

# **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AGRÍCOLA**



***ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE SORGO (*Sorghum vulgare*) EN GRANO  
EN LOS PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES EN MÉXICO EN EL  
PERIODO 2004-2013***

**Por:**

**JOSÉ IGNACIO ESPITIA CEDILLO**

**TESIS**

**Presentada Como Requisito Parcial Para**

**Obtener el Título de:**

**LICENCIADO EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y AGRONEGOCIOS**

**Buenavista, Saltillo Coahuila, México**

**Junio de 2015**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

División de Ciencias Socioeconómicas  
Departamento de Economía Agrícola

**ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE SORGO (*Sorghum vulgare*) EN GRANO  
EN LOS PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES EN MÉXICO EN EL  
PERIODO 2004-2013**

Por:

**JOSÉ IGNACIO ESPITIA CEDILLO**

**TESIS**

Que se somete a consideración del comité asesor como requisito parcial

LICENCIADO EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y AGRONEGOCIOS.

APROBADA

  
\_\_\_\_\_  
**ING. LORENZO CASTRO GÓMEZ**  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. ESTEBAN OREJÓN GARCÍA**  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
**LIC. JOSUÉ ISRAEL GARCÍA LÓPEZ**  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
**DR. LORENZO A. LÓPEZ BARBOSA**

Coordinador de la División de Ciencias Socioeconómicas

Buenavista, Saltillo Coahuila, México, Junio de 2015

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



**DIV. CS. SOCIOECONÓMICAS  
COORDINACIÓN**

# AGRADECIMIENTOS

## **A Dios Padre**

*Por darme la dicha de vivir, por todo lo que me ha permitido alcanzar en mi corta vida, por cuidar siempre de mi familia y darme la fe y esperanza para no darme nunca por vencido. Gracias por permitirme soñar y hoy me das la oportunidad mi sueño. A ti señor gracias.*

## **A mi Alma Terra Mater**

*La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme abierto sus puertas y permitirme cumplir una meta más en la vida, también gracias por los momentos inolvidables que viví en tus instalaciones y porque fue aquí donde conocí el verdadero significado de la amistad. Es un orgullo para mí llevar tu nombre y ser buitre por siempre.*

*Al **ING. Lorenzo Castro Gómez**, por su gran apoyo y confianza, por el tiempo dedicado en el desarrollo de este proyecto, por su asesoría en la elaboración de la tesis.*

*Al **LIC. Josué Israel García López**, por su apoyo incondicional, por sus conocimientos, experiencia, y consejos. Gracias por su amistad y apoyo de verdad que los valoro mucho. Es una gran persona y se le estima carnal.*

*Al **M.C Esteban Orejón García**, por el apoyo y tiempo brindado en la aportación y revisión de esta investigación.*

A **Conchis y Rubí**, por haberme abierto las puertas de su casa aun sin conocerme, porque se convirtieron en mi segunda familia, por todos los gratos momentos que pasamos juntos, me llevo muy buenos recuerdos que serán inolvidables y quiero que sepan que siempre estaré para ustedes. Las quiero mucho.

### **A mis amigos**

A su apoyo incondicional porque siempre estuvieron conmigo en mis alegrías y tristezas por los momentos inolvidables que he pasado con ustedes, por el momento de preocupación y estrés durante la formación profesional y más en las materias del profe óscar a como batallamos en esas clases. Bueno para concluir les deseo lo mejor y recuerden que siempre contaron conmigo.

# **DEDICATORIA**

*Dedicado a mis padres*

*Con el más grande amor, gratitud y cariño que se merecen.*

**A mi madre:**

**Sra. Cecilia Cedillo González**

*Gracias por cuidar siempre de mí, por tenerme siempre presente en tus oraciones, por los buenos consejos que me has brindado y que hoy de adulto no solo confía en mí sino que también palabras de motivación me ha dado. Eres la mejor TE AMO MAMÁ.*

**A mi padre:**

**Sr. Saturnino Espitia Campis**

*Por haberme apoyado en la realización de este sueño, y llamarme la atención cuando lo era necesario, así como el haberme enseñado a trabajar ese trozo de tierra bondadosa. Usted ha sido lo mejor que Dios me ha dado en la vida y siempre será mi ejemplo a seguir porque usted fue mi primer maestro y aun tengo muchas cosas que aprenderle. GRACIAS PAPÁ TE QUIERO MUCHO.*

**A mis hermanos:**

***Luis Enrique**, por la confianza que siempre me brindaste para salir adelante, por su gran apoyo incondicional y generoso durante mi formación profesional al cual estaré eternamente agradecido.*

**Maribel, Nancy, Mario, Adrian**

*Gracias por apoyarme en momentos fáciles y difíciles por su apoyo para que saliera adelante y aun mas con el apoyo en mi formación profesional. También por ser un ejemplo de superación personal en la vida, por la confianza y estímulo que siempre me han brindado.*

*Porque aun sin haber convivido mucho tiempo con ustedes me han demostrado el cariño que me tienen y han confiado en mí, y siempre recurriendo a su ayuda cuando lo necesitaba sabiendo que contaría con ustedes. Son los mejores hermanos que Dios me pudo haber dado, siempre estaré agradecido con ustedes por todo el apoyo que me brindaron durante mi formación. Los amo.*

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
--------------------	---

## CAPÍTULO I

### FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes .....	3
1.2 Justificación de la investigación .....	4
1.3 Planteamiento del problema .....	6
1.4 Objetivos .....	7
1.5 Hipótesis.....	8
1.6 Variables analizadas .....	8
1.7 Metodología .....	8

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2 Producción Agrícola .....	11
2.1 Análisis de las variables .....	13
2.2 Modelo.....	14
2.2.1 Modelo de regresión .....	15
2.3 Regresión lineal múltiple .....	15
2.3.1 Regresión .....	15
2.4 Prueba t estudent .....	15
2.5 Nivel de significancia.....	16

## CAPÍTULO III

### ASPECTOS GENERALES DEL SORGO GRANO (*SORGHUM VULGARE*) Y SU IMPORTANCIA ECONÓMICA

3.1 Condiciones agroclimáticas del cultivo.....	17
3.2 Descripción de la planta .....	18
3.4 Variedades y características del sorgo .....	19
3.5 Procesos de producción del sorgo grano .....	21
3.5.1 Manejo de cultivo.....	21
3.5.2 Plagas que atacan al cultivo .....	22
3.6 Enfermedades.....	24

3.7 Cosecha y manejo de post cosecha.....	25
3.8 Producción mundial.....	26
3.8.1 Principales países productores de sorgo grano .....	26
3.8.2 Consumo mundial.....	27
3.9 Producción nacional .....	28
3.9.1 Principales estados productores de sorgo. ....	29
3.9.2 Superficie cosechada.....	30
3.9.3 Exportaciones .....	30
3.9.4 Importaciones.....	31
3.10 Comercialización en México .....	32
3.10.1 Problemas de comercialización .....	33
3.10.2 Comercio exterior .....	35
3.11 Canales de distribución .....	35
3.11.1 Canales y sistemas de comercialización en el mercado nacional .....	35
3.11.2 Canales y sistemas de comercialización en el mercado internacional.....	37

#### **CAPÍTULO IV**

#### **ANÁLISIS DE LAS VARIABLES ASOCIADAS A LA PRODUCCIÓN DE SORGO EN GRANO (*Sorghum vulgare*).**

4.1 Resultados estadísticos.....	43
4.2 Análisis de regresión.....	43
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>48</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>55</b>



## ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Principales productores de sorgo en el mundo (ciclo 2010/11) .....	26
Grafica 2. Principales estados productores de sorgo en grano.....	29
Grafica 3. Superficie cosechada de sorgo en Ton/Ha en el periodo 2004-2013 .....	30
Grafica 4. Principales países exportadores de sorgo periodo 2010-2015.....	31
Grafica 5. Principales países importadores de sorgo periodo 2010-2015.....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Canales de comercialización de sorgo grano en el mercado mexicano.....	37
Figura 2: Canales de distribución y comercialización de granos básicos (maíz, sorgo, trigo, frijol etc.) .....	38

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Producción de sorgo grano en Tamaulipas 2004-2013.....	39
Cuadro 2: Producción de sorgo grano en Guanajuato.....	40
Cuadro 3: Producción de sorgo grano en Sinaloa .....	40
Cuadro 4: Producción de sorgo grano en Michoacán .....	41
Cuadro 5: Producción de sorgo grano en Nayarit.....	41
Cuadro 6: Producción de sorgo grano en Morelos .....	42

Correo Electrónico; José Ignacio Espitia Cedillo, [sevastianec\\_08@hotmail.com](mailto:sevastianec_08@hotmail.com)

## INTRODUCCIÓN

El sorgo es el principal cereal de importancia en muchas partes del mundo por su resistencia a las sequías y a altas temperaturas, en nuestro país la importancia del sorgo como parte importante en el sistema de producción se muestra en la utilización como grano y forraje para alimento en explotaciones pecuarias y consumo humano, en la actualidad el sorgo representa el principal grano en algunas partes de África, Asia, India y China en donde se constituye una gran parte de la dieta humana.

Se ha reforzado por la importancia creciente en el consumo como cereal, el sorgo tiene un mercado para su comercio en fresco o en su transformación brindándole un valor agregado para obtener productos diferenciados como harinas para la fabricación de galletas, bizcochos, pan etc.

La importancia de la producción de sorgo grano en los estados de Tamaulipas, Guanajuato, Sinaloa, Michoacán, Nayarit y Morelos se reflejan en la permanencia y el arraigo para la producción de este cultivo y sus tendencias a la alza en la variables asociadas en el sistema productivo del sorgo entre estas se encuentran, el volumen de producción, superficie sembrada, superficie cosechada, rendimientos obtenidos, precio medio rural y valor de la producción, para este producto dejando una gran diferencia de acuerdo al modo de siembra ya sea de riego o temporal en los seis estados principales durante el periodo 2004-2013. Dadas las diferentes características del sistema producto de sorgo para cada estado, se empleó un análisis con el fin de explicar la interacción entre las variables del sistema productivo e identificar la relación o correlación existente entre ellas.

La producción ha registrado un comportamiento estable produciéndose en promedio anualmente el 58.9% de la participación mundial. Según datos de la

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) para el ciclo 2010-2011, el primer lugar a nivel mundial en cuanto a producción de sorgo es Nigeria y su producción es de 11.7 millones de toneladas tomando un orden de importancia le siguen Estados Unidos de América (EUA), India, Sudán, Argentina y México el cual tiene una producción de 7 millones de toneladas anuales.

El consumo de sorgo alimentario aumentaría un 1.7%, fijándose en 26,4 millones de toneladas, cifra que podría ser superior pero inferior a la prevista por el descenso de la producción de África e India (principales consumidores alimentarios de sorgo). Un aumento del consumo industrial, se vería reforzado en 4.7% y colocarse en 6 millones de toneladas, aunque esta cifra podría rebajarse por la mayor oferta de maíz a precios más económicos en EUA, que han frenado su uso para producción de etanol a favor del maíz.

El presente trabajo nos permite analizar la importancia que tiene este cultivo a nivel nacional así como tener un mejor panorama sobre el sistema productivo y las variables asociadas. En base a los resultados obtenidos, mediante al análisis del modelo de regresión aplicado a las variables ya mencionadas se concluye que en los seis estados productores de dicho grano tiene una misma tendencia de acuerdo a la producción, como referencia tenemos que las  $t$  calculadas son altamente significativas con un 95% de certeza.

Los valores que registraron las  $t$  calculadas para los seis modelos son mayores de uno, por lo que son significativas por lo tanto pasan la prueba. Tomando como punto de referencia los valores que se registró con la prueba F, en los seis modelos de regresión lineal múltiple, son aceptados porque son mayores de  $>1$  uno, esto es debido a que se obtuvo una  $R^2$  muy cercana a uno, por lo que son confiables.

**Palabras Clave:** producción, sorgo grano, modelo de regresión, estados productores, México.

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

El presente capítulo tiene por objetivo el exponer lo principales elementos que guía la investigación, como son los antecedentes, planteamiento del problema, justificación, objetivos, hipótesis, variables y metodología empleada durante el desarrollo de la investigación, esto se describe a lo largo del capítulo.

### 1.1 Antecedentes.

El sorgo (*sorghum vulgare*) es una planta originaria de la India, de la familia de las gramíneas. Con cañas de un metro y medio de altura, llenas de un tejido blanco y dulces, vellosas en los nudos; hojas lampiñas, ásperas en los bordes, flores en la panoja floja grande y derecha, o espesa, arracimada y colgante y granos mayores que los cañamones, algo rojizos blanquecinos o amarillo.

Los primero informes muestran que el sorgo existió en la India a. d C. estructuras que lo describen, se hallaron en ruinas sirias 700 años a. d. C. Sin embargo, el sorgo quizás sea originario de África - Etiopía o sudan, pues es allí donde se encuentran la mayor diversidad de tipos.

El sorgo es uno de los principales granos básicos del país, su crecimiento se ubica en la década de los sesenta, cuando se produce un cambio en el patrón de cultivos, no solo en México si no en América Latina; llegando a formar parte de la cadena de producción que permite suministrar al mercado de alimentos, proteína de origen animal. En México el cultivo de sorgo se inicio a los principios del siglo pasado no se tiene una fecha precisa de la llegada de este cultivo, lo que es un hecho es que su crecimiento y explotación comercial se inició en la década de los sesenta y fue durante la segunda mitad de esta en la que se inició un desarrollo importante.

El sorgo (*sorghum vulgare*) es el principal cereal de importancia en muchas partes del mundo por su resistencia a la sequía y a altas temperaturas, en nuestro país la importancia del sorgo como integrante de un sistema de producción, radica en la utilización como grano y forraje para alimento en explotaciones pecuarias, en la actualidad el sorgo representa el principal grano en algunas partes de África, Asia, India/Pakistán y China en donde constituye la gran parte de la dieta humana.

Se estima que en los últimos años, la producción ha registrado un comportamiento relativamente estable produciéndose en promedio anualmente 65 millones de toneladas aproximadamente, cinco países concentran el 66.2% de la producción mundial, siendo el principal productor Nigeria, según datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (*United States Department of Agriculture USDA*) del 2010-2011 este país reporto una producción de 11.7 millones de toneladas le sigue en el orden de importancia Estados Unidos de América (EUA), México, India y Sudan, ocupando México el tercer lugar como país productor, con una producción de 7.0 millones de toneladas lo que representa el 10.7% del total global.

En los últimos años, el mercado de exportación del sorgo ha demostrado una tendencia positiva en el mercado externo; es decir, la cantidad demandada de sorgo ha crecido favorablemente, sin embargo, es necesario estudiar el comportamiento de algunas variables asociadas con el sistema de producción de sorgo en grano, para los principales estados productores, esto con el fin de identificar posibles diferencias entre sistemas productivos para cada estado.

## **1.2 Justificación de la investigación**

El sorgo es uno de los principales granos en el mundo, su importancia radica en que nutre de materia prima en la industria generadora de alimentos balanceados para animales, la cual, a su vez, permite que en el mercado alimentario se disponga de proteínas de origen animal.

El sorgo en grano puede ser destinado tanto para alimento humano y como alimento forrajero para los animales y para procesos industriales, es importante señalar que el principal uso que tiene este grano a nivel mundial es el forrajero, y en menos medida para consumo humano. Presenta un valor alimenticio igual al que presenta el maíz, promediando 2% más en proteínas y 1% menos en grasa; pese a ello el ganado incrementa su peso con el grano en la misma medida que con el maíz, aunque en materia de eficacia en la etapa de engorda del ganado, es mayor la de maíz.

Sin embargo algunos granos son más demandados para el alimento de ganado, debido a que unos de ellos presentan un sabor amargo. En algunos países de África y Asia el 75% del cultivo de sorgo se destina al consumo humano, utilizando el grano en distintas formas a la hora de preparar alimentos, en la actualidad se desarrollan investigaciones para incrementar el contenido de lisina en el sorgo mejorando con ellos la calidad del grano y su crecimiento en el consumo humano.

Con el sorgo también se elaboran harinas con un sabor agradable, de fácil digestión y semejante a la del trigo, los granos conocidos son de un aspecto agradable constituyendo así un alimento semejante al arroz. El sorgo es empleado en un gran número de procesos industriales donde se puede extraer almidón. Es utilizado en la preparación de alimentos balanceados, también se puede hacer harina de sorgo sola o en composición de harinas compuestas para la fabricación de galletas, bizcochos, pan, etc.

En México se producen alrededor de 6 millones de toneladas de sorgo grano al año y se importa 2.5 millones, lo que presenta la importancia económica del cultivo y la oportunidad de negocio que existe ante la demanda insatisfecha de granos forrajeros por la industria pecuaria.

El 88% de la producción nacional se concentra en 6 entidades, donde Tamaulipas participa con un 37%, Guanajuato con 25%, Sinaloa con 10%, Michoacán con 8%, Nayarit 5% y Morelos con 3%.

Su participación en la agricultura es de gran importancia, pues ocupa el segundo lugar en cuanto a producción obtenida de los diez principales granos básicos, después del maíz y tercer lugar en cuanto a superficie sembrada, después del maíz y el frijol.

En México, el sorgo está considerado como un grano forrajero por excelencia por su aportación al fomento y desarrollo de especies pecuarias proveedoras de alimentos básicos y el bajo precio relativo para la población, como las carnes de aves y cerdos.

El sorgo grano se ha considerado como un sustituto de maíz, ya que es utilizado en la preparación de alimentos balanceados, fuente de materia prima para la obtención de harina (almidón) y aceites, así también como el aprovechamiento del rastrojo para alimento de bovinos y equinos en menores proporciones. Por su impacto tanto económicos como social es importante analizar las principales variables asociadas con la producción de sorgo para los principales estados productores.

### **1.3 Planteamiento del problema**

La producción del sorgo (*Sorghum vulgare*) a nivel nacional ha presentado diversos problemas de viabilidad para este cultivo entre las principales causas limitantes se encuentran el perfil productivo minifundista (productores con menos de 5 has) que está establecido en el sistema producto del sorgo, condiciones climáticas adversas, escasez del recurso agua y los cambios constantes en los mercados, entre los cuales está implicado el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), el cual trajo consigo al país la apertura comercial y

permitió las importaciones de sorgo proveniente de mercados extranjeros lo cual ha influido de manera directa y negativa a la competitividad de este producto a nivel nacional, ya que por causas de bajos rendimientos, mala calidad, mal manejo agronómico del cultivo, recursos insuficientes e infraestructura, se concluye que el sistema producto para sorgo en grano presenta grandes deficiencias que lo limitan en el mercado ya sea nacional e internacional ya que las grandes potencias económicas se encargan de excluir a los pequeños productores.

Por las problemáticas mencionadas en la producción de sorgo en grano a nivel nacional, y al bajo valor monetario que se le da en el mercado a nivel regional, como nacional es clave identificar la relación entre las variables, superficie sembrada, rendimiento y precio medio rural obtenido por el productor. El planteamiento de este problema, pretende determinar el comportamiento de dichas variables a analizar en el sistema producto del sorgo en grano, para los principales estados productores con el fin de desarrollar propuestas para obtener un producto más competitivo en la economía nacional.

## **1.4 Objetivos**

### **General**

Analizar la situación y tendencias de la producción de sorgo grano en los principales estados productores de México en el periodo 2003-2014

### **Específicos**

- Analizar la situación de la producción del sorgo grano y sus tendencias.
- Ampliar los conocimientos generales del cultivo del sorgo en grano.
- Determinar a través de un modelo de regresión lineal múltiple la relación existente entre la producción.



## **1.5 Hipótesis**

La hipótesis planteada tiene como supuesto que la producción de sorgo en grano para los principales estados productores no presenta diferencias que se pueden considerar como significativas para cada estado ya que el comportamiento de las variables como superficie sembrada, superficie cosechada, rendimiento, precio medio rural y valor de la producción, tienen una relación directa con la producción.

## **1.6 Variables analizadas**

Las variables nos servirán para encontrar la relación que tienen con la producción. Las variables que se consideraron para el modelo de regresión lineal son las siguientes:

- Producción de sorgo (Ton)
- Superficie sembrada (Ha)
- Superficie cosechada (Ha)
- Precio Medio Rural
- Rendimiento obtenida a partir de la superficie sembrada
- Valor de la producción

## **1.7 Metodología**

La Metodología que se empleara pretende cumplir los objetivos e hipótesis, de este trabajo, el cual se desarrolló en tres fases. La primera parte consistió en la obtención de información y por otra parte una exhaustiva revisión de literatura para una mayor comprensión de la temática, y entre las principales fuentes de información consultadas se encuentran, tesis, artículos científicos, relacionadas con el sector primario donde se encuentra información disponible al público, entre las principales están en la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural,

Pesca y Alimentación (SAGARPA) y Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

Para la segunda parte se realizó una base de datos para cada una de las variables a evaluar, posteriormente se realizó el análisis a través de un modelo de regresión lineal, utilizando información de series de datos obtenido en el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera anuales correspondientes al periodo de 2004 a 2013. Se aplicara el método de mínimo cuadrados ordinarios para la estimación de los parámetros, los cuales servirán para establecer el análisis de varianza.

Y posteriormente se llevó a cabo la interpretación de los datos obtenidos, esto con el fin de identificar diferencias para cada estado y observa verdaderamente la importancia de las principales variables asociadas con el sistema productivo del sorgo en grano. Esta información permitirá explicar posibles diferencias significativas en cuanto a la producción obtenida para cada estado y dar un posible diagnostico si existiese una problemática en la producción de sorgo en grano.

En la última etapa del trabajo se desarrolló el escrito del mismo, y posteriormente se realizaron las correcciones correspondientes, para obtener el documento final de la investigación, para su presentación ante el jurado evaluador.

En base a la revisión de literatura y al conocimiento del tema, la investigación se estructuro en cuatro capítulos. En el primero se exponen los aspectos generales del cultivo de sorgo grano tales como su origen y variedades, justificación, objetivos e hipótesis, etc.

En el segundo capítulo se presentan las generalidades del cultivo del sorgo, taxonomía, morfología, variedades condiciones agroclimáticas óptimas para el

desarrollo del cultivo, manejo del cultivo, siembra, plagas y enfermedades entre otros conceptos.

Para el tercer capítulo marco teórico, se desarrollan las definiciones correspondientes al sistema productivo del sorgo. Y en el cuarto y último capítulo se presentan los resultados obtenidos de las tasas medias de crecimiento anual (TMCA) y resultados obtenidos a través del modelo de regresión utilizado para analizar cada una de las variables y la explicación de la interacción de cada una de estas y su grado de influencia en la producción de este cultivo.

Esta investigación puede ser base para la toma de decisiones, para material de consulta hasta para la realización de nuevas investigaciones relacionadas a este cultivo que es sorgo grano a nivel nacional.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

En este capítulo se exponen los principales conceptos aplicados en la investigación y permiten una mejor comprensión en el desarrollo de los capítulos, conceptos relacionados con la producción agrícola, como son superficie sembrada y cosechada, rendimientos, producción, precio medio rural y valor de la producción, así como conceptos de modelo, modelo de regresión y los elementos a considerar para su estimación.

#### **2 Producción Agrícola**

Ramírez (2012) menciona que la producción agrícola es el principal componente, del conjunto de las actividades agropecuarias, por lo tanto, es de gran importancia evaluar el desarrollo de la producción a nivel estado para determinado producto agropecuario, permitiendo identificar los principales cambios en el sistema productivo de cualquier actividad del sector agrícola.

Las principales variables ligadas al sistema de producción agrícola, y que fueron consideradas para el análisis, son las que se presentan en la base de datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, (SIAP) las definiciones de cada una de las variables se describen en el glosario técnico para la producción Agrícola de la SAGARPA

**Superficie sembrada:** Es la superficie agrícola en la cual se deposita la semilla de cualquier cultivo, previa preparación del suelo y de la cual se lleva el seguimiento estadístico, es la variable más importante de las que genera la actividad agrícola.

**Superficie Cosechada:** Es la superficie de la cual se obtuvo producción, esta variable se genera a partir de que inicia la recolección, la cual puede ser en una sola ocasión como en el caso del Maíz Grano o del Frijol; o en varios cortes como ocurre con los cultivos de recolección, tales como el Tomate Rojo, el Chile verde o la Calabacita, incluye la superficie en que presentó siniestro parcial.

**Producción Estimada:** Es una variable que se calcula a partir de la superficie sembrada. Tiene el propósito de servir de indicador de la producción que se espera obtener a término de ciclo y se puede ir modificando mensualmente con base en el desarrollo fenológico del cultivo. No debe ser igual a la producción programada.

**Producción Obtenida:** Es el volumen de producción que se logró levantar en determinada superficie cosechada. Es un dato de suma importancia ya que con este indicador se determina el comportamiento de la actividad agrícola en el País.

**Rendimiento Obtenido:** Es el resultado de la división de la producción obtenida entre la superficie cosechada. En muchos casos el rendimiento también puede ser un dato y no un calculado, debido a que se puede obtener a partir de la medición física del producto en laboratorio y con ese dato se puede calcular la producción obtenida.

**Rendimiento Estimado:** Es el resultado de la división de la producción estimada entre la superficie sembrada. Tiene el propósito de auxiliar en el cálculo de la producción estimada, como un termómetro de las condiciones del desarrollo fenológico del cultivo, sobre todo en condiciones de temporal, si hay buenas condiciones climáticas, y físicas el rendimiento estimado tiende a la alza, si por el contrario se presentan condiciones de sequía, exceso de humedad, etc., el rendimiento estimado tiende a la baja. No debe ser igual al rendimiento del Programa.

**Valor de la producción:** Es el resultado de multiplicar la producción por el precio medio en un periodo determinado.

**Precio Medio Rural:** Se define como el precio pagado al productor en la venta de primera mano en su parcela o predio y/o en la zona de producción, por lo cual no debe incluir los beneficios económicos que a través de Programas de Apoyo a Productores puedan otorgar el Gobierno Federal y/o Estatal, ni gastos de traslado y clasificación cuando el productor lo lleva al centro de venta.

**Superficie de Riego:** Es el área donde se realiza la aplicación artificial de agua para beneficiar los cultivos. En la actualidad existen diferentes tipos de riego; reconocemos riego por goteo, aspersión, auxilio y punteo. Cuando hay superficie declarada como temporal y por alguna razón o forma se le aplique riego artificial, forma parte de la superficie de riego.

**Superficie de Temporal:** Es el área en la que el desarrollo completo de los cultivos depende exclusivamente de las lluvias o de la humedad residual del suelo. En el caso particular de la áreas dominadas por obras de riego, pero que en el ciclo no recibieron beneficio del riego forman parte de la superficie de temporal.

Es una representación simplificada de la realidad. Para el caso del modelo económico, según San Pedro en Castro (1988) las características que deben cumplir estos tipos de modelos son: a) que represente un fenómeno económico real; b) que la presentación sea simplificada y c) que se haga en términos matemáticos.

## **2.1 Análisis de las variables**

Hernández Sampieri (2010) define variable como “una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse”.

Los dos principales tipos de variables que comúnmente se consideran en análisis son la variable dependiente cuyo valor (es) que adquiere dependen de los cambios que adquiere otra (s) variables llamadas independientes.

**Variables dependientes:** Como su palabra lo dice, son características de la realidad que se ven determinadas o que dependen del valor que asuman otros fenómenos o variables independientes.

**Variables independientes:** Los cambios en los valores de este tipo de variables determinan cambios en los valores de otra (variable dependiente)

Para analizar la relación existente entre distintas variables se hace uso de modelos, que representan una simplificación de la realidad, para el caso del presente estudio se hará uso de un modelo de regresión lineal el cual servirá para interpretar y medir la relación existente entre las variables asociadas al sistema producto del sorgo en grano en los 6 principales estados productores en México, por esta razón es importante conocer diferentes definiciones que conforman esta temática con el fin de tener una mayor comprensión de los resultados.

Los principales conceptos considerados para esta temática son los siguientes:

## **2.2 Modelo**

Es una representación simplificada de la realidad. Para el caso del modelo económico, según San Pedro en Castro (1988) las características que deben cumplir estos tipos de modelos son: a) que represente un fenómeno económico real; b) que la presentación sea simplificada y c) que se haga en términos matemáticos.

Se utilizan para propósitos de predicción y control, permiten mejorar la comprensión de las características del comportamiento de la realidad estudiada de forma más efectiva que si se observara directamente.

### **2.2.1 Modelo de regresión**

Trata de estimar o predecir el valor de unas variables dependiente en función de valores conocidos de variables explicativas. Este modelo trata de explicar con una relación funcional tipo lineal los cambio en la medida de las variables dependientes debido a los cambios de las variables explicativas.

### **2.3 Regresión lineal múltiple**

Analiza la relación entre dos o más variables que de alguna manera estén relacionadas entre sí por lo que es posible que unas de las variables puedan están en función de otra u otras variables.

#### **2.3.1 Regresión**

Gujarati D. 1997 señala que el análisis de regresión está relacionada con el estudio con la dependencia de una variable llamada dependiente, con una o más variedades adicionales, llamada independientes, con la perspectiva de estimar el valor medio o promedio de la primera en términos conocidos de las segundas.

#### **2.4 Prueba t estudent**

La prueba de  $t$  student, es un método de análisis estadístico, que compara las medidas de dos grupos diferentes. Es una prueba paramétrica, o sea que solo sirve para comparar variables numéricas de distribución normal.



## **2.5 Nivel de significancia**

El nivel de significación de un test es el concepto estadístico asociado a la verificación de una hipótesis. En pocas palabras, se define como la probabilidad de tomar la decisión de rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera (decisión conocida como error típico o falso positivo) la decisión se toma a menudo utilizando el valor de P (o p-valor): si el valor de P es inferior al nivel de significación entonces la hipótesis nula es rechazada. Cuando menor sea el valor P, más significativo será el resultado.

## CAPÍTULO III

### ASPECTOS GENERALES DEL SORGO GRANO (*SORGHUM VULGARE*) Y SU IMPORTANCIA ECONÓMICA

En este apartado se da a conocer los principales aspectos de estudio en cuanto al origen del cultivo sorgo, y algunas de sus principales generalidades, por lo cual se describen las condiciones agroclimáticas del cultivo, descripción fenológica de la planta, taxonomía y morfología, variedades dentro de la especie, proceso de producción del sorgo para grano, manejo agronómico del cultivo, cosecha y manejo post cosecha, producción nacional (principales estados productores), principales países productores (exportaciones e importaciones) y lo correspondiente a los canales de distribución.

#### 3.1 Condiciones agroclimáticas del cultivo

Las exigencias en el calor del sorgo grano, son más elevadas que las del maíz. Se adapta bien el crecimiento en las zonas áridas o semiáridas cálidas. Soporta sequias durante un periodo largo y reprende su crecimiento cuando cesa la sequia. Para germinar necesita una temperatura de 12 a 13°C, por lo que su siembra ha de hacerse de 3 a 4 semanas después de las del maíz ya que esta se efectúa el 8 de mayo y su temperatura es de 20 a 25°C, para el ciclo primavera-verano.

El crecimiento de la planta no es verdaderamente activo hasta que se sobrepasa los 15°C, situándose el óptimo hasta los 32°C. Durante la floración requiere una mínima de 16°C, pues por debajo de este nivel se puede producir esterilidad de las espigas y reducir el rendimiento del grano. Por el contrario, el sorgo resiste mucho mejor que el maíz a altas temperaturas. Es capaz de sufrir sequias durante un periodo de tiempo bastante largo, y reemprende su crecimiento más adelante cuando cesa la sequía, necesita menos cantidad de agua que el maíz para formar un kilogramo de materia seca.

Se desarrolla bien en terrenos alcalinos, sobre todo las variedades azucaradas que exigen la presencia en el suelo de carbonato cálcico lo que aumenta el contenido de sacarosa de tallos y hojas. Prefiere suelos sanos, profundos, no demasiados pesados, soporta algo de salinidad.

### **3.2 Descripción de la planta**

Los sorgos (*sorghum spp*) son un género de más de 20 especies de gramíneas oriundas de las regiones tropicales y subtropicales de África oriental. Se cultivan en su zona de origen, Europa, América y Asia como cereal para consumo humano y animal, en la producción de forrajes y para la elaboración de bebidas alcohólicas. Su resistencia a las sequías y al calor lo hace un cultivo importante en regiones áridas y es uno de los cultivos alimentarios más importante del mundo.

El sorgo tiene un hábito y una fisiología vegetal similar a la del maíz (*zea mays*), aunque con sistema radicular más extenso y ramificado, de características fibrosas y hasta 1.2 m de profundidad. El tallo del sorgo grano es cilíndrico de 1 a 2 metros de altura, con una inflorescencia terminal en forma de espiga compuesta por flores bisexuales.

### **3.3 Taxonomía y morfología**

El sorgo pertenece a la familia de las gramíneas. Las especies son el *Sorghum vulgare* y el *andropogon sorghum sudanense*. Es una planta que tiene una altura de 1 a 2 metros. Tiene una inflorescencia en panoja y semilla de 3 mm, esférica y oblonga; de color negro, rojizo y amarillento, sistema radicular que puede llegar en terrenos permeables a 2 metros de profundidad. La utilización del sorgo es la producción de grano para la elaboración de concentrados para el ganado y también la planta se utiliza para el forraje.

El valor energético del grano del sorgo es un poco inferior a la del maíz, el del sorgo es generalmente un poco más rico en proteínas, pero más pobre en materia grasa, como la del maíz, son de un valor biológico bastante débil; son particularmente deficitarias en lisina.

### **3.4 Variedades y características del sorgo**

Existen variedades consideradas clásicas, que pueden englobarse en unas series típicas de las diversas zonas del mundo en donde se ha cultivado el sorgo desde hace varios años.

**Durra:** esta variedad esta intensamente cultivada en el norte de África, suroeste de Asia y en la India. Presenta una panoja compacta y dura lo que la hace en cierta medida resistente a los ataques de los pájaros. La extensión de la panoja es bastante pobre. Tiene raquis, rumas y ramas de la panoja pubescentes y hojas oscuras. Es una variedad susceptible a la sequía.

**Feterita:** procede de sudan, su característica principal es la precocidad. Es intermedio de durra y milo; tiene 8-9 hojas de color verde claro y una buena extensión de panoja siendo esta compacta y puntiaguda en el ápice. El grano, es color blanco tiza con testa marrón.

**Hegary:** da origen a los sorgos sensibles al fotoperiodo. Es resistible a la sequía por detención de crecimiento. Tiene abundante macollaje, forraje y tallos jugosos, lo que lo hace muy apto para pastoreo. La panoja es elíptica, semicompacta con aspectos de ramillete y el grado es blanco azulado.

**Kafir:** originaria de África tropical desde donde se ha extendido por todo el mundo. Se caracteriza por poseer buena extensión de la panoja (compacta), por ser buen forraje (plantas de 1,3 a 2,7 m de alto, tallo fuerte y de 12 a 15 hojas verde oscuro) y por su resistencia a la sequía.

**Kaoliang:** constituye uno de los cultivos más antiguos de china. Esta adoptado a zonas más frías. Posee poca extensión de la panoja, es poco macollador, con 7 a 10 hojas de color verde oscuro y cortas. El grano tiene taninos que le confiere un color castaño y propiedades anti-pájaros.

**Milo:** originario de África, es una variedad importante pues ha sido base de numerosas hibridaciones; es macollador, tiene 8 a 10 hojas verdes de color oscuro con nervadura blanca, panoja oval, corta y compacta, con extensión pobre. El grano es blanco, amarillento o marrón y tiene un embrión grande.

**Shallu:** procede de la India. También del tipo anti-pájaro pero en este caso debido a la gran flexibilidad de sus panojas. Es un sorgo de abundante macollaje, con 7 a 10 hojas de color verde claro, panojas erectas cónicas y muy laxas. El grano es pequeño vítreo, duro, de color blanco amarillento.

**En México se cultivan tres variedades de sorgo, se clasifica por el uso que se le da:**

**Sorgo escobero:** Es aquella variedad que tiene una mayor precocidad y resistencia, y cuya espiga es utilizada para la elaboración de las escobas. La entidad que destaca en la producción de esta variedad es Coahuila con el 79% de la producción nacional durante el año 2013, seguido por Michoacán y Durango, con el 9 y 7 por ciento, respectivamente.

**Sorgo forrajero:** Es aquella variedad sacarina, que está considerada como uno de los forrajes más nutritivos, sobre todo cuando están verdes. La entidad que destaca en la producción de esta variedad es Coahuila con el 24% de la producción nacional durante el año 2013, seguido por Durango y Chihuahua, con el 17 y 13 por ciento, respectivamente.

**Sorgo grano:** el cual me ocupare en esta investigación, es aquella variedad no sacarina y de la cual se busca explotar principalmente el grano, el cual se ha constituido como la principal materia prima en la industria de alimentos balanceados.

### **3.5 Procesos de producción del sorgo grano**

El sorgo granifero normalmente se ha venido utilizando en nuestro país con un doble propósito. Pero sin explotar totalmente su potencial en la producción de excedentes extras de grano y forrajes. Se entiende excedente extra a la segunda cosecha de grano luego de ser realizado el primer corte la planta la cosecha original del grano o primera cosecha.

En general al referirnos a sorgo granifero o costos de ingresos en la producción comercial, no se incluye en esta contabilidad los ingresos extras que se obtienen a través del uso de la paja o rastrojo en la engorda de animales; todo es referido a ganancias o pérdidas relativo al grano de consumo obtenido. Muchos productores equilibran sus ganancias con el engorde de animales al usar rastrojo de sorgo.

#### **3.5.1 Manejo de cultivo**

El manejo de cultivo se comprende en cuatro etapas que a continuación se describen.

**Siembra:** esta se realiza en forma mecanizada, con sembradoras de trigo o de maíz equipadas con discos adaptados al grano del sorgo. Es esencial no enterrar demasiado el grano pues la planta no alcanzaría a salir o el grano se pudre es por eso que se recomienda una profundidad de 2 a 4 centímetros.

**Control de malezas:** se deben aplicar herbicidas de pre y post emergencia. Sin embrago el uso de herbicidas para el sorgo, puede ocasionar inconvenientes, a

veces se producen daños en las plántulas o el control de malezas no es total. Los herbicidas que se utilizan son propazina y atrazina como pre emergente o Diuron como post-emergencia.

**Fertilización:** varía según la zona y época del cultivo en las zonas semiáridas se utilizan de 22 a 44 kg de nitrógeno por hectárea en estas zonas el cultivo requiere de dos a tres riegos.

**Cosecha:** no es conveniente que la semilla este madura para cosechar la fibra del sorgo. El valor de la fibra depende principalmente de su estado en el momento de ser comercializada.

La fibra está en condiciones de ser cosechada cuando las semillas han alcanzado aproximadamente el estado lechoso. En ese estado toda la fibra esta verde desde el extremo hasta la articulación, si se cosecha muy temprano cuando los extremos más bajos de la fibra están todavía amarillos estos serán débiles y no tendrán elasticidad.

El cultivo llega a su término entre 120 a 150 días de la siembra aconsejándose su cosecha temprana para impedir su caída de panojas en el proceso. Dentro de la panoja la floración dura entre 6 y 7 días, en la etapa de maduración, los granos maduran de arriba hacia abajo y desde afuera hacia adentro, razón por la cual debe iniciarse la cosecha cuando se observe casi la mitad superior de la panoja con grano maduro.

### 3.5.2 Plagas que atacan al cultivo

Plagas de suelo

- a) Gusano de alambre. *Agriotes lineatus*.
- b) Gusano blanco. *Anoxia villosa*.
- c) Gusanos grises. *Agrotis segetum*.

d) Tipulidos. *Tipulia oleracea*

Lo recomendable para que estas plagas no aparezcan en el cultivo es:

- Labrar bien los campos de 5 a 6 semanas antes de la siembras, manteniéndolos limpios de maleza.
- Cuidar que el sorgo se conserve limpio de maleza hasta bien desarrollado.
- Si se aplican herbicidas es importante la humedad en primer término y la temperatura, no es conveniente aplicar en horas de intenso sol o muy fríos y debe haber suficiente humedad para que la planta este en actividad. La atrazina es el herbicida más usado a dosis comercial y controla pata de gallina, pasto colorado, cola de zorro y la mayoría de las hierbas de hoja ancha.

### **Plagas del cultivo**

El sorgo, como otros cultivos, es atacado durante su crecimiento y desarrollo por insectos y otras plagas secundarias y ocasionales.

Entre las principales plagas, se mencionan:

**Heliothis sp:** es un lepidóptero que ataca a numerosas plantas. A veces se confunden los ataques con los de gardama.

**Gusano cogollero:** se alimenta de las partes tiernas de las hojas. Daña la panícula antes de que emerja, y después de la emergencia de esta se alimenta del grano en desarrollo.



**Gusano soldado:** se alimentan de los márgenes de las hojas, avanzando hacia adentro de está dejando solamente la nervadura central. Puede alimentarse del grano en maduración.

**Araña roja:** es un pequeño acaro apenas visible a simple vista, que produce grandes daños en numerosas plantas. Vive en el envés de las hojas.

**Mosquita de la panoja:** ataca durante la floración, causando pérdidas cercanas al 100% si no se controla oportunamente.

**Barrenador del tallo:** es una plaga que puede ocasionar importantes pérdidas, principalmente en siembras tardías. Las mariposas ponen sus huevecillos en el envés de las hojas y las larvas se alimentan primero del tejido de las hojas, perforando luego los tallos introduciéndose en su interior. Como consecuencia las plantas se quiebran antes o durante la cosecha.

### 3.6 Enfermedades

**Mancha gris de la hoja:** esta enfermedad aparece en el sorgo en la etapa intermedia del ciclo vegetativo del cultivo, aproximadamente después de los 60-70 días después de la siembra. Cuando las variedades son muy susceptibles el hongo daña completamente el follaje, causando muerte de las hojas viejas, que es donde inicia.

**Mancha zonada de la hoja:** es una enfermedad que inicia su daño en plantas jóvenes alrededor de los 45 días de edad hasta los 80 días que es cuando desaparece, si la planta es susceptible puede dañar completamente la lamina foliar, afectando la fotosíntesis.

**Roya:** puede aparecer en las proximidades de la floración. Los productos a utilizar son a base de oxicarboxina, propiconazol y triadimenol.

**Carbón:** se manifiesta por la aparición en cualquier tiempo de grandes temores, en la que se observa la epidemia de la parte afectada que encierra polvo negro que son las clamidosporas. Como el carbón se propaga por el aire, tiene poca efectividad la desinfección de la semilla.

**Antracnosis y/o pudrición roja:** aparece en la etapa final de su ciclo vegetativo aproximadamente a los 80-90 días después de la siembra.

### **3.7 Cosecha y manejo de post cosecha**

Se requiere caracteres importantes en la cosecha de sorgo grano, uno de ellos son los siguientes:

- a) Buena producción de sorgo
- b) Tallo fuerte
- c) Uniformidad de la altura
- d) Sin macollo secundarios
- e) Granos grandes y pesados, fáciles de trillar y de calidad alimenticia, ya sea para la alimentación animal o humana.
- f) Panoja erecta con pedúnculo fuerte y largo con buena extensión (de 10 a 20 cm por sobre la última hoja), que sea densa y abierta, por la maduración.

Puede cosecharse con 20 a 25% de humedad, con secado posterior si no fuera posible secar hacerlo con 16% más o menos. Se puede aplicar desecante químico con 25 a 30% de humedad. Los sorgos dejan un rastrojo utilizable para la alimentación de los animales, se recomiendan altas cargas para reducir el periodo de pastoreo e iniciar un barbecho y se evitara el desgrane en las panojas caídas o descomposición por la acción de la humedad.

### 3.8 Producción mundial

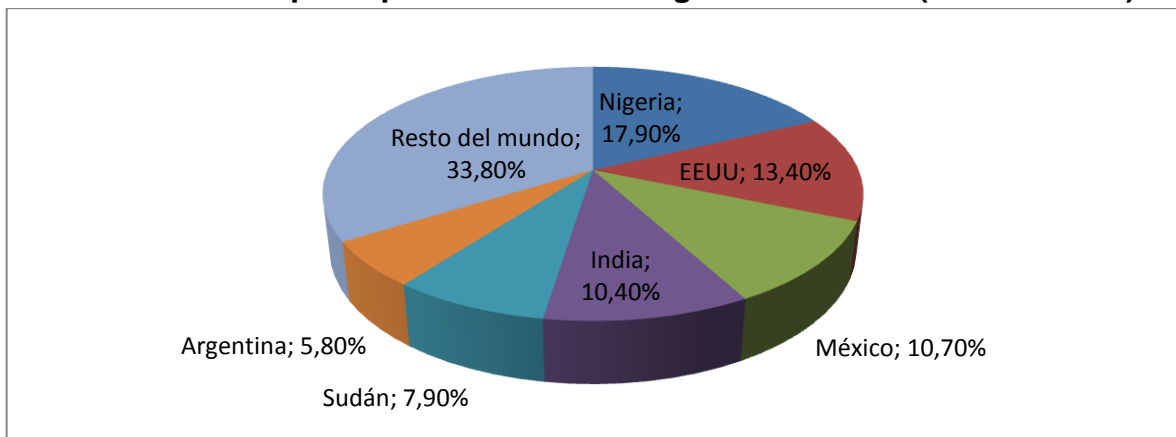
La producción mundial de sorgo si bien no tiene la importancia que tienen otros granos como el trigo, la soya o el maíz, sí es un producto empleado en varios procesos industriales, siendo su principal uso en el sector ganadero, ya que de él se pueden obtener alimentos balanceados o destinarse directamente al consumo del ganado.

A nivel mundial, la estimación de octubre de 2014 para el ciclo 2014/15 del USDA es de una cosecha de 61.6 millones de toneladas, de la cuales el 46% se concentra en cuatro países: Estados Unidos contribuye con el 17%, México con el 11%, Nigeria con el 10% y la India con el 8%. En este contexto cabe destacar que México se perfila como el segundo productor mundial de este cultivo, como se observa en la gráfica contigua.

#### 3.8.1 Principales países productores de sorgo grano

Los pises que más se destacan en la producción de sorgo se deben a los principales factores que permiten su producción como lo es el clima y el suelo principalmente. En la siguiente grafica se muestran los principales países productores de sorgo y los porcentajes que aporta cada uno a nivel mundial.

**Grafica 1. Principales productores de sorgo en el mundo (ciclo 2010/11)**



Fuente: elaboración propia con bases en datos del USDA.

En el ciclo 2010/11, Nigeria ocupó el primer lugar en producción de sorgo (11.7 millones de toneladas) seguido por EEUU (8.8), México (7.0), India (6.8), Sudán (5.2) y Argentina (3.8), juntos producen el 66.2% de la producción mundial.

Los cinco principales países productores son los principales consumidores de sorgo en el mundo (EEUU, México, India, Sudán y Argentina), con el 58.9% de participación.

### **3.8.2 Consumo mundial**

Se estima un consumo mundial 2014/15 de 61,0 millones de toneladas, un aumento interanual de 4%, aunque este porcentaje podría bajar por la gran oferta de maíz para pienso, a precios muy competitivos. El 44% del consumo se destina para pienso, el 43% para el consumo alimentario (valor muy elevado respecto al resto de los cereales para este destino) y el resto en la industria básicamente para las plantas de bioetanol de EEUU.

El consumo de sorgo en Arabia Saudita, se debe a los precios de exportación aceptables desde Argentina principal exportador hacia ese país. Por otra parte, descendería el consumo de sorgo en otros países como México, China, Japón y la UE, debido a la amplia oferta de maíz a precios muy competitivos.

Las previsiones de China primer consumidor de sorgo del mundo, algo más optimistas podrían valorarse en 4,3 millones de toneladas, mismas cifras que la campaña anterior. Por otro lado, el consumo de sorgo para pienso en México y Japón se vería frenado por la amplia oferta de maíz a lo largo de la campaña.

El consumo de sorgo alimentario aumentaría un 1,7%, fijándose en 26,4 millones de toneladas, cifra que podría ser superior pero inferior a la prevista por el descenso de la producción de África e India (principales consumidores

alimentarios de sorgo). Un aumento del consumo industrial, se vería reforzado en 4,7% y colocarse en 6 millones de toneladas, aunque esta cifra podría rebajarse por la mayor oferta de maíz a precios más económicos en EEUU, que han frenado su uso para producción de etanol a favor del maíz.

### **3.9 Producción nacional**

El sorgo representa el grano forrajero con mayor presencia en nuestro país, ya que es el principal ingrediente en la formulación de alimentos balanceados en el sector pecuario. La superficie dedicada a este cultivo alcanzó un promedio de 2 millones de hectáreas en los últimos diez años, con un volumen cercano a los 6.5 millones de toneladas anuales. El rendimiento alcanzó en los últimos cinco años entre 3.7 y 3.9 ton/ha. Para el año 2014 la producción fue de 8 millones de toneladas, principalmente debido a un incremento de la superficie sembrada.

Tamaulipas es el principal productor nacional, al concentrar el 40.3% del volumen y el 38.2% del valor generado en 2012. Otras entidades con una producción importante de sorgo son: Guanajuato, Michoacán, Sinaloa, Nayarit y Morelos.

El 28% de la superficie se cultiva bajo la modalidad riego, de la cual se obtiene el 49% del volumen y valor generados. Asimismo, el 53% de la superficie se cultiva en el ciclo Primavera-Verano y el 47% restante en el Otoño-Invierno.

Al ser el sorgo y el maíz amarillo sustitutos para la alimentación pecuaria, sus precios se encuentran altamente correlacionados. En febrero de 2011, las heladas ocurridas en el norte de México afectaron la superficie sembrada de maíz, principalmente en Sinaloa, por lo que ante la escasez, se exhortó a los ganaderos a sustituir el maíz amarillo por el sorgo. Esto ocasionó un incremento en los precios de más de 40% desde el cierre de 2010.

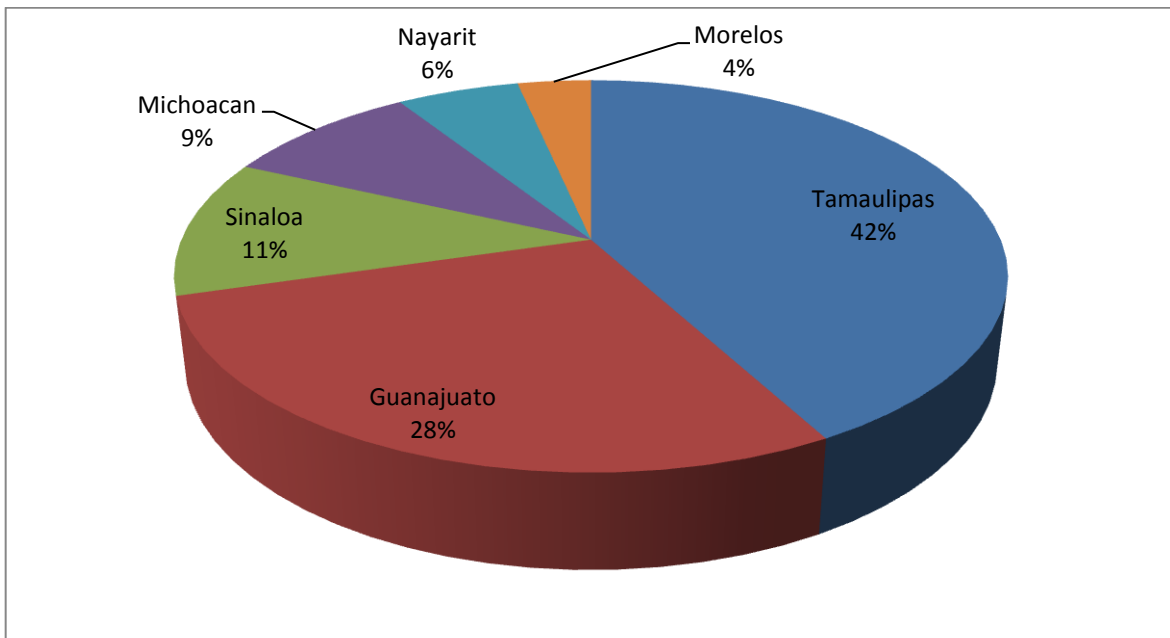
Los precios continuaron elevados y volátiles, debido a la sequía ocurrida entre 2011 y 2012. Sin embargo, desde febrero de 2013 a marzo 2014 los precios han

caído en cerca de un 20%, debido a las condiciones climáticas tanto en México como en el mundo, lo que ha elevado la oferta tanto de maíz como de sorgo.

### 3.9.1 Principales estados productores de sorgo.

Los estados que más se destacan en la producción de sorgo se deben a los principales factores que permiten su producción como lo es el clima y el suelo principalmente.

**Grafica 2. Principales estados productores de sorgo en grano**



Fuente: elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA

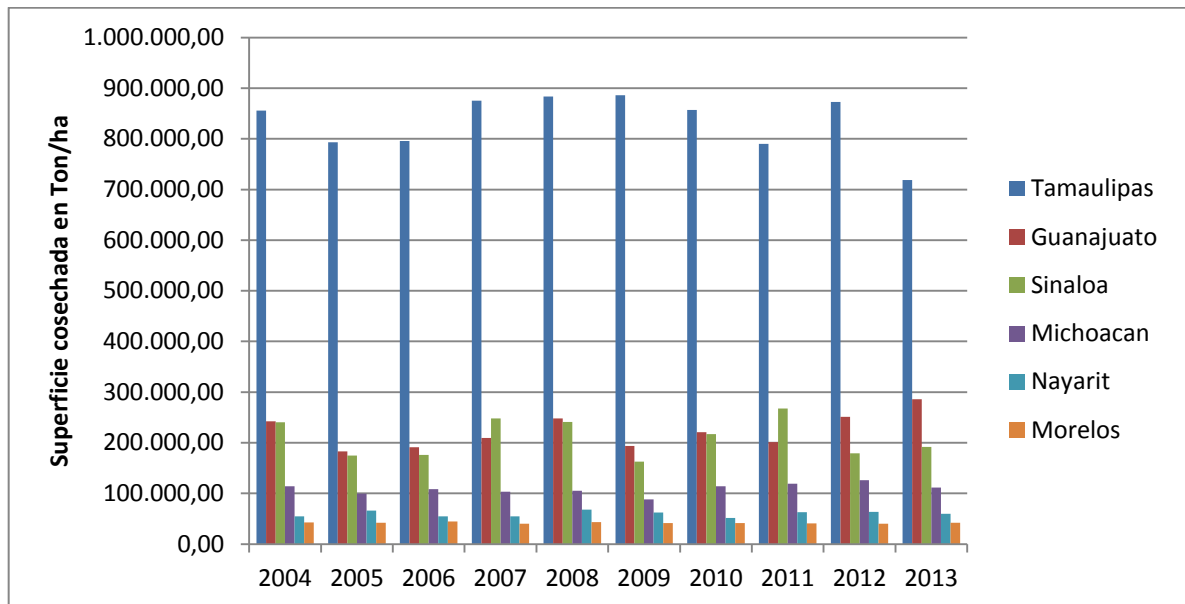
Como se puede observar Tamaulipas ocupa el primer lugar en la producción de sorgo grano con (42%) seguido de Guanajuato (28%), Sinaloa (11%), Michoacán (9%), Nayarit (6%) y Morelos con (4%), es importante destacar que en estos cinco estados se produjo el 100% de la producción nacional de sorgo.

El liderazgo de Tamaulipas en la producción de sorgo se debe a la extensa superficie que cultiva, 941 mil hectáreas, el 48.1% del total nacional, ya que su rendimiento de 2.9 ton/ha es menor al promedio nacional de 3.8 ton/ha en el 2009.

### 3.9.2 Superficie cosechada

En cuanto a la superficie cosechada el comportamiento ha sido de la misma manera, manteniéndose Tamaulipas como el principal estado productor y en la superficie cosechada abarcando un 42% de volumen de producción.

**Gráfica 3. Superficie cosechada de sorgo en Ton/Ha en el periodo 2004-2013**



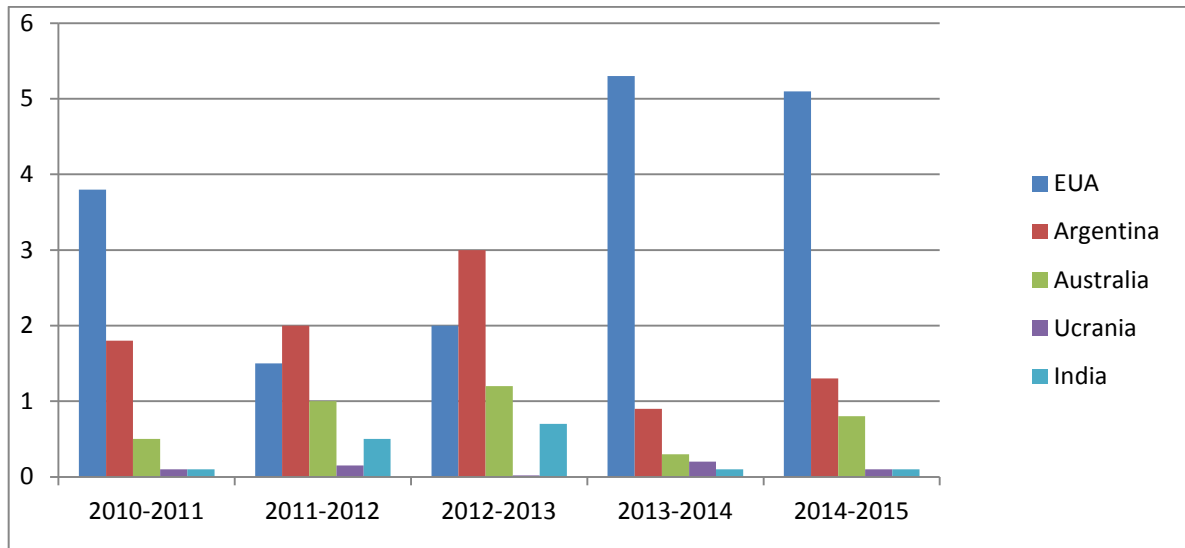
Fuente: elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA

### 3.9.3 Exportaciones

El comercio internacional del sorgo se basa principalmente para ser utilizado como ingrediente en la formulación de alimentos balanceados para el ganado entre los principales países exportadores destacamos a EUA como el primer país exportador en el ciclo 2013-2014, seguido de Argentina y Australia, en menor medida se encontraron Ucrania e India.

Sin duda alguna EUA es el principal país exportador, aun que no todo lo que produce lo importa puesto que es mayor la producción que las exportaciones.

**Grafica 4. Principales países exportadores de sorgo periodo 2010-2015**



Fuente: con bases de datos del USDA

Como podemos observar en la gráfica anterior que las exportaciones de Estados Unidos en los últimos años se ha ido a la alza en el año 2013 en una cantidad de 5.3 (millones de toneladas) mientras que para el 2014 las exportaciones disminuyeron de 5.3 a tan solo 5.1 (millones de toneladas).

Las exportaciones para el año 2014/15 se concentraran en tres países: Estados Unidos contribuirá con el 67%, Argentina 16% y Australia con tan solo 1 por ciento.

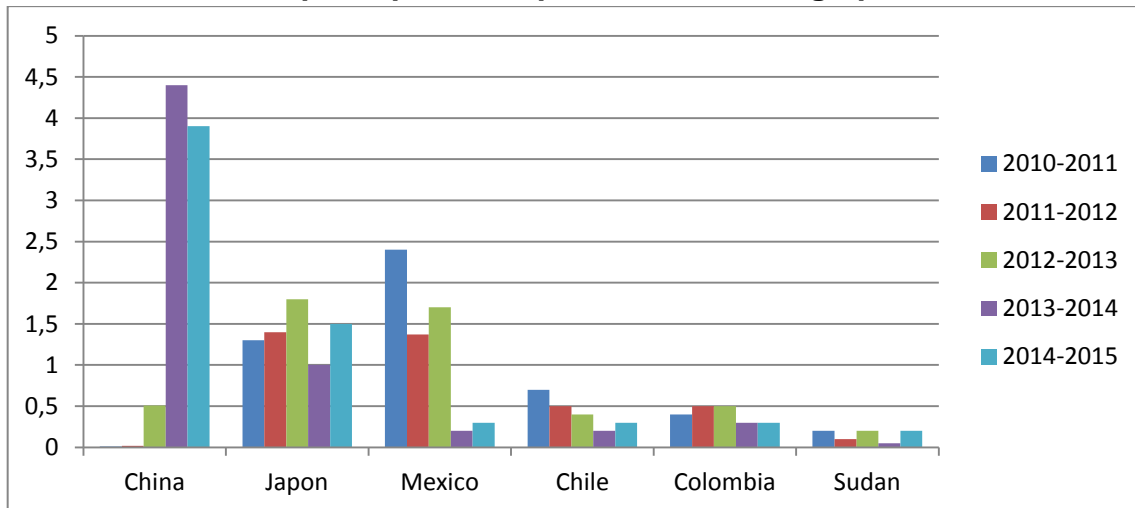
### 3.9.4 Importaciones

El principal importador mundial de sorgo grano es China. En el ciclo 2014/15 se estima una participación de 54% en las importaciones mundiales con (3.9 millones de toneladas).



Es importante mencionar que China apenas obtuvo el primer lugar en importaciones de sorgo grano, como bien se muestra en la gráfica México en los años anteriores había ocupado el primer lugar en las importaciones de sorgo, mientras tanto Japón sigue siendo el segundo país importador.

**Grafica 5. Principales países importadores de sorgo periodo 2010-1015**



Fuente: con bases de datos del USDA

Sobre los países importadores, es importante mencionar que China pasó de importar 4 mil de toneladas en el ciclo 2010/11 a 3.9 millones de toneladas para el ciclo 2013/14. A la inversa, México pasó de importar 2.4 millones de toneladas en el ciclo 2010/11 a 0.3 millones para el ciclo 2013/14. Mientras tanto Chile y Colombia importan la misma cantidad que es 0.3 millones para el ciclo 2013/14 y Sudán únicamente importa el 0.2 millones de toneladas.

### 3.10 Comercialización en México

El mercado del sorgo tiene un alto grado de intermediarismo. Por un lado, se encuentran las grandes firmas de fabricantes comerciales de alimento balanceado y por otro, los productores pecuarios integrados.

Mientras los primeros tienen la infraestructura suficiente para almacenar grandes volúmenes de sorgo, que les permite comprar directamente a los productores, los segundos, requieren la participación de intermediarios, ya que la mayoría carece de infraestructura para almacenar grandes volúmenes, por lo que solo compran la cantidad requerida para un tiempo determinado. Estos últimos requieren de comercializadores que les garanticen la materia prima durante todo el año.

En tal sentido se definen los principales canales de comercialización:

- 1) En el primero, el canal tradicional, el productor entrega su grano a los comercializadores, consumidores o Asociaciones Agrícolas, los cuales se encargan de almacenar el producto, darle tratamiento de secado (en el caso de Tamaulipas) y, de ser el caso, trasladarlo a las zonas consumidoras.
- 2) En el segundo, canal con mayor participación, los productores con un nivel mayor de organización (en asociaciones, uniones o cooperativas), que cuentan con infraestructura y bodegas para almacenar el grano, tienen la posibilidad de comercializar el grano directamente, ya sea con grandes firmas o productores pecuarios.

### **3.10.1 Problemas de comercialización**

La comercialización del sorgo presenta algunos problemas de acuerdo con la región y la temporalidad de la producción.

En México se identifican principalmente dos zonas productoras de sorgo, Tamaulipas y el Bajío. En Tamaulipas, el mayor productor de este grano en el país, el periodo de trilla (Primavera-Verano) se reduce a cerca de 45 días (junio y julio), en tanto que el periodo de consumo es de cerca de cuatro meses (julio a octubre), lo que implica costos de almacenaje y financieros para los diferentes

agentes (comercializadores, productores, etc.), debido a la temporal entre la oferta y la demanda.

Asimismo Tamaulipas tiene que competir tanto con el sorgo del Bajío como con el sorgo estadounidense. Ya que en octubre (Otoño-Invierno) inicia la trilla del Bajío (Guanajuato, Jalisco y Morelia) así como en Morelos y Sinaloa, por lo que en ese periodo, los consumidores obtienen una producción con mejor ubicación (cerca a las zonas consumidoras) y la trilla se obtiene en 90 días de forma escalonada, originando con ello que las empresas consumidoras compren de acuerdo a sus necesidades, a diferencia de lo que sucede con Tamaulipas.

Asimismo, la principal zona productora de sorgo en Estados Unidos se localiza al sur de Texas, al otro lado de la zona productora de Tamaulipas y su cosecha se inicia aproximadamente un mes después de haber iniciado las trillas en dicha entidad, por lo que representa una importante competencia.

Otro de los aspectos que afecta los costos en Tamaulipas, es el hecho de que la entidad solo consume el 15% de su producción, por lo que el resto debe desplazarse a las zonas consumidoras (norte, occidente y altiplano), que se encuentran alejadas. Asimismo un 80% se desplaza por carretera y solo el 20% por ferrocarril, lo que hace costoso el transporte.

En el caso del sorgo de importación, en cambio, se cuenta con un sistema masivo y complejo de plantas de almacenamiento, equipos de transporte, información de mercado e inspecciones oficiales, lo que permite que pueda transportarse eficientemente hacia México.

En el caso del Bajío, la cercanía a las principales zonas productoras como Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Puebla, México, le permite tener un canal natural de comercialización, por lo que requiere menor movilización.

El Bajío tiene además un periodo de cosecha más largo y en forma escalonada, lo que le permite una mayor flexibilidad en la comercialización.

### **3.10.2 Comercio exterior**

El comercio exterior puede otorgar poderosos incentivos o desincentivos a la producción, por medio de su influencia en los precios y las cantidades de los productos competidores que se importan en el país y a través de sus efectos sobre los precios internos recibidos por las exportaciones.

Se dice que las políticas que encarecen los precios de las importaciones en el mercado interno proporcionan protección económica. Los instrumentos principales de la política comercial son los aranceles y las cuotas por el lado de las importaciones, y varios tipos de incentivos cuando se trata de las exportaciones. En algunos casos se usa una combinación de cuotas y aranceles (conocidas como “cuotas arancelarias”), según la cual se aumentan los aranceles cuando las importaciones exceden una cantidad establecida.

En los últimos años el mercado de sorgo en el país se ha beneficiado con la entrada en vigor de acuerdos comerciales, ya que con estos acuerdos se reducirán y hasta se eliminarán los aranceles.

## **3.11 Canales de distribución**

### **3.11.1 Canales y sistemas de comercialización en el mercado nacional**

Los canales para comercializar el sorgo grano se encuentran conformados de la siguiente manera:

**Productor-Comisionista:** Son agentes (comerciantes) que operan en los centros de consumo en la república Mexicana; comercializan la producción de productores y reciben a cambio una comisión.

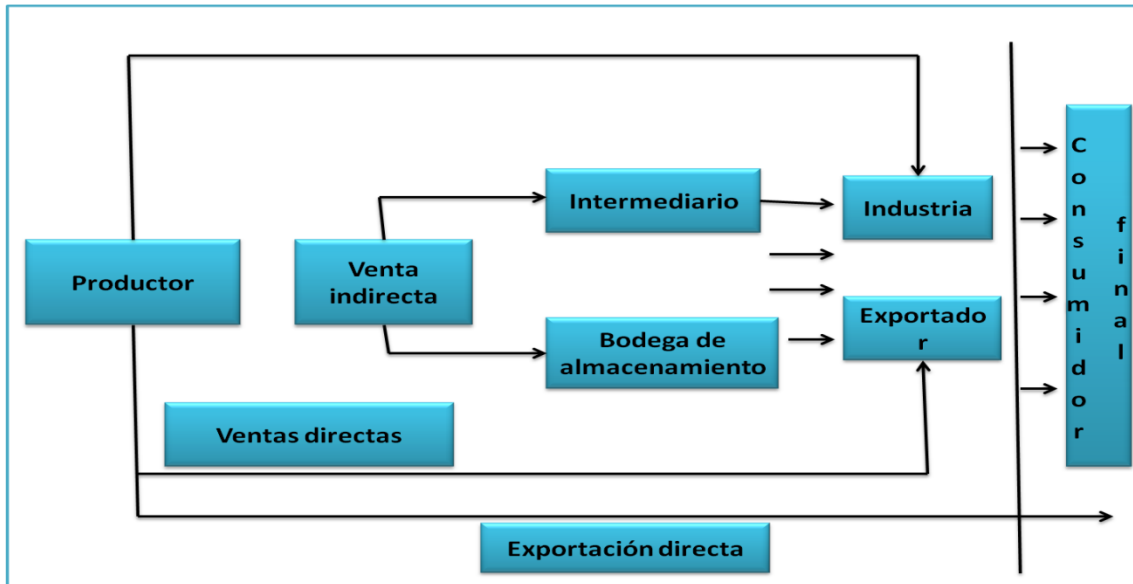
**Productor-Comprador o Acaparador Rural:** En este canal están agrupados los camioneros o los que representan a los mayoristas en las regiones productoras, permaneciendo el tiempo de la cosecha, con el objeto de acaparar grandes volúmenes. También existen en las regiones productoras acaparadores ya establecidos.

**Productor-Comerciante:** Este canal se realiza a través de la venta directa de los agricultores a los comerciantes mayoristas o medio mayorista de algunos centros de consumo que han solicitado con anticipación volúmenes de toneladas de sorgo.

**Productor-Centro de consumo:** Para el funcionamiento de este canal los productores adquieren bodegas en los mercados más importantes del país en los que comercian el sorgo a diferentes niveles.

**Productor-Exportador:** Este canal se utiliza eventualmente para exportar volúmenes con la calidad solicitada por países como China, Japón y México. Este tipo de negociación se hacen a través de representantes de organizaciones de productores en algunas entidades productoras, los canales que se utilizan son los mismos, pero no en la misma producción.

**Figura 1: Canales de comercialización de sorgo grano en el mercado mexicano.**



Fuente: elaboración propia

### 3.11.2 Canales y sistemas de comercialización en el mercado internacional.

La tendencia en la concentración de los canales de distribución de granos básicos para el consumo está aumentando cada día. El contacto directo entre productores o exportadores y los múltiples canales de distribución son cada vez menos comunes, especialmente cuando los productos cuentan con un valor agregado. Es por ello que algunos de los importadores se han vuelto sus propios proveedores en servicios como la logística de transporte, los controles de calidad, y la coordinación de toda la cadena productiva agrícola. Desde el productor hasta el consumidor final, el sorgo grano pasa por tres niveles de comercialización:

#### El Productor/Exportador

Producen y empaican el producto para enviarlo al importador. Generalmente venden a detallistas dentro de su misma área local.

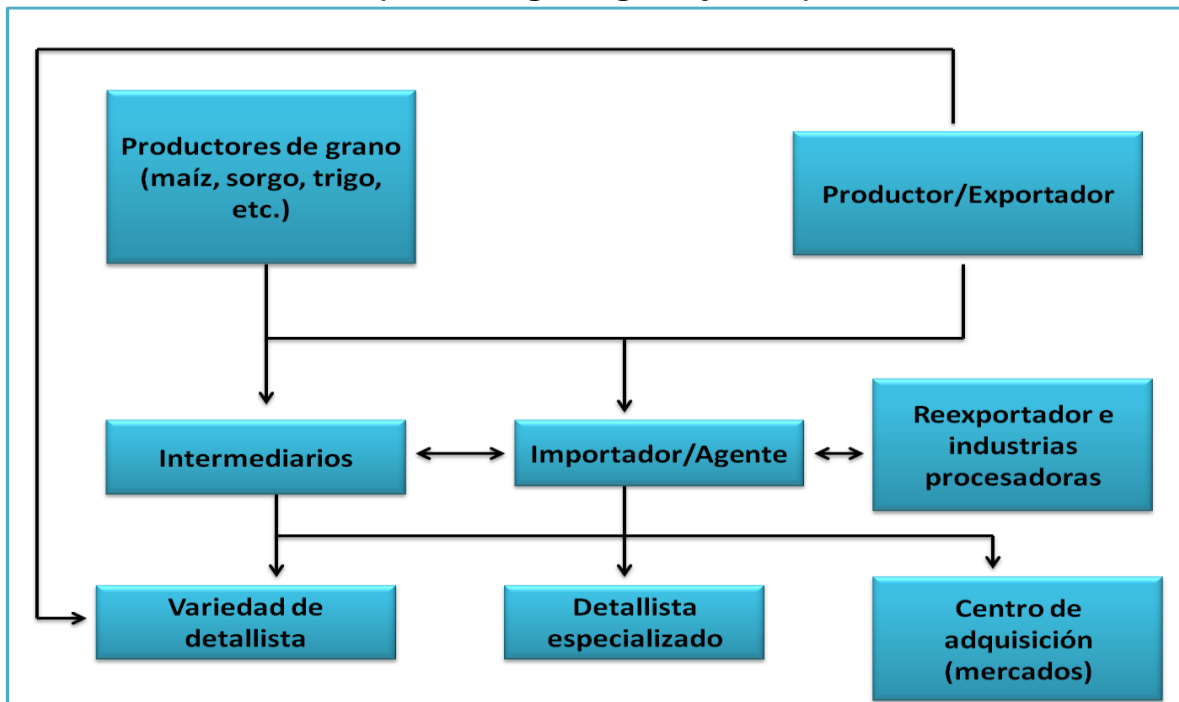
## Mayoristas

Locales de mayoristas y exportación son las conexiones esenciales en la cadena de cultivadores a consumidores. Ellos son los que arreglan los temas concernientes al transporte para que llegue a lugar destino con las tiendas minoristas o industrias procesadora.

## Tiendas minoristas

En este canal, la decisión de compra la tiene en consumidor final. Dentro de los canales convencionales de venta al menudeo se encuentran los supermercados y las carretas de venta en la calle.

**Figura 2: Canales de distribución y comercialización de granos básicos (maíz, sorgo, trigo, frijol etc.)**



Fuente: Mountain State Business College

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE LAS VARIABLES ASOCIADAS A LAS PRODUCCIÓN DE SORGO EN GRANO (*Sorghum vulgare*).

En este capítulo se detalla los objetivos planteados en la metodología de la investigación, así también se exponen los resultados obtenidos e interpretarlos de acuerdo a los indicadores con la magnitud de relación que tienen en la producción de sorgo como lo son: s. sembrada, s. cosechada, precio medio rural, rendimiento ton/ha, y valor de la producción. Así mismo la formulación del modelo de regresión múltiple utilizada para el análisis de resultados. También se tiene el resultado de las Tasas Media de Crecimiento Anual de los 6 estados productores de sorgo y para explicar los resultados se tomara como base al estado de Tamaulipas ya que este es el primer esta productor de sorgo grana nivel nacional. Dichos cambios se pueden efectuar en los seis estados.

**Cuadro 1: Producción de sorgo grano en Tamaulipas 2004-2013**

Año	Producción (Ton)	S. sembrada (Ha)	S. cosechada (Ha)	PMR	Rendimiento (Ton/Ha)	Valor de producción (miles de pesos)
2004	2,880,489	907,136	855,846	1,340	3.4	3,858,868
2005	2,162,216	864,964	792,388	1,077	2.7	2,328,521
2006	1,989,339	887,222	795,406	1,364	2.5	2,714,433
2007	2,490,194	899,552	875,028	1,836	2.9	4,573,175
2008	2,426,350	923,340	883,187	2,331	2.8	5,654,795
2009	2,592,680	940,763	<b>885,988</b>	2,066	2.9	5,356,635
2010	<b>2,991,732</b>	891,169	857,047	2,077	<b>3.5</b>	6,212,990
2011	1,944,713	915,607	789,958	3,094	2.5	6,017,707
2012	2,808,108	944,102	872,886	<b>3,233</b>	3.2	<b>9,079,416</b>
2013	1,880,624	<b>977,404</b>	718,767	2,878	2.6	5,411,580
promedio	2,416,644	915,126	832,650	2,130	2.9	5,120,812
TMCA	-4.2	0.7	-1.7	7.9	-2.5	3.4

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA



**Cuadro 2: Producción de sorgo grano en Guanajuato**

Año	Producción (Ton)	S. sembrada (Ha)	S. cosechada (Ha)	PMR	Rendimiento en (Ton/Ha)	Valor de producción (miles de pesos)
2004	1,616,255	248,505	242,635	1,256	7	2,029,406
2005	1,205,979	227,615	182,950	1,314	7	1,584,576
2006	1,126,032	208,845	191,348	1,858	6	2,091,771
2007	1,298,478	219,234	209,863	2,089	6	2,712,398
2008	1,607,025	256,236	248,158	2,188	6	3,516,100
2009	1,198,238	260,156	193,842	2,199	6	2,634,754
2010	1,353,518	233,573	220,745	2,629	6	3,558,747
2011	1,360,488	260,816	201,540	4,019	7	5,468,023
2012	1,495,737	266,138	251,529	3,666	6	5,482,645
2013	1,704,222	286,483	286,280	2,873	6	4,895,821
Promedio	1,396,597	246,760	222,889	2,409	6	3,397,424
TMCA	0.5	1.4	1.7	8.6	-1.1	9.2

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA

**Cuadro 3: Producción de sorgo grano en Sinaloa**

Año	Producción (Ton)	S. sembrada (Ha)	S. cosechada (Ha)	PMR	Rendimiento en (Ton/Ha)	Valor de producción (miles de pesos)
2004	423,892	272,419	240,212	1,396	2	591,715
2005	492,943	307,564	174,713	1,059	3	522,006
2006	454,175	236,111	176,094	1,326	3	602,451
2007	613,448	282,807	247,788	1,808	2	1,108,950
2008	617,853	265,707	241,141	2,430	3	1,501,103
2009	516,272	251,960	162,715	2,129	3	1,099,318
2010	767,887	245,337	217,354	1,893	4	1,453,244
2011	1,284,875	303,857	267,470	3,519	5	4,520,917
2012	454,873	197,354	179,392	3,433	3	1,561,596
2013	677,993	227,266	191,633	3,091	4	2,095,426
Promedio	630,421	259,038	209,851	2,208	3	1,505,673
TMCA	4.8	-1.8	-2.2	8.3	7.2	13.5

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA

**Cuadro 4: Producción de sorgo grano en Michoacán**

Año	Producción (Ton)	S. sembrada (Ha)	S. cosechada (Ha)	PMR	Rendimiento en (Ton/Ha)	Valor de producción (miles de pesos)
2004	569,777	<b>131,259</b>	114,080	1,288	5	733,733
2005	401,721	109,659	99,368	1,274	4	511,877
2006	612,223	113,161	108,557	1,804	6	1,104,457
2007	499,019	107,411	103,499	2,039	5	1,017,248
2008	536,133	108,562	105,371	2,361	5	1,266,006
2009	410,556	121,271	88,265	2,196	5	901,486
2010	469,391	119,016	114,173	2,610	4	1,224,984
2011	577,720	124,112	118,975	3,546	5	2,048,319
2012	713,877	130,788	<b>126,268</b>	3,620	6	<b>2,584,451</b>
2013	<b>612,429</b>	121,136	111,384	<b>2,863</b>	<b>6</b>	1,753,164
Promedio	540,285	118,637	108,994	2,360	5	1,314,573
TMCA	0.7	-0.8	-0.2	8.3	1.0	9.1

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA

**Cuadro 5: Producción de sorgo grano en Nayarit**

Año	Producción (Ton)	S. sembrada por (Ha)	S. cosechada por (Ha)	PMR	Rendimiento en (Ton/Ha)	Valor de producción (miles de pesos)
2004	258,657	56,561	55,148	1,498	5	387,413
2005	273,897	<b>726,722</b>	66,411	1,177	4	322,423
2006	289,216	54,629	54,629	1,351	5	390,597
2007	291,922	55,946	54,948	2,027	5	591,799
2008	327,451	68,658	<b>68,093</b>	2,424	5	793,807
2009	358,590	62,593	62,593	2,276	6	815,989
2010	249,684	59,385	51,832	2,252	5	562,218
2011	303,426	63,160	63,010	3,342	5	1,014,177
2012	<b>366,231</b>	63,677	63,617	<b>3,488</b>	<b>6</b>	<b>1,277,392</b>
2013	285,510	63,532	60,030	3,297	5	941,315
Promedio	300,458	127,486	60,031	2,313	5	709,713
TMCA	1.0	1.2	0.9	8.2	0.1	9.3

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA

**Cuadro 6: Producción de sorgo grano en Morelos**

Año	Producción (Ton)	S. sembrada por (Ha)	S. cosechada por (Ha)	PMR	Rendimiento en (Ton/Ha)	Valor de producción (miles de pesos)
2004	<b>229,626</b>	42,886	42,886	1,326	5	304,563
2005	178,204	42,802	42,365	1,381	4	246,105
2006	232,451	<b>45,005</b>	<b>44,996</b>	1,595	5	370,860
2007	192,643	40,229	40,229	1,984	5	382,251
2008	215,111	43,418	43,418	2,471	5	531,586
2009	179,712	41,426	41,426	2,301	4	413,526
2010	206,882	41,567	41,567	2,539	5	525,284
2011	180,035	41,134	41,134	2,559	4	460,731
2012	175,085	40,478	40,478	<b>3,040</b>	4	<b>532,194</b>
2013	186,324	42,021	41,916	2,459	4	458,160
Promedio	197,607	42,097	42,041	2,166	5	422,526
TMCA	-2.1	-0.2	-0.2	6.4	-1.8	4.2

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA

De acuerdo con los datos de los cuadros se tomo como base a explicar el estado de Tamaulipas siendo el principal productor a nivel nacional.

Producción de sorgo en Tamaulipas. (Cuadro 1)

PS<sub>6</sub>E: Producción de sorgo en seis estados de la republica mexicana

SS: superficie sembrada. (Ha)

En cuanto a esta variable en el periodo se sembraron en promedio 915,126 has, para el año 2013 se concentra la mayor superficie sembrada con 977,404 has, presentando una TMCA de 0.7% esto significa un crecimiento en el periodo.

SC: superficie cosechada (Ha)

Para la superficie cosechada se tiene un promedio de 832,650 has y la mayor cosecha se concentra en el año 2009 con un total de 885,988 has, presentando una TMCA de -1.7% esto significa una disminución en el periodo.

PMR: Precio Medio Rural

Para PMR se obtiene en promedio de 2,130 \$/ton, para el año 2012 se obtuvo el precio más elevado con un total de 3,233 \$/ton, con una TMCA de 7.9% esto

indica que el precio cuenta con la mayor tasa y es importante mencionar que los montos están en términos nominales.

RTH: Rendimiento en toneladas por ha

Para los rendimientos se tiene en promedio 2.9 ton/ha, para el año 2010 se obtuvieron los mayores rendimientos los cuales fueron de 3.5 ton/ha, cuenta con una TMCA de -2.5% lo significa que en el periodo 2004-2013 hubo una disminución correspondiente al rendimiento.

VP: valor de la producción en miles de pesos

Es un indicador con mayor TMCA con el 3.4%, con un promedio de valor generado de 5,120,812, mientras tanto para el año 2012 se obtuvo el mayor valor de la producción la cual se concentra en 9,079,416, es importantes que los montos al igual que el precio medio rural están en términos nominales.

#### **4.1 Resultados estadísticos**

Para llevar a cabo la estimación se utilizó la técnica de regresión múltiple mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios.

#### **4.2 Análisis de regresión**

Para obtener el análisis de resultados se realizó un modelo para los seis principales estados productores, para ello se utilizó el programa de GRET, los resultados corresponden a los siguientes estados: Tamaulipas, Guanajuato, Sinaloa, Michoacán, Nayarit y Morelos. La información utilizada para la elaboración del modelo se consultó en Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) durante el periodo 2004-2013.

Las variables a analizar son las siguientes:

PS<sub>6</sub>E= Producción de sorgo (Ton)

SS= Sup. Sembrada por (Ha)

SC= Sup. Cosechada por (Ha)

PMR= Precio Medio Rural

RTH = Rendimientos en ton/ha

VP = Valor en producción M.P

La fórmula correspondiente para los modelos será la siguiente:

$$PS_6E = \beta_0 + \beta_1SS + \beta_2SC + \beta_3PMR + \beta_4RTH + \beta_5VP$$

**Los resultados obtenidos para el estado de Tamaulipas.**

$$PS_6E_T = -2.20034 - 0.05SS + 2.65SC + 2.68PMR + 8.46RTH + 0.001VP$$

(-19.54) (-0.59) (35.74) (0.14) (57.41) (0.20)

$$F = 7491.13569$$

$$R^2 = 0.99$$

**Los resultados obtenidos del estado de Guanajuato**

$$PS_6E_G = -1.67558695 - 0.12SS + 7.24SC + 99.38PMR + 2.38RTH - 0.07VP$$

(-11.03) (-0.61) (17.54) (2.34) (20.90) (-2.41)

$$F = 1230.44123$$

$$R^2 = 0.99$$

### Resultados obtenidos del estado de Sinaloa

$$PS_6E_S = - 3.59791 - 0.15SS + 2.26SC - 49.48PMR + 1.77RTH + 0.09VP$$

(-2.01) (-0.42) (6.36) (-1.86) (6.77) (2.60)

$$F = 314.8843075$$

$$R^2 = 0.99$$

### Resultados obtenidos para el estado de Michoacán.

$$PS_6E_M = - 4.0201878 + 0.15SS + 4.11SC - 31.45PMR + 9.68RTH + 0.05VP$$

(-36.33) (3.29) (66.63) (-14.36) (88.81) (14.98)

$$F = 18151.5725$$

$$R^2 = 0.99$$

### Resultados obtenidos para el estado de Nayarit.

$$PS_6E_N = - 2.55889 - 0.005SS + 4.56SC - 8.89PMR + 5.62354RTH + 0.03VP$$

(-7.47) (-1.25) (16.62) (-1.32) (14.28) (1.44)

$$F = 1063.647687$$

$$R^2 = 0.99$$

### Resultados obtenidos del estado de Morelos

$$PS_6E_M = - 2.22944 - 1.50SS + 6.66SC + 3.63PMR + 4.33953RTH - 0.02VP$$

(-28.07) (-1.19) (5.35) (2.08) (47.46) (-2.26)

$$F = 15891.8859$$

$$R^2 = 0.99$$

Para analizar la producción se realizaron las elasticidades esto como base para ver la relación que tiene la variable dependiente con la independiente para ello se toma como base al estado de Tamaulipas ya que es el principal estado productor a nivel nacional. Dichos cambios también se pueden efectuar en los otros estados.

#### Elasticidades para el estado de Tamaulipas

SS: Esta variable es la más significativa, porque entra mas superficie halla sembrada, por consecuencia se tiene una producción más elevada. Mientras tanto para el estado de Tamaulipas se tuvo una reducción de superficie sembrada y se refleja en la producción Por cada 10% que se le aumente a la superficie sembrada, la producción de sorgo va disminuir en 0.5%.

SC: Existe una relación directa entre la superficie cosechada y la producción, es decir que por cada 10% que se le aumente a las SC, la producción de sorgo aumentará en 26.5%.

PMR: Existe relación directa entre el precio medio rural y la producción, por consecuencia por cada 10% que se le aumente al PMR, la producción aumentara en 26.8%.

RTH: Al igual que las variable anteriores los rendimientos tiene relación directa con la producción, por lo tanto por cada 10% que se le aumente a los RTH la producción aumentara en 84.6%.

VP: existe relación directa entre el valor de la producción y la producción, es decir que por cada 10% que se le aumente al VP, la producción aumentara en 0.01%.

En conclusión general de acuerdo con el análisis realizado a las variables asociadas para la producción de sorgo, se puede mencionar que la producción no presenta grandes variaciones ya que se mantiene estable para cada estado, esto

se puede atribuir a que las condiciones internas y de desarrollo para cada región estudiada puede presentar similitud en las condiciones que favorecen al desarrollo óptimo de este cultivo.

Esta situación es obtenida por los valores de los coeficientes estimados los cuales fueron altos y por la significación estadística de la prueba  $t$  de student.

Como consecuencia los seis principales estados productores de sorgo grano explican el rendimiento por tonelada debido que los resultados fueron aceptables con una  $R^2 = 0.99$ , esto nos indica que las variables independientes muestran un alto grado relación con la variable dependiente y el restante 0.01 es aplicado para las variables no incluidas en el modelo, pero que si influyen en ella.

Por lo tanto dicha hipótesis que fue planteada al inicio se cumple, ya que la producción de sorgo en grano para los principales estados productores no presenta diferencias que se pueden considerar como significativas para cada estado por lo tanto el comportamiento de las variables como superficie sembrada, superficie cosechada, rendimiento, precio medio rural y valor de la producción, tienen una relación directa con la producción.

De acuerdo a los valores de los coeficientes estimados las  $t$  calculadas son mayores a 1 lo que refleja que las variables independientes son estadísticamente significativas, por lo que las variables expresan una relación de dependencia con la variable dependiente.

Por último tomado de referencias los valores que se registró con la prueba  $F$ , en los modelos de regresión lineal múltiple son aceptados porque son mayores de uno, esto es debido a que se obtuvo una  $R^2$  muy cercana a uno, por lo que son confiables.



## CONCLUSIÓN

De acuerdo a la información obtenida y analizada se concluye lo siguiente:

La producción de sorgo en grano a nivel nacional representa una actividad de gran importancia para los seis estados ya mencionados con anterioridad y a los diferentes aspectos microeconómicos y/o macroeconómicos que están relacionados con la producción.

Haciendo referencia a nivel nacional en el estado de Tamaulipas siendo este el principal estado productor de sorgo grano, se puede concluir que se han presentado mayores tendencias en las principales variables relacionadas con la producción del sorgo grano, en las cuales se pueden destacar los rendimientos, esto se debe a una mayor productividad, repercutiendo en el crecimiento en los rendimientos por ha y en la producción, y por lo tanto también habrá un cambio benefactor en los ingresos de los productores de este cultivo.

Los principales usos que se le dan al sorgo son: consumo humano, animal y para la producción de forrajes. Es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial y a diferencia de otros granos, el sorgo presenta una alta resistencia a las sequías, lo que lo convierte en una inversión menos riesgosa. También puede emplearse en la producción de biocombustibles.

México se perfila como el tercer productor de sorgo en el mundo, pero también es un importante consumidor del mismo, por lo que también se perfila como el tercer importador mundial del grano.

En cuanto al estado de Tamaulipas su producción se presenta una tendencia negativa con una TMCA de  $-4.2\%$  significando una baja en la producción. Mientras que la superficie sembrada presenta un incremento con la TMCA de

0.7%, significando que durante el periodo estudiado aumento la superficie sembrada.

Respecto a la superficie cosechada tiene una tendencia negativa con una TMCA de -1.7% lo que significa una baja en superficie cosechada esto se pudo generar porque pudo haber sufrido una sequia o una Praga en la superficie sembrada, es por eso que marca una tendencia negativa en la superficie cosechada.

Para los precios medios rurales (PMR) mantiene una TMCA positiva de 7.9% lo que indica que el precio a tenido un crecimiento en el periodo estudiado. Mientras que para el valor de la producción mantiene un crecimiento en la TMCA de 3.4%.

La producción de sorgo grano en el estado de Morelos tiene una baja significativa durante el periodo analizado se registro una TMCA de - 2.1%, esto se genera porque de igual manera en la SS tiene un TMCA - 0.2% con el mismo porcentaje se presenta la SC todo esto se puede sustentar que en el periodo analizado pudo haber ocurrido sequias, lluvias excesivas o plagas en el cultivo.

De acuerdo a los modelos de regresión lineal múltiple realizados en el periodo 2003-2014 se puede asegurar que los resultados que se obtuvieron sirvieron para comprobar la hipótesis planteada, la hipótesis es sustentada por las variables que influyen dentro de ella con los diferentes cambios que se dan y que son comprobados mediante el modelo de regresión lineal múltiple.

Es decir que la superficie sembrada es la más importante para los seis estados productores ya que si aumenta la superficie sembrada por consecuencia aumentara la producción.

De igual manera para la superficie cosechada si se aumentara en 10% afectara a la producción aumentando en un 26.5% por lo que a los productores le hará más atractivo una superficie sembrada más elevado para obtener más rendimientos.

Con respecto al PMR, si aumentara el 10% la producción aumentara, esto se les hará más atractivo a los productores pues entre mas producción tengan mayor será su ganancia.

De igual manera sucede con los RTH si este aumentara 10% la producción aumentara en 84.6% por lo tanto esto generara mas ganancia a los productores, así mismo para el valor de la producción si aumentara el 10% la producción tiende a aumenta en 0.01% debido a que los productores tendrán más ingresos y mejores ganancias.

Todos estos cambios se pueden efectuar en los seis principales estados productores, ya que en los resultados obtenidos observamos que no existe una diferencia respecto a las variables, ya que las variables independientes explican a la dependiente.

Para los seis estados se obtuvo una  $R^2$  de 99% esto nos indica los modelos son aceptados, y las variables analizadas tienen un alto grado de relación con la producción. Se observa que en los seis modelos tienen diferentes tendencias respecto a las variables pero que al final las variables independientes explican a la variable dependiente.

## RECOMENDACIONES

Articular a los pequeños productores que se dedican a producir sorgo grano, a diversos canales de distribución, con el fin de obtener una mayor ganancia y una mejor competitividad territorial del producto.

Es recomendable la asesoría técnica y capacitación continua a productores por técnicos especializados en la producción de sorgo, complementándolo con la participación de los prestadores de servicios profesionales (PSP), para mejorar las estrategias productivas y de comercialización al producto.

Fomentar visión empresarial en los productores con la finalidad de tener eficiencia en el uso de los recursos que tienen disponibles para mejorar sus utilidades, para ellos es necesario promover apoyos del gobierno.

## BIBLIOGRAFÍA

- ASERCA, 1997. El sorgo mexicano: ente la autosuficiencia y la dependencia externa, (En línea) Fecha de consulta 27 de febrero 2015 disponible en: <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/046/ca046.pdf>.
- Barberis, N. y Sánchez, C. 2013. Informe de cultivo del sorgo: evaluación y perspectivas. Un análisis de las estadísticas. (INTA) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Mafrendi-Economía, pp. 7-8.
- Calvo, R. Tamayo. L, Duchateau, G. y Burguete, A. 2005. Sistema producto Sorgo del Estado de Chiapas, 37 p.
- CEDRSSA. 2014. Evolución de los precios de maíz, frijol y sorgo. Centro de estudios para el Desarrollo Rural Sustentable, 13 p.
- Espinosa, M. Reyes, S. Cervantes, M, Ramos. J y Arteaga, K. 2003. Plan Estratégico de Investigación y Transferencia de Tecnología-Identificación de las Demandas Tecnológicas de la Cadena Agroalimentaria del Sorgo (ITESM), pp 24-27.
- Fanghanel, H. H y Montañez, V.C. 1991.El sorgo mexicano: entre la autosuficiencia y la dependencia externa, pp 20-25.
- Ferguson C. E. y Gould J. P. 1989. Teoría microeconómica. 2ª ed. Ed, Fondo de Cultura Económica México, 120 p.
- Financiera Nacional de Desarrollo. 2014. Panorama del Sorgo, dirección general adjunta de la planeación estratégica, análisis sectorial y tecnologías de la información, México D.F pp 12-13.

Financiera Rural. 2011. Monografía del Sorgo. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial-Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial, 4 p.

Galarza, J. Miramontes, U. Castillo, J y Rebolledo, M. 2003. Situación Actual y Perspectiva de la Producción de Sorgo en México 1992-2004, pp 47-51.

García M. R. et. al. 1985. "Notas sobre mercado y comercialización de productos agrícolas", Colegio de Posgraduados, México.

Gujarati Damodar N. 2004. Econometría (4ª Ed). McGraw-Hill. México. Pp 12-13.

Koutsoyiannis A. 2002. Microeconomía moderna (1ª ed. 1a reimp.). Buenos Aires: Editores Amorrortu. (En línea) Fecha de consulta 05 de mayo de 2015. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=u1DFsje4IMcC&pg=PA598&dq=Koutsoyiannis+A.+2002.+Microeconom%C3%ADa+moderna&hl=es&sa=X&ei=Bd8-deiE4TQsAWDooHYCg&ved=0CCQQ6AEwAg#v=onepage&q=Koutsoyiannis%20A.%202002.%20Microeconom%C3%ADa%20moderna&f=false>.

Maluenda, G.J. 2014. El sector mundial del sorgo. Un aspecto socioeconómico del desarrollo productivo para la variedad, 3 p.

Parkin Michael. 2006. Microeconomía (7 ed). México: Pearson-Educación. (En línea) Fecha de consulta 13 de abril de 2015. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=QgkEqxMoli8C&printsec=frontcover&dq=Parkin+Michael.+2006.+Microeconom%C3%ADa&hl=es&sa=X&ei=G-E-VZ6IE4PQsAWhoYCYBA&ved=0CBwQ6AEwAA#v=onepage&q=Parkin%20Michael.%202006.%20Microeconom%C3%ADa&f=false>.

Ramírez, C. y Guadalupe, M. 2012. “Análisis de la producción y comercialización del sorgo grano (*Sorghum vulgare*) en el estado de Guanajuato en el periodo 2000-2012”. Tesis profesional. U.A.A.A.N, México.

SAGARPA. 2007. Estudio de gran visión y factibilidad económica y financiera para el desarrollo de infraestructura de almacenamiento y distribución de granos y oleaginosas para el mediano y largo plazo a nivel nacional. pp 67-71.

Stephen J. 2005. Econometría (1ªed.) McGraw-Hill. México.

Vallati, A.R. 2002. Sitio Argentino de producción animal. Estacional experimental Agropecuaria Bordenave. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Bordenave-Buenos Aires pp 2-3.

Wooldridge Jeffrey M. 2000. Introducción a la Econometría. Un enfoque moderno (2ª Ed.). México: Económico Administrativo Thomson Learning. (En línea) Fecha de consulta 17 de abril de 2015. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=5vnq3lZS7a8C&pg=PA12&dq=Wool+dridge+Jeffrey+M.+2000.+Introducci%C3%B3n+a+la+Econometr%C3%ADa.+Un+enfoco+moderno+primera+edicion&hl=es&sa=X&ei=5-M-VcqaKcLQtQW3-4DYAg&ved=0CBsQ6AEwAA#v=onepage&q=Wooldridge%20Jeffrey%20M.%202000.%20Introducci%C3%B3n%20a%20la%20Econometr%C3%ADa.%20Un%20enfoco%20moderno%20primera%20edicion&f=false>

## **PÁGINAS WEB CONSULTADAS**

<http://www.siap.gob.mx/>

<http://www.sagarpa.gob.mx/>

<http://www.infoagro.com/>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Sorghum>

<http://www.monografias.com/trabajos83/cultivo-sorgo-sorghum-vulgar/cultivo-sorgo-sorghum-vulgar.shtml>

# Anexos



### Cuadro Anexo 2. Tamaulipas

<b>Año</b>	<b>Producción (Ton)</b>	<b>S sembrada por Ha</b>	<b>S cosechada por Ha</b>	<b>PMR</b>	<b>Rendimiento en Ton(ha)</b>	<b>Valor de producción m.p</b>
2004	2,880,488.59	907,135.99	855,845.99	1,339.66	3.37	3,858,867.73
2005	2,162,215.80	864,963.90	792,387.72	1,076.91	2.73	2,328,521.17
2006	1,989,339.49	887,222.00	795,405.50	1,364.49	2.50	2,714,432.78
2007	2,490,194.23	899,552.07	875,028.07	1,836.47	2.85	4,573,175.47
2008	2,426,349.80	923,340.38	883,186.88	2,330.58	2.75	5,654,794.72
2009	2,592,679.90	940,763.08	885,988.17	2,066.06	2.93	5,356,634.85
2010	2,991,731.59	891,169.20	857,046.70	2,076.72	3.49	6,212,990.18
2011	1,944,712.61	915,607.21	789,957.95	3,094.39	2.46	6,017,706.82
2012	2,808,108.47	944,101.57	872,885.67	3,233.29	3.22	9,079,415.93
2013	1,880,623.54	977,404.10	718,767.12	2,877.55	2.62	5,411,580.07

### Cuadro Anexo 3. Guanajuato

<b>Año</b>	<b>Producción (Ton)</b>	<b>S sembrada por Ha</b>	<b>S cosechada por Ha</b>	<b>PMR</b>	<b>Rendimiento en Ton(ha)</b>	<b>Valor de producción m.p</b>
2004	1,616,254.60	248,505.00	242,635.45	1,255.62	6.66	2,029,406.41
2005	1,205,979.38	227,615.00	182,949.64	1,313.93	6.59	1,584,575.56
2006	1,126,031.93	208,844.86	191,347.86	1,857.65	5.88	2,091,770.53
2007	1,298,477.75	219,234.00	209,863.00	2,088.91	6.19	2,712,398.37
2008	1,607,025.00	256,236.31	248,158.31	2,187.96	6.48	3,516,100.00
2009	1,198,238.30	260,156.15	193,841.64	2,198.86	6.18	2,634,754.41
2010	1,353,517.90	233,572.73	220,744.82	2,629.26	6.13	3,558,746.68
2011	1,360,487.83	260,816.00	201,539.81	4,019.16	6.75	5,468,022.59
2012	1,495,737.44	266,138.09	251,528.59	3,665.51	5.95	5,482,644.92
2013	1,704,222.03	286,482.90	286,279.90	2,872.76	5.95	4,895,821.44

### Cuadro Anexo 4. Sinaloa

<b>Año</b>	<b>Producción (Ton)</b>	<b>S sembrada por Ha</b>	<b>S cosechada por Ha</b>	<b>PMR</b>	<b>Rendimiento en Ton(ha)</b>	<b>Valor de producción m.p</b>
2004	423,891.64	272,418.71	240,212.21	1,395.91	1.76	591,714.86
2005	492,942.68	307,564.01	174,713.01	1,058.96	2.82	522,005.99
2006	454,174.70	236,111.07	176,094.07	1,326.47	2.58	602,450.75
2007	613,447.66	282,807.47	247,788.47	1,807.73	2.48	1,108,950.06
2008	617,852.53	265,706.86	241,141.36	2,429.55	2.56	1,501,102.59
2009	516,271.67	251,959.70	162,714.70	2,129.34	3.17	1,099,317.80
2010	767,886.93	245,336.85	217,353.85	1,892.52	3.53	1,453,244.45
2011	1,284,874.66	303,857.25	267,469.70	3,518.57	4.80	4,520,916.79
2012	454,873.11	197,353.66	179,392.26	3,433.04	2.54	1,561,595.97
2013	677,992.98	227,265.62	191,633.47	3,090.63	3.54	2,095,426.22

### Cuadro Anexo 5. Michoacán

<b>Año</b>	<b>Producción (Ton)</b>	<b>S sembrada por Ha</b>	<b>S cosechada por Ha</b>	<b>PMR</b>	<b>Rendimiento en Ton(ha)</b>	<b>Valor de producción m.p</b>
2004	569,776.60	131,259.00	114,079.66	1,287.75	4.99	733,732.62
2005	401,721.18	109,659.20	99,367.73	1,274.21	4.04	511,877.31
2006	612,222.96	113,161.17	108,557.12	1,804.01	5.64	1,104,457.12
2007	499,018.90	107,410.50	103,498.50	2,038.50	4.82	1,017,247.98
2008	536,133.40	108,561.50	105,370.70	2,361.36	5.09	1,266,006.23
2009	410,555.57	121,271.00	88,265.20	2,195.77	4.65	901,485.66
2010	469,390.85	119,015.50	114,173.19	2,609.73	4.11	1,224,984.12
2011	577,720.00	124,112.00	118,975.31	3,545.52	4.86	2,048,319.26
2012	713,877.27	130,788.41	126,267.91	3,620.30	5.65	2,584,451.01
2013	612,428.84	121,135.60	111,384.10	2,862.64	5.50	1,753,164.33

**Cuadro Anexo 6. Nayarit**

<b>Año</b>	<b>Producción (Ton)</b>	<b>S sembrada por Ha</b>	<b>S cosechada por Ha</b>	<b>PMR</b>	<b>Rendimiento en Ton(ha)</b>	<b>Valor de producción m.p</b>
2004	258,656.90	56,560.50	55,147.50	1,497.79	4.69	387,412.67
2005	273,897.33	726,721.75	66,410.75	1,177.17	4.12	322,423.34
2006	289,215.55	54,628.50	54,628.50	1,350.54	5.29	390,596.61
2007	291,922.20	55,946.01	54,948.01	2,027.25	5.31	591,799.26
2008	327,451.05	68,658.00	68,093.00	2,424.20	4.81	793,807.08
2009	358,590.30	62,593.00	62,593.00	2,275.55	5.73	815,988.51
2010	249,683.73	59,384.50	51,832.00	2,251.72	4.82	562,217.50
2011	303,426.01	63,160.00	63,010.00	3,342.42	4.82	1,014,176.98
2012	366,230.50	63,677.13	63,617.13	3,487.94	5.76	1,277,391.62
2013	285,509.99	63,531.78	60,029.80	3,296.96	4.76	941,314.96

**Cuadro Anexo 7. Morelos**

<b>Año</b>	<b>Producción (Ton)</b>	<b>S sembrada por Ha</b>	<b>S cosechada por Ha</b>	<b>PMR</b>	<b>Rendimiento en Ton(ha)</b>	<b>Valor de producción m.p</b>
2004	229,625.59	42,885.90	42,885.90	1,326.35	5.35	304,563.17
2005	178,203.90	42,802.10	42,365.10	1,381.03	4.21	246,105.46
2006	232,451.20	45,005.30	44,996.30	1,595.43	5.17	370,859.58
2007	192,642.90	40,229.10	40,229.10	1,984.25	4.79	382,251.14
2008	215,110.78	43,418.00	43,418.00	2,471.22	4.95	531,585.73
2009	179,711.50	41,425.50	41,425.50	2,301.05	4.34	413,525.57
2010	206,882.25	41,567.00	41,567.00	2,539.05	4.98	525,283.93
2011	180,035.35	41,134.00	41,134.00	2,559.11	4.38	460,730.80
2012	175,085.12	40,478.01	40,478.01	3,039.63	4.33	532,193.90
2013	186,324.35	42,020.50	41,915.50	2,458.94	4.45	458,159.73

**Anexo 8; Modelo 1 para el estado de Tamaulipas: MCO, usando las observaciones 2004-2013 (T=10)**

**Variable dependiente: produccion\_\_Ton\_\_**

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Valor p</i>	
Const	-2.20034e+06	112614	-19.5388	0.00004	***
S_sembrada_por_Ha	-0.0587238	0.100156	-0.5863	0.58915	
S_cosechada_por_Ha	2.65466	0.0742783	35.7393	<0.00001	***
PMR	2.68003	18.972	0.1413	0.89449	
Rendimiento_en_Ton_ha	846008	14735.2	57.4140	<0.00001	***
Valor_de_produccion_m_p	0.0015553	0.00758856	0.2050	0.84762	

Media de la vble. dep.	2416644	D.T. de la vble. dep.	407291.1
Suma de cuad. Residuos	1.59e+08	D.T. de la regresión	6313.122
R-cuadrado	0.999893	R-cuadrado corregido	0.999760
F(5, 4)	7491.136	Valor p (de F)	4.99e-08
Log-verosimilitud	-97.11179	Criterio de Akaike	206.2236
Criterio de Schwarz	208.0391	Crit. de Hannan-Quinn	204.2320
Rho	-0.460041	Durbin-Watson	2.837655

**Anexo 9; Modelo 2 para el estado de Guanajuato: MCO, usando las observaciones 2004-2013 (T=10)**

**Variable dependiente: produccion\_\_Ton\_\_**

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Valor p</i>	
Const	-1.67559e+06	151842	-11.0350	0.00038	***
S_sembrada_por_Ha	-0.117641	0.191699	-0.6137	0.57261	
S_cosechada_por_Ha	7.24288	0.413016	17.5366	0.00006	***
PMR	99.3801	42.5279	2.3368	0.07966	*
Rendimiento_en_Ton_ha	238787	11422.6	20.9048	0.00003	***
Valor_de_produccion_m_p	-0.0739319	0.0306155	-2.4149	0.07317	*

Media de la vble. dep.	1396597	D.T. de la vble. dep.	199628.9
Suma de cuad. Residuos	2.33e+08	D.T. de la regresión	7632.873
R-cuadrado	0.999350	R-cuadrado corregido	0.998538
F(5, 4)	1230.441	Valor p (de F)	1.85e-06
Log-verosimilitud	-99.01013	Criterio de Akaike	210.0203
Criterio de Schwarz	211.8358	Crit. de Hannan-Quinn	208.0286
Rho	-0.494621	Durbin-Watson	2.823008

**Anexo 10; Modelo 3 para el estado de Sinaloa: MCO, usando las observaciones 2004-2013 (T = 10)**  
**Variable dependiente: produccion\_\_Ton\_\_**

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Valor p</i>	
Const	-359791	178482	-2.0158	0.11404	
S_sembrada_por_Ha	-0.149329	0.353402	-0.4225	0.69435	
S_cosechada_por_Ha	2.26478	0.355781	6.3657	0.00312	***
PMR	-49.4816	26.5906	-1.8609	0.13626	
Rendimiento_en_Ton_ha	177496	26224.7	6.7683	0.00249	***
Valor_de_produccion_m_p	0.0892045	0.0342867	2.6017	0.05994	*

Media de la vble. dep.	630420.9	D.T. de la vble. dep.	255251.5
Suma de cuad. Residuos	1.49e+09	D.T. de la regresión	19274.28
R-cuadrado	0.997466	R-cuadrado corregido	0.994298
F(5, 4)	314.8843	Valor p (de F)	0.000028
Log-verosimilitud	-108.2732	Criterio de Akaike	228.5464
Criterio de Schwarz	230.3619	Crit. de Hannan-Quinn	226.5548
Rho	-0.609690	Durbin-Watson	2.147180

**Anexo 11; Modelo 4 para el estado de Michoacán: MCO, usando las observaciones 2004-2013 (T=10)**  
**Variable dependiente: produccion\_\_Ton\_\_**

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Valor p</i>	
Const	-402019	11065.2	-36.3318	<0.00001	***
S_sembrada_por_Ha	0.148699	0.0451339	3.2946	0.03008	**
S_cosechada_por_Ha	4.10882	0.0616667	66.6296	<0.00001	***
PMR	-31.4552	2.19076	-14.3581	0.00014	***
Rendimiento_en_Ton_ha	96882	1090.86	88.8122	<0.00001	***
Valor_de_produccion_m_p	0.0554905	0.00370402	14.9811	0.00012	***

Media de la vble. dep.	540284.6	D.T. de la vble. dep.	97502.69
Suma de cuad. Residuos	3770790	D.T. de la regresión	970.9261
R-cuadrado	0.999956	R-cuadrado corregido	0.999901
F(5, 4)	18151.57	Valor p (de F)	8.50e-09
Log-verosimilitud	-78.39044	Criterio de Akaike	168.7809
Criterio de Schwarz	170.5964	Crit. de Hannan-Quinn	166.7893
Rho	-0.688629	Durbin-Watson	2.288109

**Anexo 12; Modelo 5 para el estado de Nayarit: MCO, usando las  
observaciones 2004-2013 (T = 10)  
Variable dependiente: produccion\_\_Ton\_\_**

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Valor p</i>	
Const	-255889	34260.8	-7.4688	0.00172	***
S_sembrada_por_Ha	-0.00588707	0.00470294	-1.2518	0.27885	
S_cosechada_por_Ha	4.55917	0.274223	16.6258	0.00008	***
PMR	-8.89153	6.73593	-1.3200	0.25730	
Rendimiento_en_Ton_ha	56235.4	3937.22	14.2830	0.00014	***
Valor_de_produccion_m_p	0.0312489	0.021731	1.4380	0.22382	

Media de la vble. dep.	300458.4	D.T. de la vble. dep.	39294.25
Suma de cuad. Residuos	10443984	D.T. de la regresión	1615.858
R-cuadrado	0.999248	R-cuadrado corregido	0.998309
F(5, 4)	1063.648	Valor p (de F)	2.47e-06
Log-verosimilitud	-83.48414	Criterio de Akaike	178.9683
Criterio de Schwarz	180.7838	Crit. de Hannan-Quinn	176.9767
Rho	0.307122	Durbin-Watson	1.301467

**Anexo 13; Modelo 6 para el estado de Morelos: MCO, usando las  
observaciones 2004-2013 (T = 10)  
Variable dependiente: produccion\_\_Ton\_\_**

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Valor p</i>	
Const	-222944	7942.52	-28.0697	<0.00001	***
S_sembrada_por_Ha	-1.50078	1.26338	-1.1879	0.30058	
S_cosechada_por_Ha	6.66182	1.24532	5.3495	0.00589	***
PMR	3.62816	1.74493	2.0793	0.10611	
Rendimiento_en_Ton_ha	43395.3	914.262	47.4649	<0.00001	***
Valor_de_produccion_m_p	-0.0187946	0.00830323	-2.2635	0.08634	*

Media de la vble. dep.	197607.3	D.T. de la vble. dep.	21848.95
Suma de cuad. Residuos	216270.0	D.T. de la regresión	232.5242
R-cuadrado	0.999950	R-cuadrado corregido	0.999887
F(5, 4)	15891.89	Valor p (de F)	1.11e-08
Log-verosimilitud	-64.09787	Criterio de Akaike	140.1957
Criterio de Schwarz	142.0113	Crit. de Hannan-Quinn	138.2041
Rho	-0.427119	Durbin-Watson	1.970530

