Delta\%QX}{\Delta\%PY} \right)$$

La elasticidad cruzada de la demanda puede ser negativa o positiva, cuando el valor es positivo, la demanda y el precio del otro bien cambian en la misma dirección, si el valor es negativo cuando el precio de un bien aumenta, la cantidad demandada del otro disminuye.

4.3 Estimación del modelo

Los coeficientes del modelo fueron estimados con el método de mínimos cuadrados ordinarios (Gujarati, 2009) usando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System versión 2009). Estimado el modelo se procedió a calcular la demanda de sorgo, elasticidades de corto y largo plazo, así como la velocidad de ajuste. Utilizando la formula siguiente para calcular las elasticidades de corto plazo.

$$\varepsilon_p^d = \text{Pendiente} \left(\frac{\text{Precio}}{\text{Cantidad}} \right)$$

$$\varepsilon_p^d = \frac{dQ}{dP} \left(\frac{P}{Q} \right) \text{ Es decir;}$$

$$\varepsilon_p^d = b \left(\frac{P}{Q} \right)$$

Para calcular las elasticidades cruzadas de corto plazo para precios de granos relacionados y consumidores directos e indirectos de sorgo, se usaron los coeficientes para cada variable, el precio y la cantidad demandada de sorgo.

4.4 Modelo de rezagos distribuidos y autorregresivo de Nerlove

En economía, la dependencia de una variable Y (variable dependiente) respecto de otra u otras variables X (variables explicativas) pocas veces es instantánea, por lo que responden a un lapso de tiempo denominado rezago (Gujarati y Porter, 2009).

Un modelo de retrasos distribuidos se origina cuando los análisis de las series de tiempo incluyen no solo los valores corrientes de las variables explicativas, sino también los valores rezagados. Los rezagos juegan un papel importante en el corto y largo plazo, las razones que lo explican son las siguientes:

- a. **Razones psicológicas:** las personas no cambian su hábito de consumo ante un cambio de los precios o en el ingreso, quizá la inercia de los hábitos o la costumbre conlleven un poco más de tiempo para ser modificados. Estos cambios pueden ser transitorios o permanentes.
- b. **Razones tecnológicas:** suponiendo que se reduce el precio del capital en relación al trabajo, siendo factible sustituir mano de obra por capital. Considerando que la adicción de capital lleva tiempo, aunado a que la caída de los precios sea temporal, las empresas pueden retrasarse a sustituir mano de obra por capital, sobre todo si esperan que el precio del capital aumente más allá de nivel anterior. En los consumidores al adquirir un equipo de cómputo, se puede observar cuando dudan ante la expectativa de adquirirlo a un menor precio o esperar por más innovaciones.
- c. **Razones institucionales:** estas razones también contribuyen a los rezagos. Por ejemplo, las obligaciones contractuales pueden influir para que las empresas cambien de giro o de materia prima.

Los rezagos desempeñan un papel importante en la economía, reflejado en la metodología económica de corto y largo plazo, es así que las elasticidades precio-ingreso de corto plazo son menores a las de largo plazo.

4.5 El modelo de ajuste de las existencias o ajuste parcial (MAP)

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

$$D_t^* = \beta_0 + \beta_1 X_t^* + U_t \quad (1)$$

Como el nivel deseado de capital no es directamente observable, Nerlove postula la siguiente hipótesis, conocida como hipótesis de ajuste parcial o ajuste de existencias.

$$D_t - D_{t-1} = S(D_t^* - D_{t-1}) \quad (2)$$

Donde:

$D_t - D_{t-1}$ es el cambio real en el consumo corriente.

D_t^* denota el consumo deseado, óptimo, demanda de largo plazo o de equilibrio

$(D_t^* - D_{t-1})$ es el cambio de largo plazo y el consumo pasado (cambio deseado).

S es el coeficiente de ajuste que denota la proporción entre el consumo actual y el consumo deseado o de largo plazo y, (1) es el modelo de ajuste parcial (MAP) o modelo de ajuste de existencias y, postula que el cambio real en la demanda del producto (sorgo grano) en cualquier momento del tiempo t es alguna fracción S del cambio deseado durante ese periodo (Gujarati y Porter, 2009, Wooldridge, 2010).

De (2), se desprende que:

$$D_t^* = \frac{1}{S}(D_t) - \frac{1}{S}(D_{t-1}) + D_{t-1} \quad (3)$$

Además, si:

$$D_t^* = a_0 - a_1 P_t + a_2 PIB_t + u_t \quad (4)$$

Al igualar (2) y (3) y realizando operaciones matemáticas básicas:

$$D_t = a_0 S - a_1 S P_t + a_2 S PIB_t + D_{t-1}(1 - S) + U_t S \quad (5)$$

Donde:

$D_{t-1}(1 - S)$ = cierto retraso o inercia en el consumo.

De (5), el modelo estadístico fue:

$$D_t = \beta_0 - \beta_1 P_t + \beta_2 PIB_t + \beta_3 D_{t-1} + U_t \quad (6)$$

En donde, $\beta_3 = 1-S$

Las expresiones para estimar elasticidades precio e ingreso de corto y largo plazo, fueron:

$$\varepsilon_p^d \text{ corto plazo} = -\beta_1 \left(\frac{\bar{P}}{\bar{D}} \right)$$

$$\varepsilon_p^d \text{ largo plazo} = \left(\frac{\varepsilon_p^d \text{ de corto plazo}}{S} \right)$$

$$\varepsilon_{PIB}^d \text{ corto plazo} = \beta_2 \left(\frac{\bar{PIB}}{\bar{D}} \right)$$

Debe entenderse que ε_{PIB}^d es elasticidad ingreso de la demanda.

$$\varepsilon_{PIB}^d \text{ largo plazo} = \left(\frac{\varepsilon_{PIB}^d \text{ de corto plazo}}{S} \right)$$

Los posibles resultados serán los siguientes:

Si $S = 1$, entonces el consumo corriente o actual es igual al consumo deseado. El consumo actual se ajusta al consumo deseado de forma instantánea, esto es, en el mismo periodo de tiempo.

Si $S = 0$, entonces el ajuste es demasiado lento y está lejos del consumo deseado. En otras palabras, nada cambia y la demanda real en el tiempo t es la misma que en $t-1$.

Si $S > 1$, entonces, la ε_p^d corto plazo sería mayor que la ε_p^d largo plazo; por lo que los participantes en el mercado sobre reaccionan a cambios en los precios. El mercado es muy inestable, no controlado. La sociedad sobre reacciona por el rumor, por la incertidumbre o por la inflación.

Por tanto, se espera que el valor de S se encuentre entre el cero y la unidad (Gujarati y Porter, 2009:632).

4.6 Análisis estadístico

De acuerdo a la teoría económica, el modelo se validó con los signos de los coeficientes de los estimadores esperados.

El análisis estadístico de los resultados se realizó en base a los coeficientes estimados de la ecuación y los estadísticos t , R^2 y F . (Gujarati y Porter. 2009).

Por definición, R^2 mide la proporción de la variación en la variable dependiente explicada por la(s) variable(s) explicativa(s), sus valores fluctúan entre 0 y 1 y muestran la bondad de ajuste de las variables. Por lo tanto, existe un buen ajuste cuando el valor se aproxima a la unidad, esto es, si su valor es uno, la línea de regresión ajustada explica el 100% de la variación de la variable dependiente, caso contrario cuando es cero, pues el modelo no explica en lo absoluto la variación de la variable dependiente.

En la prueba F de Fisher permite conocer la significancia del conjunto de variables explicativas sobre la variable dependiente, que generan los valores predichos de esta última. La prueba de F plantea una hipótesis nula (H_0) que establece que todos los parámetros estimados son iguales a cero; mientras que la hipótesis alternativa (H_a) establece que al menos un coeficiente de la ecuación es diferente de cero. La prueba de F permite encontrar una F mayor a la F calculada ($\text{Prob} > F$), que se obtiene en cada ecuación de regresión. Cuando la ecuación se acerca a cero la hipótesis nula es rechazada a favor de la hipótesis alterna.

La prueba de t de student se usa para probar la significancia de cada parámetro en lo individual. Para que un parámetro sea aceptado se requiere que la razón de t sea igual o mayor a uno, lo que implica que el coeficientes estimado sea mayor al error estándar, su cálculo es similar a la prueba de F .

El análisis económico se realiza tomando en cuenta los signos, así como la magnitud de los parámetros estimados, para la magnitud de los signos deben concordar con los esperados en el modelo, mientras que la magnitud de los parámetros se complementa con el cálculo de las elasticidades, tanto en la forma estructural como reducida.

Los coeficientes estimados y los valores medios de las variables fueron usados para calcular las elasticidades de cada factor que afecta la demanda de sorgo grano en México.

Tropical and Subtropical Agroecosystems

[Servicio de ayuda de la revista](#)

IDIOMA

Escoge idioma
 Español (Español) Entregar

TAMAÑO DE FUENTE

INICIO ACERCA DE ÁREA PERSONAL
 BUSCAR ACTUAL ARCHIVOS AVISOS

Inicio > Usuario/a > Autor/a > **Envíos activos**

Envíos activos

ACTIVO/A ARCHIVAR

ID.	DD-MM ENVIAR	SECC	AUTORES/AS	TÍTULO	
2347	04-04	ART	Carbajal García, Rebollar, Rebollar,...	ESTIMACIÓN DE UN MODELO DEMANDA DE SORGO GRANO EN MÉXICO,...	Asien

Empezar un nuevo envío

HAGA CLIC AQUÍ para ir al primer paso del proceso de envío en cinco pasos.

ISSN 1870-0462

USUARIO/A

Ha iniciado sesión como... **sarere1812**

- [Mis revistas](#)
- [Mi perfil](#)
- [Cerrar sesión](#)

AUTOR/A

Envíos

- [Activo/a \(1\)](#)
- [Archivar \(1\)](#)
- [Nuevo envío](#)

CONTENIDO DE LA REVISTA

Buscar

Ámbito de la búsqueda

Todo

Buscar

Examinar

- [Por número](#)
- [Por autor/a](#)
- [Por título](#)
- [Otras revistas](#)

PALABRAS CLAVE

[Trichoderma spp.](#)
[agroecosistemas](#)
[cabras](#)
[composición](#)
[química](#)
[consumo](#)
[crecimiento](#)
[degradación](#)
[digestibilidad](#)
[diversity](#)
[factores](#)
[antinutricionales](#)
[maíz](#)
[nitrógeno](#)
[ovejas ovinos](#)
[papa](#)
[prevalencia](#)
[productividad](#)
[salinidad](#)
[trópico](#)
[trópico](#)
[hámedo.](#)
[Ácidos grasos](#)

INFORMACIÓN

- [Para lectores/as](#)
- [Para autores/as](#)
- [Para](#)

DEMANDA DE SORGO GRANO EN MÉXICO, CON LA TÉCNICA DE RETRASOS DISTRIBUIDOS

SORGHUM GRAIN DEMAND IN MEXICO WITH THE TECHNIQUE OF DISTRIBUTED DELAYS

**M. Carbajal-García¹, S. Rebollar-Rebollar^{1*}, J. Hernández-Martínez², G.
Gómez-Tenorio¹, E. Guzmán-Soria³**

¹Centro Universitario UAEM Temascaltepec-Universidad Autónoma del Estado de México. Km. 67.5 Carretera Toluca-Temascaltepec. Col. Barrio de Santiago. 51300.

² Centro Universitario UAEM Texcoco. Universidad Autónoma del Estado de México. Av. Jardín Zumpango s/n Fracc. El Tejocote Texcoco-Los Reyes la Paz, Estado de México. México.

³Posgrado en Administración. Instituto Tecnológico de Celaya-Campus II. Av. García Cubas 1200, Esquina Ignacio Borunda, Celaya, Guanajuato, México. 38010.

*Autor para correspondencia (samrere@hotmail.com)

RESUMEN

El sorgo es uno de los granos forrajeros más importantes dentro del sector pecuario mexicano, ocupa el segundo lugar en producción de granos básicos y se considera el principal ingrediente en la formulación de alimentos balanceados. Para estimar los factores que determinan la demanda de sorgo grano en México, se estimó un modelo econométrico lineal multi-variable para el periodo 1995-2014, con la técnica de retrasos distribuidos. Los resultados indicaron que la demanda de sorgo responde inelásticamente ante cambios en el precio, con elasticidades precio-propias de 0.35 y 0.42 en el corto y largo plazo, mientras que un incremento en el precio del maíz provoca que la demanda de sorgo aumente en 0.39 y 0.47, que lo convierte en un bien sustituto e inelástico al consumo del grano. Incrementos porcentuales unitarios en población de bovinos leche y aves para carne, aumentarían la demanda de sorgo en 0.60 y 0.51. La velocidad de ajuste entre el consumo actual y el consumo deseado del grano fue 0.85, es un ajuste rápido, por lo que el mercado no sobre reacciona a cambios en precios, es estable y controlado en el corto plazo. Se concluye que la demanda de sorgo en México, se vio más

influenciada por el incremento en las existencias tanto de bovinos leche como en aves para carne.

Palabras clave: demanda; modelo econométrico; elasticidades; rezago, sorgo.

ABSTRACT

Sorghum is one of the most important feed grains in the Mexican livestock sector, it is the second largest producer of basic grains and is considered the main ingredient in the formulation of balanced foods. To estimate the factors determining grain sorghum demand in Mexico, a multi-variable linear econometric model for the 1995-2014 period was estimated using the distributed delays technique. The results indicated that sorghum demand responds inelastically to changes in price, with price elasticities of 0.35 and 0.42 in the short and long term, while an increase in the price of maize causes the demand for sorghum to increase by 0.39 And 0.47, which makes it a substitute and inelastic good for grain consumption. Percentage unit increases in beef cattle and milk population would increase sorghum demand by 0.60 and 0.51. The speed of adjustment between the current consumption and the desired grain consumption was 0.85, it is a quick adjustment, so the market does not overreact to changes in prices, and it is stable and controlled in the short term. It concludes that demand for sorghum in Mexico is more influenced by the increase of beef cattle and milk population.

Key words: Demand; econometric model; elasticities; lag; sorghum.

INTRODUCCIÓN

En México, el sorgo es uno de los granos forrajeros para consumo animal más importantes del sector agropecuario. Su contribución radica en ser ingrediente principal en la formulación de alimentos balanceados y segundo en importancia en la producción de granos básicos, sólo después del maíz (Molina *et al.*, 2012; Financiera Rural, 2015; SIAP, 2017). De 2010 a 2016, datos oficiales evidencian que México tuvo una TMCA en producción de sorgo grano (*Sorghum vulgare* Pers) de 6%, al pasar de 7.1 millones de toneladas (Mt) en 2010 a 10.1 Mt en 2016. En este último año, las importaciones netas fueron 2.5 Mt, equivalente a 12.6 Mt de consumo nacional aparente (CNA) (FAPRI, 2017a; SIAP, 2017).

Con base en el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en 2016, la producción mexicana de sorgo se distribuyó en los ciclos primavera-verano (PV) (48.1%) y otoño-invierno (OI) (51.9%). Por entidades, Guanajuato, Sinaloa, Michoacán, Nayarit y Jalisco contribuyeron con 60% en el ciclo PV y Tamaulipas con 40.1% en el OI, aunque también, participaron Guanajuato y Sinaloa, con 16.1 y 13.3% de este ciclo, entre otras entidades (SIAP, 2017).

Después de la liberación comercial del sorgo en México (1989) (Rebollar *et al.*, 2004), la producción nacional ha mantenido una tendencia positiva, su participación en el CNA no ha sido inferior al 70%, pese a que México es uno de los principales compradores mundiales del grano, a veces primero, a veces segundo sólo después de Japón (Rebollar-Rebollar *et al.*, 2016b; FAPRI, 2017).

El volumen de compras externas, por parte de México, para abatir el CNA actual siempre ha sido necesario debido a que el país no ha sido capaz de revertirlas en favor de la producción nacional. Por lo que a nivel de consumo actual, tanto el precio que recibe el productor, como los costos de distribución nacional y precio que paga el consumidor del grano (Rebollar *et al.*, 2016b), ya sea por la industria de alimentos balanceados o el comprador del producto final, todo el tiempo se vean afectados por el comportamiento tanto del precio internacional, tipo de cambio, precio relativo ya sea de productos sustitutos o complementarios en el consumo y comportamiento, en general, de los demás granos con los que el sorgo compete. El comportamiento temporal de variables monetarias rezagadas sobre las decisiones orientadas al consumo actual es determinante para ese agente de mercado. Todo

consumidor toma decisiones con base en periodos anteriores, de ahí el efecto rezago o retraso (Gujarati y Porter, 2009).

Del total del sorgo grano disponible en México, una fracción importante se destina para consumo pecuario, consumo industrial, semilla para siembra y mermas durante la comercialización (Rebollar *et al.*, 2004; Rebollar-Rebollar *et al.*, 2016a; Rebollar *et al.*, 2016b); sin embargo, a lo largo del tiempo, el comportamiento del consumo ha estado en función del precio que paga el consumidor final por la compra del grano, del comportamiento del precio del maíz, del precio del trigo, del precio de la soya, de la disponibilidad de especies pecuarias con interés económico y que consumen alimento con alto contenido de granos, básicamente sorgo, como bovinos leche, porcinos y aves para carne y huevo (Rebollar-Rebollar *et al.*, 2016a). Por lo anterior, el objetivo, consistió en determinar qué tan sensible es la demanda nacional del grano ante variaciones en el precio al consumidor de sorgo por unidad de volumen, del precio del maíz, precio de la soya, comportamiento de volúmenes físicos de bovinos carne, bovinos leche, cerdos, aves para carne y aves productoras de huevo, así como de la evolución del ingreso monetario y del grado de urbanización (población), como factores determinantes de dicha demanda. La hipótesis central expresa que tanto en el corto como en el largo plazo, el precio al consumidor de sorgo tiene un efecto inverso e inelástico sobre la cantidad demandada del grano, el precio de los sustitutos (maíz y trigo) tiene efectos directos e inelásticos sobre la demanda del grano, la soya complementa al consumo del grano y tiene un efecto inverso e inelástico sobre la demanda de éste; así también, la demanda del grano responde directa y elástica a variaciones relativas en existencias de bovinos, cerdos, aves, en el ingreso y población en humanos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un modelo de demanda de sorgo grano en México, con datos oficiales del periodo 1995-2014. La estructura del modelo fue lineal tanto en los parámetros como en las variables. La esencia del mismo consistió en adicionar la hipótesis del ajuste parcial (modelo de ajuste de existencias) entre el consumo actual y el consumo deseado, medida a través de una fracción del consumo actual, conocida como velocidad de ajuste, con la técnica de retrasos o rezagos distribuidos, propuesta por Nerlove (1956) y explicada ampliamente por Gujarati y Porter

(2009:632), así como evidencia de trabajos desarrollados por Rebollar *et al.* (2000); Rebollar *et al.* (2016b); trabajos realizados por Guzmán *et al.* (2011a), Guzmán *et al.* (2011b), Guzmán *et al.* (2011c) y Valencia *et al.* (2015) que aplicaron modelos autoregresivos al consumo de energía eléctrica y planeación de inventarios.

En esencia, se utilizó un modelo de demanda lineal multivariable con rezagos distribuidos, lineal en los parámetros y lineal en las variables, conocido como demanda nerloviana o modelo nerloviano (Gujarati y Porter, 2009). Para la estimación de la variable dependiente ante cambios unitarios en las variables explicativas (X), se consideró información sobre valores actuales y también los rezagados o anteriores al año actual.

El modelo teórico, fue:

$$D_t - D_{t-1} = S(D_t^* - D_{t-1}) \quad (1)$$

Donde, $D_t - D_{t-1}$ es el cambio real en el consumo corriente, D_t^* denota el consumo deseado, óptimo, demanda de largo plazo o de equilibrio y, $(D_t^* - D_{t-1})$ es el cambio de largo plazo y el consumo pasado (cambio deseado); S es el coeficiente de ajuste que denota la proporción entre el consumo actual y el consumo deseado o de largo plazo y, (1) es el modelo de ajuste parcial (MAP) o modelo de ajuste de existencias y, postula que el cambio real en la demanda del producto (sorgo grano) en cualquier momento del tiempo t es alguna fracción S del cambio deseado durante ese periodo (Gujarati y Porter, 2009:633; Wooldridge, 2010:343).

De (1), se desprende que:

$$D_t^* = \frac{1}{S}(D_t) - \frac{1}{S}(D_{t-1}) + D_{t-1} \quad (2)$$

Además, si:

$$D_t^* = a_0 - a_1 P_t + a_2 PIB_t + u_t \quad (3)$$

Al igualar (2) y (3) y realizando operaciones matemáticas básicas:

$$D_t = a_0 S - a_1 S P_t + a_2 S PIB_t + D_{t-1}(1 - S) + U_t S \quad (4)$$

Donde: $D_{t-1}(1 - S)$ es cierto retraso o inercia en el consumo. De (4), el modelo estadístico fue:

$$D_t = \beta_0 - \beta_1 P_t + \beta_2 PIB_t + \beta_3 D_{t-1} + U_t \quad (5)$$

En donde, $\beta_3 = 1-S$

Las expresiones para estimar las elasticidades precio e ingreso de corto y largo plazo, fueron:

$$\varepsilon_p^d \text{ corto plazo} = -\beta_1 \left(\frac{\bar{P}}{\bar{D}} \right)$$

\bar{P} fue el valor del precio promedio por unidad de volumen de sorgo grano, de los últimos cuatro años de la serie, que se consideró para el cálculo de la elasticidad respectiva. \bar{D} es el valor estimado de la demanda de sorgo en México, durante el periodo de análisis, al considerar todas las variables independientes.

$$\varepsilon_p^d \text{ largo plazo} = \left(\frac{\varepsilon_p^d \text{ de corto plazo}}{S} \right)$$

$$\varepsilon_{PIB}^d \text{ corto plazo} = \beta_2 \left(\frac{\bar{PIB}}{\bar{D}} \right)$$

Debe entenderse que ε_{PIB}^d es elasticidad ingreso de la demanda.

$$\varepsilon_{PIB}^d \text{ largo plazo} = \left(\frac{\varepsilon_{PIB}^d \text{ de corto plazo}}{S} \right)$$

Si $S = 1$, entonces el consumo corriente o actual es igual al consumo deseado. El consumo actual se ajusta al consumo deseado de forma instantánea, esto es, en el mismo periodo de tiempo.

Si $S = 0$, entonces el ajuste es demasiado lento y está lejos del consumo deseado. En otras palabras, nada cambia y la demanda real en el tiempo t es la misma que en $t-1$.

Si $S > 1$, entonces, la elasticidad precio de la demanda (ε_p^d) de corto plazo sería mayor que la ε_p^d de largo plazo; por lo que los participantes en el mercado sobre reaccionan a cambios en los precios. El mercado es muy inestable, no controlado. La sociedad sobre reacciona por el rumor, por la incertidumbre o por la inflación. Por tanto, se espera que el valor de S se encuentre entre el cero y la unidad (Gujarati y Porter, 2009:632).

Así, para este trabajo, la notación general del modelo estadístico fue:

$$Ds = \beta_0 + \beta_1 PCRS + \beta_2 PCRM + \beta_3 PCRT + \beta_4 PCRSOY + \beta_5 PIB + \beta_6 POBBL + \beta_7 POBC + \beta_8 POBAC + \beta_9 POBAH + \beta_{10} URBAN + \beta_{11} Ds_{t-1} + u_t$$

Donde:

Ds = Demanda de sorgo, toneladas

β_0 = Intercepto

β_i = son los parámetros del modelo, para $i = 1, \dots, 11$

PCRS = Precio al consumidor real de sorgo, cifras en pesos por toneladas

PCRM = Precio al consumidor real de maíz, cifras en pesos por tonelada

PCRT = Precio al consumidor real de trigo, cifras en pesos por tonelada

PCRSOY = Precio al consumidor real de soya, cifras en pesos por tonelada

PIB = Producto Interno Bruto

POBBL = Población bovinos leche, cifras en cabezas

POBC = Población de cerdos, cifras en cabezas

POBAC = Población de aves para carne, cifras en cabezas

POBAH = Población de aves para huevo, cifras en miles de cabezas

URBAN = Población concentrada en la ciudad

U_t = Error estadístico, estocástico o aleatorio.

Datos

Se utilizó información anual para el periodo 1995- 2014, proveniente del SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera), SIACON (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta), SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos, por sus siglas en inglés), FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación), FAPRI (Instituto de Investigación en Políticas Agrícolas y Alimentación de Estados Unidos, por sus siglas en inglés) y BANXICO (Banco de México). La información de variables monetarias independientes del modelo, expresada en términos corrientes, se transformó a valores constantes o deflactados, con la utilización del INPC (Índice Nacional de Precios al Consumidor) del sector primario, base 2011. La información sobre disponibilidad de animales vivos relacionada a bovinos, porcinos y aves, doble propósito, según correspondió, se dejó en su estado original, no se deflactó por ser variable no monetaria.

La significancia estadística del modelo se realizó con base en el valor del coeficiente de determinación R^2 , el valor de la F_c (F-calculada) y el valor de la t de Student asociada a cada estimador del modelo. Por su parte, la significancia económica del mismo, fue con base en el signo aritmético obtenido que antecedió al coeficiente de cada estimador, asociado a cada una de las variables

independientes del modelo y con el valor estimado de cada una de las variables se calcularon las elasticidades asociadas a cada variable en el modelo.

La utilización del rezago se debió a que los factores que influyen en la demanda de productos agropecuarios, difícilmente presentan cambios instantáneos debido a su proceso biológico y, responden después de cierto lapso; el cual, recibe el nombre de rezago o retraso. La naturaleza de los fenómenos rezagados no explican la razón por la que ocurren; sin embargo, las razones del rezago, en general, son de carácter psicológico, tecnológico e institucional (Gujarati y Porter, 2009). Por tanto, las estimaciones derivadas del modelo y del programa se utilizaron para la demanda de sorgo.

La estimación estadística del modelo se obtuvo con la utilización del procedimiento GLM (Modelo Lineal General) de SAS, versión 2009.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis del modelo se llevó a cabo al considerar su validez estadística. De acuerdo a los parámetros encontrados, el modelo estimado de demanda de sorgo grano, fue:

$$D_s = - 4.60 - 0.38PRS + 0.32PCRM + 1.06PCRT - 0.86PCRSOY + 0.43PIB + 9.66POBBL + 3.04POBC + 6.02POBAC + 4.13POBAH + 2.84URBAN + 0.15Ds_{t-1}$$

Con base en la teoría económica, los signos que preceden a los coeficientes de los estimadores fueron los esperados. En otras palabras, cuando el precio al consumidor se incrementa, *ceteris paribus*, es de esperarse que, en las condiciones planteadas en la investigación, la cantidad demandada de sorgo decrezca. Si el nivel de urbanización aumenta, *ceteris paribus*, se espera que la demanda del grano se incremente y el signo que precede al coeficiente de la variable sea positivo y así con el resto de las variables.

Análisis estadístico

Estadísticamente, los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) presentan resultados que indican que el modelo de demanda de sorgo grano estimado, es significativo y

consistente; además, bajo la estructura de un modelo autorregresivo, la variable estocástica Ds_{t-1} no se correlacionó con u_t (Gujarati y Porter, 2009:636), argumento que permite validarse porque de los resultados en la tabla ANDEVA la Fc fue 3.3 ($P < 0.05$) al 95% de confiabilidad. De hecho, se realizó la prueba de hipótesis al 5% de significancia para los β_i y la F de tablas, es decir, $F_{19}^8 = 2.48$, este valor es menor al de la Fc que fue 3.3, por tanto, las variables independientes, en conjunto, son estadísticamente significativas (Wooldridge, 2010:147).

El coeficiente de determinación R^2 fue 0.85, por tanto, de la fuente de variación total del modelo de demanda de sorgo en México y para el periodo de análisis, 85% lo explican las variables predeterminadas, fijas o independientes incluidas en él. En adición, en términos absolutos, en ocho de 11 variables independientes, el valor de t-calculada fue mayor a la unidad y sólo en tres de ellas la t-calculada se acercó a uno (Cuadro 1), lo que otorgó significancia estadística a cada variable para explicar a la variable dependiente. La variable independiente y estocástica Ds_{t-1} (Gujarati y Porter, 2009:652), si bien, tiene el signo correcto no es estadísticamente significativa, pero sí tiene influencia sobre la variable dependiente al presentar un valor de su coeficiente β distinto de cero (Wooldridge, 2010:344).

Cuadro 3. Coeficientes de la forma reducida del modelo respecto a la cantidad demandada de sorgo en México, 1995- 2014.

Variable predictorora	Coeficiente	Estadístico t
Intercepto	-4.60	-0.38
PCRS	-0.38	-1.66
PCRM	0.32	1.03
PCRT	1.06	1.68
PCRSOY	-0.86	-1.45
PIB	0.43	0.21
POBBL	9.66	3.25
POBC	3.04	1.49
POBAC	6.02	2.66
POBAH	4.13	2.14
URBAN	2.84	1.08
LAGDEMAND	0.15	0.48

Elaboración propia con resultados del modelo.

Elasticidades de corto plazo

Nicholson y Snyder (2015) así como Parkin y Loria (2015) convergen en que la elasticidad precio de la demanda es una medida, sin unidades, de la sensibilidad de respuesta de la cantidad demandada de un bien ante un cambio en su precio, cuando todas las demás influencias en planes de compra permanecen sin cambio; esto es, *ceteris paribus*. Con base en la información sobre resultados del modelo del Cuadro 1 y bajo las condiciones planteadas en esta investigación, se estimaron las elasticidades de corto y largo plazo (Cuadro 2).

Cuadro 4. Elasticidades de corto y largo plazo para la demanda de sorgo grano en México, 1995- 2014.

Variable independiente	Corto Plazo	Largo Plazo
Sorgo	-0.36	-0.43
Maíz	0.43	0.51
Trigo	1.27	1.49
Soya	-1.69	-1.98
PIB	0.06	0.07
POBBL	0.62	0.07
POBBC	0.13	0.15
POBAC	5.38	6.33
POBAH	2.11	2.48
Urban	0.74	0.87

Cálculos propios, con información del Cuadro 1.

La elasticidad precio-propia del sorgo grano, en el corto plazo, fue -0.36, indica que la cantidad demandada del grano es inelástica, por lo que un incremento de 1% en el precio por tonelada de sorgo grano, la cantidad demandada de éste disminuye en 0.36%, es decir, 36 miles t; este hallazgo concuerda con el de Vázquez y Martínez (2015), en el que la elasticidad precio de la demanda de sorgo fue -0.31 y afirman que los cereales, en general, tienden a tener elasticidades precio por debajo de 0.5; similar con las estimaciones del FAPRI (2017b), donde la elasticidad precio propia del sorgo mexicano es -0.44. En este tenor, la demanda de sorgo en

México puede ser afectada en menos que proporcionalmente a cambios en su precio, lo que concuerda con el análisis sobre volatilidad en transmisión de precios (elasticidad) de productos agrícolas realizado por Ceballos *et al.* (2017), ya que los consumidores no responden de forma inmediata ante un cambio en el precio. En consecuencia, la elasticidad ingreso de la demanda de sorgo fue 0.06 (elasticidad positiva), que lo clasifica como un bien normal e inelástico al ingreso (Nicholson y Snyder, 2015; Parkin y Loria, 2015), por lo que un incremento del 1% por ciento en el ingreso al consumidor del grano, es de esperar que la demanda se incremente en seis mil t., esto se debe a la relación directa que existe entre la demanda con el ingreso del consumidor.

Las elasticidades cruzadas de la demanda sorgo-maíz y sorgo-trigo, se calcularon con relación a factores que determinan la demanda de sorgo grano en México, donde destacan los productos competitivos maíz y trigo, mismos que tienen impacto directo e inelástico sobre la demanda de sorgo. Así, las elasticidades cruzadas de largo plazo fueron 0.43 y 0.12, por tanto, por cada 1% en que se incremente el precio por tonelada de maíz, la demanda de sorgo se incrementará en 0.43% y por cada unidad porcentual que incremente el precio del trigo, la demanda de sorgo aumentará en 0.12%; en tanto que el consumo de maíz y trigo disminuirá en 43 y 12 miles t. Mientras que para la soya, este trabajo reportó una elasticidad de -1.6, por lo que ante un aumento de un punto porcentual en su precio, la demanda de sorgo disminuye automáticamente en esa cantidad, es decir, en 1.6; definiendo a la soya como un bien complementario.

El valor de la elasticidad para bovinos leche fue 0.62, tal resultado clasifica a la variable como inelástica, e implica que ante un aumento en las existencias de bovinos leche, *in vivo*, de 1000 cabezas, el consumo de sorgo se incrementaría en 0.62%. Sucede algo similar con la población de cerdos, en la que existe un valor elástico de 1.3, por lo que un incremento en la población de éstos, aumentará la demanda de sorgo en 1.3%. Para aves carne y aves huevo, se obtuvieron valores elásticos de 5.4 y 2.1 e indican que ante un incremento de mil cabezas de cualquiera de estas especies, *in vivo*, es de esperar que el consumo de sorgo aumente en 5.4 y 2.1 miles de t. La mayor elasticidad en estas últimas especies se debe a que su alimentación se basa en el consumo de sorgo.

Finalmente, para la variable urbanización (URBAN) la elasticidad fue 0.74, en consecuencia, la demanda de sorgo aumenta 740 t. por lo que la variable tiene un

efecto directo e inelástico al consumo del grano. Lo anterior se debe a que un proceso de urbanización acelerado trae consigo el aumento en el consumo de productos cárnicos, por lo que se destina buena parte de granos al forraje (Lechuga *et al.*, 2002).

Elasticidades de largo plazo

Existen algunas variables independientes o exógenas, cuya influencia dependiente no es de forma inmediata, por lo que sus efectos se hacen con retrasos en el tiempo. Así, se tiene que cambios en la población, en el ingreso, cambios en gustos de los consumidores y la tecnología, todos ellos se desarrollan con lentitud en periodos largos y las personas reaccionan de la misma manera a los cambios de precios y otras condiciones (Guzmán *et al.*, 2011a). El análisis de las elasticidades de largo plazo, es similar a las de corto plazo, en este trabajo se dividió el resultado de la elasticidad de corto plazo entre el cociente de la velocidad de ajuste que fue 0.85, cuyo resultado tiende a ser mayor. En otras palabras, el ajuste a los nuevos precios tiende a ser más lento por parte de los consumidores (Leroy y Meiners, 1990:152).

Por tanto, la elasticidad precio de la demanda de sorgo, en el largo plazo, indica que ante un incremento de 1% en el precio del bien provocará una disminución de 0.42% en la demanda, equivalente a 400 miles de t. Este resultado dista del encontrado por Martínez y Hernández (2012), pero es congruente con el de esta investigación, pues con otra metodología y otro propósito, concluyeron que la elasticidad precio de la demanda en importaciones de sorgo fue -0.76. En el largo plazo, la elasticidad ingreso de la demanda estimada, fue 0.07, tal resultado clasifica al sorgo grano, por parte de la demanda, como un bien normal e inelástico al ingreso (Nicholson y Snyder, 2015); por lo que un incremento del 1% en el ingreso del consumidor, la demanda por este grano habría de incrementarse en 0.07; es decir, en siete mil t.

La elasticidad cruzada de la demanda sorgo- maíz, en el largo plazo, fue de 0.51, por lo que un incremento del 1% por ciento en el precio del maíz generaría un alza en la demanda de sorgo de 0.51%, resultado similar al trigo, donde la elasticidad fue 0.14, indicando que ante un incremento del 1% en el precio del trigo la demanda de sorgo aumenta en la misma cantidad; es decir, en 47 y 14 miles de t.

Para la soya, el signo de su elasticidad es negativo, con un valor de -1.9 lo que muestra que el incremento de 1% en el precio de la tonelada de soya, la demanda de sorgo disminuiría en 190 t. de acuerdo con la teoría microeconómica, este resultado clasifica a la soya como un bien complementario, indicando que el consumidor disminuye la demanda de sorgo, al aumentar el precio de la soya.

Con relación a la variable bovinos para leche, donde un incremento de mil cabezas en su población, aumentaría el consumo de sorgo en 0.7%, es decir en 700 t; este resultado fue un tanto distinto y contrastó con lo estimado por Ramírez *et al.* (2010), quienes reportaron una elasticidad de -0.52 e indicaron que una disminución de 10% en el precio de sorgo habría de aumentar la producción en 5.2%, tal hallazgo fue diferente al encontrado en esta investigación. Así mismo, la demanda de sorgo se incrementa en 1.4, 0.6 y 2.3 cuando aumenta la población de cerdos, aves carne y huevo presentando un consumo de 600 a 2,300 t, por lo que si las personas incrementan el consumo de carne de estas especies, por ende, el consumidor comprará más sorgo para la alimentación del ganado. En adición, el valor de la elasticidad de la urbanización, de largo plazo, fue 0.8 (inelástica); es decir, la urbanización tiene un efecto inelástico en la demanda de sorgo grano e indica que un incremento de una unidad porcentual en la concentración de la población humana en zonas urbanas, se espera que el consumo de sorgo tenga incrementos en alrededor del 8% (800 t). Con respecto a la población humana los resultados indican que no responde de manera inmediata a la demanda de estos bienes; es decir, no modifican sus hábitos de consumo inmediatamente siendo en el largo plazo donde se ve reflejado el cambio.

Finalmente, la velocidad de ajuste S se estimó en $(1-0.15) = 0.85$, es decir, fue menor a la unidad y significa que sólo cerca del 85% de la discrepancia entre el consumo real de sorgo y el consumo deseado de este grano en México, se elimina en un año, lo cual se considera un ajuste rápido (Gujarati y Porter, 2009:640).

CONCLUSIONES

La demanda de sorgo respondió de forma inelástica al precio de este grano; en el largo plazo, los cambios en el precio, presentan un mayor ajuste por parte de los demandantes. Asimismo, la demanda de sorgo respondió directa e inelásticamente al precio de los sustitutos maíz y trigo, por lo que un incremento en el precio de

cualquiera de estos productos favorecería la demanda de sorgo en México. El ingreso del consumidor tuvo un efecto directo e inelástico tanto en el corto como en el largo plazo, clasificándolo como un bien normal. En adición, las variables orientadas a especies pecuarias que aquí se analizaron, respondieron de forma directa. Mientras que la variable urbanización presentó mayor ajuste a largo plazo, por lo que se espera que la demanda de sorgo se incremente cuando exista una mayor concentración de población humana en zonas urbanas, seguido de un mayor consumo de carne y huevo. En general, el consumo de sorgo en México en el corto plazo, presentó poca respuesta a cambios en su precio, ya sea de productos sustitutos o complementarios, así como a incrementos en el nivel de ingreso. Por tanto, las variaciones en el consumo de sorgo respondieron de manera retrasada ante las variaciones en las variables consideradas en esta investigación. En el largo plazo existe una tendencia entre el consumo real y el consumo deseado, lo que indica que los consumidores se ajustan rápidamente a los cambios en los precios.

Estos resultados pueden ser utilizados para orientar políticas que sirvan para incentivar la producción del cultivo en zonas específicas de México, así como favorecer el consumo y crecimiento poblacional de las especies pecuarias analizadas en la investigación.

LITERATURA CITADA

- Ceballos F., Hernández M. A., Minot N., Robles M. 2017. Grain price and volatility transmission from international to domestic markets in developing countries. *World Development*. 94: 305-320.
- Díaz C, M. A., Rodríguez L, G. 2010. Análisis, de la oferta y demanda de la carne en canal en México 1980- 2009. *Paradigma económico*. 2: 41-57. <http://studylib.es/doc/8685635/an%C3%A1lisis-de-la-oferta-y-demanda-de-la-carne-de-cerdo>.
- FAO. Food and Agriculture Organization. 2016. Statistical database. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/download/T/TP/S.FAPRI>. Consulta, 11 febrero, 2016).
- FAPRI. Food and Agriculture Policy Research Institute. 2017a. Database. Sorghum-Production. <http://www.fapri.iastate.edu/tools/outlook.aspx>. Consulta, 16 febrero, 2017.
- FAPRI. Food and Agriculture Policy Research Institute. 2017b. Elasticity Database. <http://www.fapri.iastate.edu/tools/elasticity.aspx>. Consulta, 15 junio, 2017.
- Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal Pesquero. 2014. Disponible en. <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/>. Consulta, 15 agosto, 2015.
- García M, R., Ramírez, J. R., García, S. J. A., Mora, F, J. S. 2010. Efectos Del Tratado de Libre Comercio de América del Norte sobre la Producción de Leche en México. **Universidad y Ciencia**. 26:283-292. DOI: 283-292,2010
- Gujarati D. N., Porter, D. C. 2009. Econometría. Quinta edición. McGraw-Hill Interamericana. México, D. F.
- Guzmán S, E., Rodríguez M, J.R., Hernández M, J., Rebollar R, S. 2011a. Consumo de energía eléctrica para uso doméstico en San Juan del Río, Querétaro. **Análisis Económico**, XXVI: 139-151. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41318401009>.
- Guzmán, S. E., Rebollar, R. S., Hernández, M. J., Terrones C. A., Callejas, J. N., García, S. J. A. de la Garza, C. M. T. 2011b. La Oferta de Maíz Grano en Guanajuato, México 1980-2009. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14: 857-866. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93921493029>.

- Guzmán, S. E., Rebollar, R. S., García, S. J. A., de la Garza, C. M. T., Hernández, M. J. 2011c. Factores determinantes de la demanda internacional del turismo en México. *Revista Globalización, Competitividad y Gobernabilidad*. 3: 30-49. DOI:10.3232/GCG.2011.V5.N3.02.
- 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.
- Lechuga, M, Jesús., Massieu T, Yolanda. 2002. El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo. *Análisis Económico*. XVII (36): 281-291. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41303610>
- Leroy, M. R., Meiners, E. R. 1990. Microeconomía. Tercera Edición. Mc Graw Hill. México, D. F.
- Martínez, D. M. A., Hernández, O. J. 2012. Importaciones de granos básicos y precio interno en México: un enfoque de sistema de demanda inverso. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 9: 401-410. <http://www.colpos.mx/asyd/volumen9/numero4/asd-12-007.pdf>
- Molina, G. J. N., García, S. J. A., Chalita, T. L. E., Pérez. S. F. 2012. Efecto de PROCAMPO sobre la Producción y las Importaciones de Granos Forrajeros En México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3: 999-1010. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263123214012>.
- Nicholson, W., Snyder, C. 2015. Teoría Microeconómica Principios básicos y ampliaciones. Decimoprimer edición. Cengage Learning. México, D. F.
- Parkin, M., Loría, E. 2015. Microeconomía, un Enfoque para América Latina. Decimoprimer edición. Pearson Educación. México.
- Ramírez J, R., García S, J.A., Mora F, J.S., García M, R. 2010. Efectos del tratado de libre comercio de américa del norte sobre la producción de leche en México. *Universidad y Ciencia*. 26: 283-292. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15416258007>.
- 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. E., Rebollar, R. S., González, R. F. J., Rebollar, R. A., Hernández, M. J., Gómez, T. G. 2016a. Dinámica regional de la producción de sorgo en

- México, 1994-2012. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 7: 619-630.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263145554012>.
- Rebollar, R. S., Hernández, M. J., González, R. F. J., García, M. A. 2016b. 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>.
- SAS Institute Inc. 2009. The SAS System for Windows 9.0. Cary, N.C. USA.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14146082004>.
- SIACON. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta, data base 1980-2014. 2016. Consulta, 14 febrero, 2016.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2016. Producción Agrícola. En:
http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do. Consulta, 17 febrero 2017.
- Valencia C, M., Correa M, J. C., Díaz S, F. J. 2015. Planeación de inventarios con demanda dinámica. *Una revisión del estado del arte Dyna*. 82: 183-191.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49637154024>.
- Vázquez, A. J. M. P., Martínez, D. M. A. 2015. Estimación empírica de elasticidades de oferta y demanda. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6(5): 955-965. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263139893004>
- Wooldridge, M. J. 2010. Introducción a la econometría. Un enfoque moderno. Cuarta Edición. Cengage Learning. México, D. F.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

La demanda de sorgo se ha incrementado favorablemente en los últimos años, esto se debe, a la diversidad de usos que se le ha dado al grano en la alimentación humana y animal, la industria, la gastronomía y la medicina, que le confieren atributos excepcionales para el incierto futuro alimentario que se avecina. Así mismo, la amplia distribución geográfica, el comportamiento agronómico, la resistencia a la sequía y el precio, son factores importantes que permiten al sorgo competir con productos sustitutos como el maíz amarillo, siendo el sorgo preferente para muchos productores de las especies pecuarias analizadas en la investigación. En base a esta investigación y de acuerdo con la información utilizada, así como a los objetivos planteados, se puede concluir que la demanda de sorgo en México es poco influenciada por cambios en su precio en el corto plazo, ya que los consumidores no responden de forma inmediata ante un cambio en el precio. Por lo que, el sorgo se comporta como un bien inelástico; es decir, la demanda de sorgo en México puede ser afectada en menos que proporcionalmente a cambios en su precio.

Un incremento en el ingreso representa poco impacto en la demanda de sorgo debido a que el grano es un bien normal e inelástico al ingreso. En las elasticidades cruzadas de corto plazo, los productos competitivos maíz y trigo presentaron impacto directo e inelástico sobre la demanda de sorgo, mientras que la soya se encontró una elasticidad negativa, lo que la define como un bien complementario, indicando que el consumidor disminuye la demanda de sorgo, al aumentar el precio de la soya.

La variable urbanización fue inelástica al consumo de sorgo y se espera que un incremento porcentual de esta variable aumente el consumo del grano.

En las especies pecuarias analizadas en el corto plazo, un incremento en el número de estas especies indica que el productor comprará más sorgo para la alimentación del ganado.

En general, la demanda de sorgo en el corto plazo, presenta poca respuesta ante cambios en el precio de productos sustitutos y complementarios, así como en el nivel de ingreso y urbanización. Por tanto, las variaciones en el consumo de sorgo responden de manera retrasada ante las variaciones en las variables consideradas en esta investigación.

En el largo plazo existe una tendencia entre el consumo real y el consumo deseado, dado que la velocidad de ajuste fue poco menos que la unidad, lo que indica que los consumidores se ajustan rápidamente a los cambios en los precios. Por lo tanto, la diferencia entre el consumo real y el consumo deseado en México se elimina rápidamente.

De acuerdo a lo observado en los valores calculados en las elasticidades de corto y largo plazo el consumo de sorgo en México presenta mayor respuesta ante las variaciones en su precio en el largo plazo, bajo el análisis de la elasticidad precio, ingreso y cruzadas de la demanda de sorgo. Estos resultados pueden ser utilizados para orientar políticas que sirvan para incentivar la producción del cultivo en zonas específicas de México, así como favorecer el consumo y crecimiento poblacional de las especies pecuarias analizadas en la investigación.

CAPITULO VII. RECOMENDACIONES

Existen variables que no fueron consideradas en la investigación y que pueden influir en el consumo de sorgo en México, por lo que se recomienda para trabajos posteriores incluir otras variables para su análisis, así como incrementar el periodo analizado.

La investigación realizada se enfocó al consumo de sorgo en México, sin embargo la metodología utilizada puede aplicarse a la demanda nacional de otros productos agropecuarios, en este caso a los competitivos y complementarios de este trabajo incluyendo sus respectivas variables que determinan su consumo.

Estos resultados pueden ser utilizados para orientar políticas que sirvan para incentivar la producción del cultivo en zonas específicas de México, o fomentar el comportamiento del consumo nacional de los grano deseados en función de su precio o la disponibilidad de estos, de acuerdo a los objetivos que persigan, así como favorecer el consumo y crecimiento poblacional de las especies pecuarias analizadas en la investigación.

Finalmente, se sugiere fomentar el análisis de la técnica de retrasos distribuidos de Nerlove en otros productos agrícolas, con el afán de generar respuestas de corto plazo vinculadas a política agrícola.

CAPITULO VIII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Alvarado, V. 2006. Evaluación de híbridos en el trópico en ensayos mini strips. Manual de Monsanto para el establecimiento, manejo y toma de datos en ensayos mini-strips. México.
- Bond, J., Allen, E., Capehart, T., & Hansen, J. 2015. U. S. Sorghum Markets in Transition: Trade Policies Drive Export Volume. Feed Outlook: Special Article, United States Department of Agriculture, Economic Research Service. Obtenido de <http://www.ers.usda.gov/publications/fds-feed-outlook.aspx>
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova,” sv). 2007. (Guía Técnica) del Sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). La Libertad El Salvador, 38 p.
- FACULTAD DE AGRONOMÍA, 2002. Marín Nuevo León, México.
- FAOSTAT. 2012. Disponible en: <http://faostat.fao.org>. Consultado 14 de Octubre de 2015.
- FAPRI. Food and Agriculture Policy Research Institute. 2017a. Database. Sorghum-Production. <http://www.fapri.iastate.edu/tools/outlook.aspx>. Consulta, 16 febrero, 2017.
- FAPRI. Food and Agriculture Policy Research Institute. 2017b. Elasticity Database. <http://www.fapri.iastate.edu/tools/elasticity.aspx>. Consulta, 15 junio, 2017.
- Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero. 2014. Consulta. Agosto 2015. <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/>
- García M, R., Ramírez, J. R., García, S. JA., Mora, F, JS. 2010. Efectos Del Tratado de Libre Comercio de América del Norte sobre la Producción de Leche en México. **Universidad y Ciencia.26**:283-292. DOI: 283-292,2010
- Gujarati D. N., Porter, D. C. 2009. Econometría. Quinta edición. McGraw-Hill Interamericana. México, D.F.
- Guzmán S, E., Rodríguez M, J.R., Hernández M, J., Rebollar R, S. 2011a. Consumo de energía eléctrica para uso doméstico en San Juan del Río, Querétaro. **Análisis Económico**, XXVI: 139-151. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41318401009>.

- Guzmán, S. E., Rebollar, R. S., García, S. J. A., de la Garza, C. M. T., Hernández, M. J. 2011c. Factores determinantes de la demanda internacional del turismo en México. *Revista Globalización, Competitividad y Gobernabilidad*. 3:30-49. DOI:10.3232/GCG.2011.V5.N3.02.
- Guzmán, S. E., Rebollar, R. S., Hernández, M. J., Terrones C. A., Callejas, J. N., García, S. J. A. de la Garza, C. M. T. 2011b. La Oferta de Maíz Grano en Guanajuato, México 1980-2009. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14: 857-866. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93921493029>.
- 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.
- INTA. 2012. El cultivo de Sorgo en San Luis. <http://inta.gob.ar/documentos/el-cultivo-de-sorgo-en-san-luis>.
- Lechuga M, Jesús., Massieu T, Yolanda. 2002. El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo. *Análisis Económico*. XVII (36): 281-291. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41303610>
- Leroy, M. R., Meiners, E. R. 1990. Microeconomía. Tercera Edición. Mc Graw Hill. México, D. F.
- Leroy, M. R., Meiners, E. R. 1990. Microeconomía. Tercera Edición. Mc Graw Hill. México, D. F.
- Martínez, D. M. A., Hernández, O. J. 2012. Importaciones de granos básicos y precio interno en México: un enfoque de sistema de demanda inverso. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 9: 401-410. <http://www.colpos.mx/asyd/volumen9/numero4/asd-12-007.pdf>
- Molina, G. J. N., García, S. J. A., Chalita, T. L. E., Pérez. S. F. 2012. Efecto de PROCAMPO sobre la Producción y las Importaciones de Granos Forrajeros En México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3: 999-1010. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263123214012>.
- Nicholson, W., Snyder, C. 2015. Teoría Microeconómica Principios básicos y ampliaciones. Decimoprimer edición. Cengage Learning. México, D.F.
- Parkin, M., Loría, E. 2015. Microeconomía, un Enfoque para América Latina. Decimoprimer edición. Pearson Educación. México.

- Pérez, A., Saucedo. O., Iglesias. J., Wencomo. H.B., Reyes. F., Oquendo. G., Milián. I. 2010. Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Pastos y Forrajes*. 33; 1. Recuperado en 11 de agosto de 2017, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942010000100001&lng=es&tlng=es.
- Ramírez J, R., García S, J.A., Mora F, J.S., García M, R. 2010. Efectos del tratado de libre comercio de América del Norte sobre la producción de leche en México. *Universidad y Ciencia* 26: 283-292. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15416258007>
- Rebollar, R. E., Rebollar, R. S., González, R. F. J., Rebollar, R. A., Hernández, M. J., Gómez, T. G. 2016a. Dinámica regional de la producción de sorgo en México, 1994-2012. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 7: 619-630. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263145554012>.
- Rebollar, R. S. 1999. Aplicación de un modelo de Demanda de maíz en México para el periodo 1975-1996, a través de la técnica de retrasos distribuidos. Tesis de maestría. Posgrado en Economía Agrícola-Universidad Autónoma Chapingo.
- 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. 2016b. 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>.
- Retes, M, R, Torres, S, G., Garrido, R, S. 2014. Un modelo econométrico de la demanda de tortilla de maíz en México, 1996-2008 *Estudios Sociales*, XXII (Enero-Junio): Disponible en: <http://redalyc.org/articulo.oa?id=41729386002> [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2015]
- Reyes, O. Escalante, R. Matas, A. La demanda de gasolineras en México: efectos y alternativas ante el cambio climático. *Economía: teoría y práctica*, núm. 32, enero-junio 2010. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.
- SAS Institute Inc. 2009. The SAS System for Windows 9.0. Cary, N.C. USA.

- Saucedo, O.M. 2008. Empleo del sorgo en la alimentación animal y humana. Taller Nacional sobre empleo del sorgo. Universidad Central de Las Villas. Villa Clara, Cuba.
- SIACON. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta, data base 1980-2014. 2016. (14 feb 2016).
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2016. Producción Agrícola. En: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do. Consulta, 17 feb 2017.
- SIAP-SAGARPA. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 1997. Revista Claridades Agropecuarias. El sorgo Mexicano: Entre la Autosuficiencia y la Dependencia Externa. Consulta. 28 de Agosto 2015.
- Tlapa, R. C. C. 2005. El mercado del sorgo en México 1977- 2003. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática (ISEI). Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Estado de México.
- Valencia C, M., Correa M, J. C., Díaz S, F. J. 2015. Planeación de inventarios con demanda dinámica. *Una revisión del estado del arte Dyna*. 82:183-191. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49637154024>
- Vázquez, A. J. M. P., Martínez, D. M. A. 2015. Estimación empírica de elasticidades de oferta y demanda. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6(5): 955-965. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263139893004>
- Wooldridge, M. J. 2010. Introducción a la econometría. Un enfoque moderno. Cuarta Edición. Cengage Learning. México, D. F.

CAPITULO IX. ANEXOS

Procedimiento GLM

Variable dependiente: DEMAND

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	11	0.22780344	0.02070940	3.31	0.0616
Error	7	0.04381130	0.00625876		
Total correcto	18	0.27161474			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DEMAND Media
0.838701	0.493450	0.079112	16.03247

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
PS	1	0.07991622	0.07991622	12.77	0.0091
PM	1	0.00120759	0.00120759	0.19	0.6737
PT	1	0.00014885	0.00014885	0.02	0.8818
PSOY	1	0.02102767	0.02102767	3.36	0.1095
PIB	1	0.00028916	0.00028916	0.05	0.8359
POBBL	1	0.02753867	0.02753867	4.40	0.0741
POBC	1	0.00626199	0.00626199	1.00	0.3505
POBAC	1	0.06283767	0.06283767	10.04	0.0157
POBAH	1	0.02195984	0.02195984	3.51	0.1032
URB	1	0.00499052	0.00499052	0.80	0.4015
LAGDEMAND	1	0.00162525	0.00162525	0.26	0.6260

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
PS	1	0.01720624	0.01720624	2.75	0.1413
PM	1	0.00611323	0.00611323	0.98	0.3559
PT	1	0.01735059	0.01735059	2.77	0.1399
PSOY	1	0.01363965	0.01363965	2.18	0.1834
PIB	1	0.00036702	0.00036702	0.06	0.8156
POBBL	1	0.06689650	0.06689650	10.69	0.0137
POBC	1	0.01399483	0.01399483	2.24	0.1785
POBAC	1	0.04535821	0.04535821	7.25	0.0310
POBAH	1	0.02717080	0.02717080	4.34	0.0757
URB	1	0.00661516	0.00661516	1.06	0.3381
LAGDEMAND	1	0.00162525	0.00162525	0.26	0.6260

Sistema SAS 08:58 Wednesday, August 11, 2016 27

Process GLM

Variable dependiente: DEMAND

Error				
Parámetro	Estimación estándar		Valor t	Pr > t
Término in	-4.814334525	12.04931228	-0.40	0.7014
PS	-0.376218867	0.22690370	-1.66	0.1413
PM	-0.308153781	0.31180013	-0.99	0.3559
PT	1.041236262	0.62536870	1.66	0.1399
PSOY	-0.879741654	0.59593318	-1.48	0.1834
PIB	0.494241054	2.04098927	0.24	0.8156
POBBL	9.833535731	3.00782117	3.27	0.0137
POBC	3.051000324	2.04033981	1.50	0.1785
POBAC	-6.141393747	2.28130319	-2.69	0.0310
POBAH	-4.039806535	1.93889081	-2.08	0.0757
URB	2.706716817	2.63279337	1.03	0.3381
LAGDEMAND	0.161610020	0.31714066	0.51	0.6260

Sistema SAS

08:58 Wednesday, August 11, 2016, 23