



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC**

**INEFICIENCIAS TEMPORALES Y ESPACIALES DE LAS
IMPORTACIONES DE SORGO GRANO (*Sorghum vulgare*
Pers) EN MÉXICO, 2013**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN CONTADURÍA

**PRESENTA
ITZEL ROJO MARTINEZ**

**DIRECTOR
DR. en C. SAMUEL REBOLLAR REBOLLAR**

**ASESOR
DR. en C. JUVENCIO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ**

Temascaltepec, Méx. Diciembre de 2015

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 Justificación	18
1.2 Objetivos.....	21
1.3 Hipótesis	22
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
2.1 La Información	23
2.2 El Modelo	25
2.3 Fuentes de información.....	29
III. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE SORGO GRANO	32
3.1 Evolución del sorgo grano en el mundo	32
3.2 Evolución del sorgo grano en México	33
3.3 Morfología del sorgo grano	35
3.3.1 Raíz.....	35
3.3.2 Tallo.....	36
3.3.3 Hojas.....	36
3.3.4 Macollos	36
3.3.5 Inflorescencias	37
3.3.6 Grano	37
3.3.7 Semilla.....	37
3.3.8 Contenido de Taninos.....	38
3.4 Valor nutritivo.....	38
3.4 Etapas de crecimiento y desarrollo del sorgo grano	39
3.4.1 Etapa vegetativa.....	39
3.4.2 Etapa reproductiva o de crecimiento	40
3.4.3 Etapa de desarrollo y madurez fisiológica del grano.....	40
3.5 Condiciones Ambientales	41
3.5.1 Adaptación del sorgo grano.....	41

3.5.2	Agua	42
3.5.3	Temperatura.....	42
3.6	Épocas y sistemas de siembra.....	43
3.6.1	Época primera.....	43
3.6.2	Época postrera o segunda	43
3.6.3	Época de siembra de materiales de doble propósito.....	44
3.7	Grupos de sorgo grano.....	44
3.7.3	Kafir.....	44
3.7.4	Kaoliang	44
3.7.5	Shallu	44
3.7.6	Durra.....	45
3.7.7	Feterita	45
3.7.8	Milo	45
3.7.9	Hegary	45
V.	ENTORNO NACIONAL E INTERNACIONAL DE SORGO GRANO.....	47
4.1	ENTORNO INTERNACIONAL.....	48
4.1.1	Producción mundial de sorgo grano	48
4.1.2	Países productores de sorgo grano	50
4.1.3	Países exportadores de sorgo grano.....	53
4.1.4	Países importadores de sorgo grano	54
4.1.5	Precios internacionales de sorgo grano	56
4.2	ENTORNO NACIONAL	61
4.2.1	Producción nacional de sorgo grano.....	63
4.2.2	Evolución de la producción nacional de sorgo grano.....	64
4.2.3	Estados productores de sorgo grano	65
4.2.4	Consumo nacional de sorgo grano	68
4.2.5	Precios nacionales de sorgo grano.....	71
4.2.6	Comercialización del sorgo grano	72
VI.	ANÁLISIS REGIONAL DEL MERCADO DE SORGO GRANO, MAYO 2012 – ABRIL 2013.....	79
VII.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	94
6.1	Producción regional óptima de sorgo en México	94

6.2	Consumo regional óptimo de sorgo grano en México	97
6.3	Almacenamiento óptimo de sorgo grano en México	100
6.4	Comercialización óptima por ferrocarril de sorgo grano de zonas productoras a zonas consumidoras en México	104
6.5	Comercialización óptima por camión de sorgo grano de zonas productoras a zonas consumidoras en México	106
6.6	Comercialización óptima por camión de sorgo grano de puertos y/o fronteras a zonas consumidoras	109
6.7	Comercialización óptima de sorgo grano por ferrocarril de puertos y/o fronteras a zonas consumidoras	111
6.8	Importaciones óptimas de sorgo por puerto y/o frontera	112
VIII.	CONCLUSIONES	114
IX.	LITERATURA CITADA	115
	ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	119
	ANEXOS	120

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.5.1 Contenido proteínico del sorgo grano	39
Cuadro 4.1.1.1 Producción mundial de sorgo grano, 2009-2013	50
Cuadro 4.1.2.1 Países productores de sorgo, 2009-2013	51
Cuadro 4.1.3.1 Países exportadores de sorgo grano, 2009-2013.....	54
Cuadro 4.1.4.1 Países importadores de sorgo grano, 2009-2013	55
Cuadro 4.2.5.1 Precios internacionales de sorgo grano, 2009.....	56
Cuadro 4.2.5.2 Precios internacionales de sorgo grano, 2010	57
Cuadro 4.2.5.3 Precios internacionales de sorgo grano, 2011	58
Cuadro 4.2.5.4 Precios internacionales de sorgo grano, 2012	59
Cuadro 4.2.5.5 Precios internacionales de sorgo grano, 2013	60
Cuadro 4.2.2.1 Evolución de la producción nacional de sorgo grano en México,.....	65
Cuadro 4.2.3.1 Estados productores de sorgo grano en México, 2009-2013	66
Cuadro 4.2.4.1 Consumo Nacional Aparente de sorgo grano. 2009-2013	69
Cuadro 4.2.4.2 Consumo total de sorgo grano, 2009-2013	70
Cuadro 4.2.6.1.1 Norma Mexicana para la Comercialización de sorgo grano	75
Cuadro 4.2.6.1.2.1 Clasificación y designación del producto	78
Cuadro 5.1 Producción de sorgo en México, mayo de 2012-abril de 2013	80
Cuadro 5.2 Producción regional mensual de sorgo grano. Mayo 2012-abril 2013	82
Cuadro 5.3 Importaciones mensuales de sorgo, mayo 2012 abril 2013	87
Cuadro 5.4 Importaciones de sorgo, producción mensual y precio internacional	89
Cuadro 5.5 Importaciones de sorgo por puertos/fronteras en México, 2013	90
Cuadro 5.6 Capacidad de almacenamiento regional de granos en México,	92
Cuadro 6.1.1 Producción óptima regional de sorgo grano.....	96
Cuadro 6.2.1 Consumo óptimo regional mensual de sorgo grano.	99
Cuadro 6.3.1 Almacenamiento óptimo regional mensual en tiempo	102
Cuadro 6.4.1 Flujos comerciales óptimos por ferrocarril de puertos y/o fronteras a zonas consumidoras en tiempo	105
Cuadro 6.5.1 Flujos comerciales óptimos por camión de puertos y/o fronteras a zonas consumidoras en tiempo	108

Cuadro 6.6.1 Flujos comerciales óptimos por camión de puertos/fronteras a zonas consumidoras en tiempo	110
Cuadro 6.7.1 Flujos comerciales óptimos por ferrocarril de puertos/ fronteras a zonas consumidoras en tiempo	111
Cuadro 6.8.1 Importaciones óptimas de sorgo por puertos/fronteras en tiempo.	113

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 4.1.1.1. Producción mundial de sorgo grano,	50
Gráfica 4.2.2.1 Países productores de sorgo.....	52
Grafica 4.1.3.1 Países exportadores de sorgo grano.....	54
Gráfica 4.1.4.1 Países importadores de sorgo grano,	55
Gráfica 4.2.5.1 Precios internacionales de sorgo grano, 2009	57
Gráfica 4.2.5.2 Precios internacionales de sorgo grano, 2010.	58
Gráfica 4.2.5.3 Precios internacionales de sorgo grano, 2011	59
Gráfica 4.2.5.4 Precios internacionales de sorgo grano, 2012.	60
Gráfica 4.2.5.5 Precios internacionales de sorgo grano, 2013.	61
Grafica 4.2.2.1 Evolución de la producción nacional de sorgo grano en México.....	65
Gráfica 4.2.3.1 Estados productores de sorgo grano en México	67
Gráfica 4.2.4.1 Consumo nacional aparente de sorgo grano	69
Gráfica 4.2.4.2 Consumo total de sorgo	70
Gráfica 5.1 México. Producción de sorgo, mayo de 2012-abril de 201	80
Gráfica 5.2 Producción regional de sorgo grano (Mayo 2012-abril 2013)	83
Gráfica 5.2.1 Producción regional de sorgo grano (Mayo 2012)	83
Gráfica 5.2.2 México. Producción regional de sorgo grano (Junio 2012).....	83
Gráfica 5.2.3 México. Producción regional de sorgo grano (Julio 2012)	84
Gráfica 5.2.4 México. Producción regional de sorgo grano (Agosto 2012).....	84
Gráfica 5.2.5 México. Producción regional de sorgo grano (Septiembre 2012).....	84
Gráfica 5.2.6 México. Producción regional de sorgo grano (Octubre 2012)	85
Gráfica 5.2.7 México. Producción regional de sorgo grano (Noviembre 2012)	85
Gráfica 5.2.8 México. Producción regional mensual de sorgo grano (Diciembre 2012)	85
Gráfica 5.2.9 México. Producción regional de sorgo grano (Enero 2013).....	86
Gráfica 5.2.10 México. Producción regional de sorgo grano (Febrero 2013).....	86
Gráfica 5.2.11 México. Producción regional de sorgo grano (Marzo 2013).....	86
Gráfica 5.3 Importaciones mensuales de sorgo, mayo 2012- abril 2013	88
Gráfica 5.4 Importaciones de sorgo, producción mensual y precio internacional	89
Gráfica 5.5 Importaciones de sorgo por puertos/fronteras en México, 2013	91

Gráfica 5.5.1 Importaciones espaciales de sorgo en México	91
Gráfica 5.6 Capacidad de almacenamiento regional en volumen de granos en México.....	93
Gráfica 5.6.1 Capacidad de almacenamiento por mes de granos en México,	93
Gráfica 6.1.1 Producción óptima regional de sorgo grano en tiempo	97
Gráfica 6.2.1 Consumo óptimo regional/ mensual de sorgo grano	100
Gráfica 6.3.1 Almacenamiento óptimo de regional de en tiempo	104
Gráfica 6.4.1 Flujos comerciales óptimos por ferrocarril de puertos/fronteras a zonas consumidoras en tiempo	106
Gráfica 6.5.1 Flujos comerciales óptimos por camión de puertos/fronteras a zonas consumidoras en tiempo	109
Gráfica 6.6.1 Flujos comerciales óptimos por camión de puertos/fronteras a zonas consumidoras en tiempo	110
Gráfica 6.7.1 Flujos comerciales óptimos por ferrocarril de puertos/fronteras a zonas consumidoras en tiempo	111
Gráfica 6.8.1 Importaciones óptimas de sorgo por puertos/fronteras en tiempo	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.3.1.1 Raíz.....	35
Figura 3.3.2.1 Tallo.....	36
Figura 3.3.3.1 Hojas.....	36
Figura 3.3.4.1 Macollos.....	36
Figura 3.3.5.1 Inflorescencias.....	37
Figura 3.3.6.1 Grano.....	37
Figura 3.3.8.1 Contenido de taninos.....	38
Figura 3.4.3.1. Etapas de crecimiento y desarrollo del sorgo grano	41
Figura 3.7.1 Grupos de sorgo grano	46
Figura 4.1.2.1 Principales productores de sorgo del mundo	52
Figura 4.2.1 Cadena Productiva del Sorgo	62
Figura 4.2.3.1 Principales Estados Productores de sorgo grano en México	67
Figura 4.2.6.1 Cadena agroalimentaria de comercialización de sorgo grano en México	74
Figura 10.1 Semilla de sorgo grano	120
Figura 10.2 Siembra de sorgo grano	120
Figura 10.3 Sorgo grano (Sorghun vulgare Pers)	121
Figura 10.4 Inflorescencias de sorgo grano	121
Figura 10.5 Riego de sorgo grano	122
Figura 10.6 Comercialización del sorgo grano	122
Figura 10.7 Sorgo grano (El Bajío).....	123
Figura 10.8 Sorgo grano (El Bajío).....	123

RESUMEN

La liberación comercial y el aumento en el consumo pecuario y humano han originado un incremento en las importaciones de sorgo grano en México. Debido a esta necesidad parece inevitable buscar una forma más eficiente de realizarlas tanto en espacio como en tiempo, para evitar los altos costos de adquisición, transporte y almacenamiento del grano, que además obstaculizan la distribución ineficiente de la producción nacional y como consecuencia aumentan los precios del producto final. Con el objetivo de dar recomendaciones respecto a políticas comerciales que mejoren la forma en que se realizan las importaciones de sorgo grano en espacio y tiempo, se usó un modelo de programación lineal GAMS p/w para analizar si en el período que va de mayo de 2012 a abril de 2013, las compras al exterior de sorgo se realizaron de manera eficiente. Los resultados indican que la distribución de las importaciones de este grano se llevó a cabo de manera ineficiente porque en el período de análisis los costos de adquisición, transporte y almacenamiento fueron mayores en 8,413 mil millones de pesos, respecto a una situación de distribución óptima, la cual requeriría que la mayor parte de las importaciones se realicen por Tamaulipas, Nuevo León, Chihuahua, Guerrero y Veracruz en los meses de julio, agosto y septiembre, cuando el precio internacional presenta su nivel más bajo. Estas ineficiencias están introducidas en un marco institucional y de infraestructura de almacenamiento disponible insuficiente. La construcción de infraestructura y el establecimiento de un programa de cupos de importación que contemplará la distribución de la producción y el consumo espacial e intertemporal, seguramente induciría hacia una situación de mejor planeación de las importaciones de sorgo grano al país.

Palabras clave: sorgo grano, distribución óptima, México, modelo de programación.

ABSTRACT

Trade liberalization and increased livestock and human consumption have led to an increase in imports of grain sorghum in Mexico. Because of this need it seems inevitable to seek a more efficient way to carry them out in space and time, to avoid the high costs of acquisition, transport and storage of grain, further hampering the distribution of inefficient domestic production and consequently increase final product prices. With the aim of making recommendations on trade policies that will improve the way imports of sorghum in space and time is made a linear programming model GAMS w / w was used to analyze whether the period May 2012 in April 2013, foreign purchases of sorghum were conducted efficiently. The results indicate that the distribution of imports of this grain was conducted inefficiently because the analysis period acquisition costs, transport and storage were higher at 8.413 billion pesos, compared to a situation of optimal distribution, which it would require that the majority of imports are made by Tamaulipas, Nuevo Leon, Chihuahua, Guerrero and Veracruz in the months of July, August and September, when the international price has the lowest level. These inefficiencies are introduced into an institutional framework and infrastructure Insufficient storage available. The construction of infrastructure and the establishment of a program of import quotas that will include the production and distribution of spatial and intertemporal consumption would lead to a situation probably better planning of sorghum grain imports to the country.

Keywords: grain sorghum, optimal distribution, Mexico, programming model.

I. INTRODUCCIÓN

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 sólo en México, sino de América Latina; llegando a formar parte de la cadena de producción que ha permitido suministrar al mercado de alimentos proteína de origen animal. Después del maíz, trigo, arroz y cebada, el sorgo grano es uno de los cereales de mayor producción y consumo en el mundo. Alrededor del 60 % de la oferta de este grano se destina para la alimentación humana, en tanto que el resto se utiliza para la alimentación animal. El comercio internacional del sorgo, se concentra en los volúmenes destinados a la industria ganadera. Argentina y Estados Unidos destacan como exportadores, mientras que México y Japón sobresalen como compradores para abastecer sus requerimientos para uso pecuario (FIRA, 2012; FAPRI, 2014).

Nigeria es el principal productor mundial de sorgo. El USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos, por sus siglas en inglés) prevé que al cierre del ciclo 2012/13, la producción del país africano represente cerca del 12.6 % del total global. Le siguen, en orden de importancia, México e India. Estados Unidos, que históricamente había sido el principal productor del grano, se ubicaría en la cuarta posición, superado por primera ocasión por México (FIRA, 2012), sin embargo, cifras oficiales del FAPRI en 2013, EU superó el volumen producido con relación a México.

Desde hace ya varios años, México ha realizado grandes volúmenes de compras de sorgo del exterior, con la finalidad de satisfacer la demanda interna de este grano básico. Así por ejemplo, después de 1980 las importaciones del grano se han comportado de manera creciente, agudizándose después de la liberación comercial del mismo (octubre de 1989) (ASERCA, 1997).

En 1983 el volumen importado de sorgo fue 3.3 millones de toneladas (t) y para 1999 de sólo 0.7 millones, mientras que la producción nacional, para este mismo año (1999), registró un

máximo histórico de 6.3 millones de toneladas (el mayor volumen producido en toda la década).

Por su parte, durante los trienios 2006-2008 y 2009-2011 las importaciones de sorgo, en promedio, fueron 2.1 y 2.4, millones de toneladas. Esto es, los volúmenes importados del grano en el trienio 2009-2011 fueron mayores en 12.5 % con relación a las del trienio 2006-2008 (FAO, 2012). El aumento de las importaciones, ha sido significativo en relación a los primeros años en que el sorgo fue liberado.

La mayor participación de las importaciones en el consumo total del grano en México, se ubica después de 1989, pues la eliminación del permiso previo de importación y un arancel de cero generó problemas de sobreoferta nacional debido a una importación excesiva; tal medida no fue percibida por productores de baja productividad, quienes no modificaron sus decisiones de siembra, generando con ello grandes dificultades para comercializar la cosecha (ASERCA, 1997).

Algunos trabajos que han abordado la distribución de sorgo en México y que en cierta manera han analizado alguna de las ineficiencias en la comercialización de este grano se han enfocado a la siguiente postulación: Bivings (1997) estudió el efecto de la liberalización del mercado del sorgo en México y, utilizó un modelo de equilibrio espacial e intertemporal. Concluyó que el intento de México por desregular el mercado del sorgo no fue exitoso porque los diseñadores de política no consideraron las dimensiones espaciales e intertemporales, una vez que se compararon los resultados con otros modelos en los que se ignoraron estas características.

Tal comparación demostró que el no incorporar tales características en modelos de comercio, pudo haber conducido a la instrumentación de políticas erróneas. Por su parte, Rebollar (2003) analizó los efectos de políticas comerciales alternativas sobre el mercado del sorgo para el año 2000, a través de un modelo de distribución espacial e intertemporal. Concluyó que si en el ciclo de consumo 1999-2000 se hubiera permitido el libre comercio, la producción se habría colocado en 5.4 millones de t, mientras que el Valor Social Neto (VSN)

habría sido de 29,699 millones de pesos (mdp) en relación a los niveles de observados en 2000.

Por su parte, otros autores han aplicado una metodología similar pero en productos distintos, por ejemplo García (1994) utilizó un modelo de equilibrio espacial para determinar rutas óptimas de transporte de frijol en México, así como los precios de equilibrio espacial que deberían prevalecer tanto en zonas productoras como en consumidoras (García, 1994).

En adición, García (1999) utilizó un modelo de equilibrio espacial e intertemporal para la determinación de la demanda óptima de almacenamiento de maíz en México, cuyo objetivo fue establecer recomendaciones a corto plazo relativas a una política de inversión en infraestructura de almacenamiento en regiones productoras de maíz. Concluyó que si en 1994/1996 la distribución espacial e intertemporal de la producción e importaciones anuales de maíz se hubiera realizado de manera óptima, la sociedad podría haber ganado un Valor Social Neto de 59,496 millones de pesos de 1994.

Kawaguchi *et al.* (1997) aplicaron un modelo de equilibrio espacial para los mercados de la leche imperfectamente competitivos en Japón, cuyos resultados indicaron que en condiciones de competencia perfecta y equilibrio monopólico, se tiene un precio bajo y uno alto respecto al nivel de precios observados. Incluso, las soluciones de equilibrio Cournot-Nash son las más cercanas a situaciones reales, y que los movimientos interregionales de leche se explican mejor a través del mercado imperfectamente competitivo.

García y Santiago (2004), propusieron un modelo de programación lineal que analizó la distribución óptima de importaciones de maíz en México y, concluyeron sobre la existencia de ineficiencias de un patrón de importaciones mensuales por puerto y frontera que se dio en altos meses de producción nacional. Por su parte, González *et al.* (2012), aplicaron un modelo de equilibrio espacial, aunque aplicado al durazno en México, pero cuya metodología se relaciona con la de este trabajo, y resolvieron un problema económico sobre las rutas óptimas de distribución del cultivo en México.

A largo plazo, se espera que las importaciones de sorgo que México realiza, se reduzcan como consecuencia de la liberación comercial y, por el incremento en el consumo total del grano, pero sobre todo, debido a la sustitución por el maíz. Las proyecciones realizadas por el Instituto de Investigación en Políticas Agrícolas y Alimentación de Estados Unidos (FAPRI¹, por sus siglas en inglés) pronostican un incremento de las compras del grano realizadas por México; sin embargo, información reciente de la Secretaría de Economía, afirma que durante 2001-2011 las importaciones de sorgo grano presentaron un comportamiento decreciente, la TMCA (Tasa Media de Crecimiento Anual) fue -7.05 %, con un ligero repunte entre 2010 y 2011 (FIRA, 2012). Esto indica que, a largo plazo, una fracción menor que la mitad del consumo aparente de este grano dependerá de compras realizadas al exterior, principalmente de Estados Unidos.

¹ FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute). 2009. US and World Agricultural Outlook 2009, World Coarse Grain.

1.1 Justificación

Las importaciones de sorgo grano en México, se realizan en forma ineficiente en espacio (por puerto y frontera) y tiempo (durante los meses del año), por un lado, una parte de las compras externas se realizan en meses de bajo precio internacional, mientras que un porcentaje, significativo, de tales compras se realizan en meses de alto precio internacional y mayor producción interna. Estas ineficiencias se traducen en altos costos de adquisición del sorgo en el mercado internacional y en un aumento en los costos de almacenamiento, debido a que este grano, forzosamente, requiere ser almacenado para la comercialización.

Debido a la necesidad permanente de importaciones mexicanas de sorgo, parece insoslayable proponer una forma que permita generar alternativas adicionales eficientes sobre cómo realizarlas, tanto en su forma espacial como temporal, para evitar altos costos de adquisición y comercialización. En adición a lo anterior, hasta 1990 la Comisión Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO), vendía el sorgo nacional e importado a un precio igual o menor al de compra; sin embargo, la desaparición de esa paraestatal (diciembre de 1999) ha planteado la necesidad de proponer alternativas en relación a la forma en que deberían realizarse las importaciones con el fin de solucionar ineficiencias que, actualmente, existen.

La primera de esas ineficiencias, surge de realizar importaciones en meses de altos precios internacionales. Esto aumenta tanto el costo de importaciones como el precio del producto final. Por ejemplo, en el periodo mayo de 2012 a abril del 2013 (definido en adelante como año 2013) correspondiente al periodo de consumo de ese año, las importaciones de sorgo fueron de 2.3 miles de toneladas²; de éstas 50.6 % se realizaron de noviembre a marzo del periodo en cuestión, lo cual corresponde a los meses de mayor precio internacional en los Estados Unidos.

Por tanto, si las importaciones se realizan en meses de mayor precio internacional, origina que dicha producción no se pueda vender y se tenga que almacenar. Esta situación resta

² U.S. Department of Commerce and the International Trade Commission, 2012-2013.

competitividad al productor mexicano de sorgo dado que su ganancia se vería disminuida por costos de almacenamiento. Tan solo, en noviembre de 2013, la producción nacional de sorgo fue 1,793.45 miles de t y las importaciones ascendieron a 643 mil t; esto indica que las importaciones obstaculizaron la distribución eficiente de la producción del grano al menos en ese mes (SIAP, 2014a; SIAP, 2014b).

La segunda ineficiencia, se presenta cuando las importaciones se realizan por el puerto o frontera inadecuados, de acuerdo a la ubicación de los centros de consumo en México. La importación de sorgo debería realizarse por los puertos más cercanos a los centros consumidores. Sin embargo, debido a la falta de planeación en flujos comerciales internos, es frecuente que el sorgo proveniente de Estados Unidos, principal abastecedor de México, se interne por puertos y fronteras que no son los más adecuados a los centros consumidores importantes de México.

Tal situación aumenta los costos de transporte, elevando el precio del producto final y afectando el ingreso de los consumidores del grano. En 2012, 38.9 % de las importaciones mexicanas de este grano, se realizaron por Nuevo Laredo, Tamaulipas; 24.6 % por el puerto de Veracruz y 13.8 % por el puerto de Progreso, Yucatán (USITC, 2013; SAT, 2013); puntos de entrada que no son los más cercanos a la zona de consumo. Así, importaciones espaciales inadecuadas elevan costos de comercialización dado que un canal más largo aumenta costos de transporte, en consecuencia, implica pérdida de competitividad para el productor nacional.

Aunado a lo anterior, en la distribución del grano se utiliza el medio de transporte más caro. Según ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria), el modo de transporte a utilizar depende de la distancia que se vaya a recorrer. A distancias menores es preferible la utilización del camión y el ferrocarril a distancias mayores. Por ejemplo, en 2011 el costo de transporte de una tonelada de sorgo por camión fue, sensiblemente, mayor al costo por ferrocarril (Kansas City, 2014), pese a esto, el camión fue el más utilizado (Rebollar, 2003; Rebollar *et al.*, 2004; Rebollar *et al.*, 2005).

Por otra parte, existe evidencia de que el nivel de almacenamiento operado por la CONASUPO no se realizaba de manera eficiente, pues sólo mantenía en existencias el nivel que requería como reserva, lo cual no correspondía con el plan de manejo de inventarios que la paraestatal debía mantener para hacer más eficiente el abasto durante los meses del año y, evitar, de esta manera, fluctuaciones en el precio.

Las ineficiencias en la distribución temporal de las importaciones aumentan el monto de divisas que los importadores pagan por adquirir el sorgo del exterior; mientras que las ineficiencias espaciales aumentan los costos de transporte de los puntos de internación a los centros consumidores, pues las compras provenientes del exterior entran por puertos más alejados a las zonas consumidoras. Tal situación puede deberse a distorsiones relacionadas con el medio de transporte más barato como mermas, impuntualidad o bien, por una deficiente oferta del servicio.

1.2 Objetivos

El presente trabajo se plantea los siguientes objetivos:

General

- ✓ Analizar las ineficiencias temporales y espaciales en comercialización y distribución del de sorgo en México; así como determinar la existencia de ineficiencias en la forma en que se realizan las importaciones en el espacio y tiempo, para dar recomendaciones de política que contribuyan a mejorar la distribución interna del grano, para lo cual es necesario:

Particulares

- ✓ Identificar la existencia de ineficiencias en la forma en que se realizan las importaciones de sorgo grano en espacio y tiempo.
- ✓ Determinar la forma óptima en que se debe realizar la distribución de la producción nacional de sorgo grano en México.

1.3 Hipótesis

El trabajo plantea la siguiente hipótesis:

Actualmente, la forma en que México realiza las importaciones de sorgo grano es inadecuada, tanto en forma regional (espacial) como temporal (mensual), a causa de no aprovechar la estacionalidad de precios internacionales. El gobierno mexicano no ha planteado una política óptima de importaciones que favorezca a productores nacionales, pues casi siempre, autoriza esas compras en meses donde el volumen de producción es mayor.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 La Información

Tanto la primera parte de los objetivos como de la hipótesis, se obtuvo mediante la obtención de información de forma mensual, proveniente de fuentes secundarias oficiales: SAGARPA, ASERCA, USDA, FAS, FAPRI, Departamento de Comercio de Estados Unidos, Secretaría de Economía de México, SAT-México. Una vez que se obtuvieron los volúmenes de sorgo granos producidos a nivel nacional e importado de forma mensual por los principales puertos y fronteras de entrada de las importaciones, se realizó un comparativo durante doce meses (mayo 2012 – abril 2013) para determinar la existencia de ineficiencias en su comercialización.

Se utilizó el Excel para graficar producción nacional e importaciones, así también para los precios internacionales en su forma mensual y espacial. La información de traslados del grano por ferrocarril se obtuvo de las empresas privadas de ferrocarril que operan en México, como Kansas City Corp., Ferrocarriles Nacionales, Ferrocarriles del Sur, entre otros.

Para el segundo objetivo, se utilizó la técnica de programación no lineal, a través de la formulación y solución de un modelo de distribución espacial e intertemporal. La utilidad de usar un modelo de programación no lineal, y no otro, radica en que sólo a través de este se puede modelar la fuerte dispersión, en el espacio y tiempo, de la producción, el consumo y las importaciones de sorgo en México (Rebollar, 2013).

Así, con base en Takayama y Judge (1971), la función objetivo del modelo, maximiza el Valor Social Neto que se define por el área bajo las curvas de oferta, menos el área de la curva de demanda, menos la suma de costos de adquisición del sorgo grano nacional, costo de adquisición de importaciones, costos de transporte y de almacenamiento. La Función Objetivo se encuentra sujeta a una serie de restricciones de balance de oferta y demanda de sorgo y su naturaleza indica que es un modelo de programación no lineal.

Para esta tesis de licenciatura, es importante aclarar al lector que sólo se utilizó la salida del modelo que tiene que ver con la distribución óptima de las importaciones para México, como una parte de todos los resultados que el autor del proyecto planteó obtener en su totalidad. Por lo que se justifica describir en esta parte la obtención y operación de ese modelo, del que, se recalca que sólo se obtendrán resultados de la distribución de las importaciones de forma óptima.

Así, el modelo, supone que existen regiones productoras, regiones consumidoras, distintos puntos de internación (puertos y fronteras) y diferentes periodos de tiempo. Para realizar el análisis espacial, el país se dividió en 20 regiones productoras y 20 consumidoras de sorgo, estas fueron:

- ✓ Península Norte (PNO): Baja California y Baja California Sur; 2) Sonora (SO); 3) Chihuahua (CH); 4) Noroeste (NO): Sinaloa y Nayarit; 5) La Laguna (LG): Coahuila y Durango; 6) Centro Norte 1 (CN1): Nuevo León y San Luis Potosí; 7) Centro Norte 2 (CN2): Zacatecas y Aguascalientes; 8) Occidente (OC): Jalisco y Colima; 9) El Bajío (BA): Michoacán, Guanajuato y Querétaro; 10) Centro 1 (C1): Estado de México, Morelos y Distrito Federal; 11) Centro 2 (C2): Puebla, Tlaxcala e Hidalgo; 12) Sur (SU): Guerrero, Oaxaca y Chiapas; 13) Golfo (GO): Veracruz y Tabasco; 14) Península: Campeche, Yucatán y Quintana Roo; 15) Tamaulipas Norte: Nuevo Laredo, Guerrero, Mier, Miguel Alemán, Camargo, Gustavo Díaz Ordaz y Reynosa; 16) Tamaulipas Centro-Norte: Río Bravo, Valle Hermoso, Matamoros, San Fernando, Méndez, Cruillas y Burgos; 17) Tamaulipas Centro: Soto la Marina, Abasolo, Jiménez, Casas, Padilla, Güemez y Llera; 18) Tamaulipas Centro-Oeste: San Carlos, Villagrán, Mainero, Hidalgo, Ciudad Victoria, Jaumave, Miquihuana y San Nicolás; 19) Tamaulipas Suroeste: Xicontécatl, Gómez Farías, Ocampo, Bustamante, Palmillas y Nuevo Morelos y; 20) Tamaulipas Sureste: Antiguo Morelos, El Mante, González, Aldama, Altamira, Tampico y Ciudad Madero. Se consideraron 11 puertos y fronteras de internación de importaciones de sorgo: Ciudad Juárez, Guaymas, Mexicali, Nogales, Nuevo Laredo, Piedras Negras, Reynosa,

Veracruz, Progreso, Matamoros y Tuxpan. El análisis temporal se realizó contemplando 12 meses del año en el ciclo de consumo 2013.

La solución al modelo, se obtuvo a través del procedimiento MINOS, diseñado para problemas de optimización con funciones no lineales, escrito en el lenguaje de programación GAMS (Brooke y Dendrick, 1992).

Asimismo, se consideraron 11 puertos/fronteras de entrada de las importaciones, que serán:

- ✓ Ciudad Juárez (CJ); 2. Guaymas (GU); 3. Mexicali (ME); 4. Nogales (NG); 5. Nuevo Laredo (NL); 6. Piedras negras (PN); 7. Reynosa (RE); 8. Veracruz (VE); 9. Progreso (PG); 10. Matamoros (MA); 11. Tuxpan (TU).

El análisis temporal contempló doce meses del año, dando inicio en el mes de mayo de 2012 (mes 1) y, finalizará en el mes de abril del 2013 (mes 12), considerado como mes de consumo de granos en México (ASERCA, 1997).

2.2 El Modelo

Para evaluar la distribución óptima tanto de la producción, consumo e importaciones del sorgo grano en México, se utilizó un modelo de programación cuadrática, cuya función objetivo maximiza el Valor Social Neto (VSN). El VSN, es igual al área bajo las curvas de demanda menos el área bajo las curvas de oferta, menos el valor de las importaciones y menos los costos de comercialización que se consideraron en el modelo (costos de transporte y almacenamiento).

Otros elementos que no se consideraron en el trabajo pero que afectan el VSN se mencionan a continuación: los costos de industrialización del producto y los costos de transacción que podrían descontarse también del área bajo la curva de demanda. Asimismo cabe indicar que desplazadores importantes de la curva de demanda como cambios en el ingreso del consumidor de sorgo, cambios en el precio del maíz amarillo (bien sustituto en el consumo) y cambios en el inventario ganadero también afectan la magnitud del VSN del mercado del sorgo en México. Por otra parte, en el caso de la oferta, existen desplazadores que la afectan,

ellos son los cambios en el precio medio rural de maíz (bien competitivo del sorgo en la producción), los movimientos en el precio de los insumos (fertilizantes y mano de obra) y cambios en las condiciones climáticas (precipitación pluvial y disponibilidad de agua para riego).

En la actualidad el precio del maíz amarillo es, probablemente, uno de los elementos más importantes que afectan el VSN y que no fue contemplado en el análisis. El aumento de las importaciones de maíz amarillo ha ocasionado una disminución en el precio del sorgo grano y un aumento en su consumo, originando un desplazamiento de la función de demanda de sorgo y una sustitución por el maíz en dietas alimenticias que se utilizan en el sector pecuario; al respecto, Rebollar *et al.* (2005) analizaron la forma en que tal sustitución afectó el VSN del mercado del sorgo.

El modelo incorporó características espaciales e intertemporales y, supone que existen s regiones productoras y d regiones consumidoras que comercian un bien homogéneo, en este caso, el sorgo grano. Las regiones se separan pero no se aíslan por costos de transporte por tonelada y, tales costos son independientes del volumen, lo que implica inexistencia de economías de escala. El modelo consideró costos de transporte y almacenamiento y, para cada región se conocieron las funciones de oferta y demanda de sorgo en cada periodo.

Entre algunos trabajos empíricos que utilizan modelos similares a los de esta investigación, destacan los de Bivings (1997) quien analizó el efecto de la liberalización del mercado del sorgo en México, utilizando un modelo de equilibrio espacial e intertemporal. Rebollar *et al.* (2004), analizaron el efecto de políticas comerciales sobre el mercado del sorgo en México. García (1999) utilizó un modelo con características similares para la determinación de la demanda óptima de almacenamiento de maíz en México. Cabe destacar que estos tres autores sí consideraron el almacenamiento.

Kawaguchi *et al.*, (1997) analizaron los flujos comerciales de leche en Japón suponiendo diferentes estructuras de mercado. Crammer *et al.*, (1993) estudiaron impactos de la liberación comercial entre Estados Unidos, México y Canadá sobre el mercado internacional del arroz. Wilson y Johnson (1995) analizaron efectos de cambios en las políticas del

mercado sobre los flujos de comercio y precios en el sector norteamericano de la cebada maltera. Fuller *et al.*, (2000) discutieron efectos que tendría la liberación comercial del arroz entre México y Estados Unidos para el año 2003.

Así, con base en Takayama y Judge (1971), Bivings (1997) y suponiendo $s(s=1,2,\dots,S=20)$ regiones productoras, $d(d=1,2,\dots,D=20)$ regiones consumidoras, $m(m=1,2,\dots,M=11)$ puertos y fronteras de entrada y $t(t=1,2,\dots,T=12)$ periodos, el modelo de programación cuadrática, en su representación matemática, se expresó en los siguientes términos:

$$\begin{aligned}
MaxVSN = & \sum_{t=1}^{12} \pi^{t-1} \sum_{d=1}^{20} \left[\lambda_{dt} y_{dt} + \frac{1}{2} \omega_{dt} y_{dt}^2 \right] - \sum_{t=1}^{12} \pi^{t-1} \sum_{s=1}^{20} \left[\nu_{st} x_{st} + \frac{1}{2} \eta_{st} x_{st}^2 \right] \\
& - \sum_{t=1}^{12} \pi^{t-1} \sum_{m=1}^{11} \left[p_{mt} x_{mt} \right] - \sum_{t=1}^{12} \pi^{t-1} \sum_{s=1}^{20} \sum_{d=1}^{20} \left[p_{sdt}^c x_{sdt}^c + p_{sdt}^f x_{sdt}^f \right] \\
& - \sum_{t=1}^{12} \pi^{t-1} \sum_{s=1}^{20} \sum_{m=1}^{11} \left[p_{mdt}^c x_{mdt}^c + p_{mdt}^f x_{mdt}^f \right] - \sum_{t=1}^{12} \pi^{t-1} \sum_{s=1}^{20} \left[p_{st,t+1} x_{st,t+1} \right] \\
& - \sum_{t=1}^{12} \pi^{t-1} \sum_{m=1}^{11} \left[p_{mt,t+1} x_{mt,t+1} \right]
\end{aligned} \tag{1}$$

donde: $\pi^{t-1} = (1/1+i_t)^{t-1}$ = factor de descuento con i_t igual a la tasa de inflación en el mes t ; λ_{dt} = intercepto de la función de demanda en la región d en el mes t ; y_{dt} = cantidad consumida de sorgo en la región j en el mes t ; ω_{dt} = pendiente de la función de demanda de sorgo en la región j en el mes t ; ν_{st} = intercepto de la función de oferta en la región s en el mes t ; x_{st} = cantidad producida de sorgo en la región s en el mes t ; η_{st} = pendiente de la función de oferta de sorgo en la región s en el mes t ; p_{mt} = precio internacional del sorgo importado a través del puerto m en el mes t ; x_{mt} = cantidad importada de sorgo por el puerto m en el mes t ; p_{sdt}^c = costo de transporte de sorgo de la región s a la región d por camión en el mes t ; x_{sdt}^c = cantidad de sorgo enviada de la región s a la región d por camión en el mes t ; p_{sdt}^f = costo de transporte de sorgo de la región s a la región d por ferrocarril en el mes t ; x_{sdt}^f = cantidad de sorgo enviada de la región s a la región d por ferrocarril en el mes t ; p_{mdt}^c = costo de transporte de sorgo del puerto o frontera m a la región d por camión en el mes t ; x_{mdt}^c = cantidad de sorgo enviada del puerto o frontera m a la región d por camión en el mes t ; p_{mdt}^f = costo de transporte de sorgo del puerto o frontera m a la región d por ferrocarril en el mes t ; x_{mdt}^f =

cantidad de sorgo enviada del puerto o frontera m a la región d por ferrocarril en el mes t ; $p_{st,t+1}$ = costo unitario de almacenamiento de sorgo en la región s del mes t al mes $t+1$; $x_{st,t+1}$ = cantidad de sorgo almacenado en la región s del mes t al mes $t+1$; $p_{mt,t+1}$ = costo unitario de almacenamiento en el puerto m del mes t al mes $t+1$; $x_{mt,t+1}$ = cantidad de sorgo almacenada en el puerto m del mes t al mes $t+1$;

La función objetivo se encuentra sujeta a las siguientes restricciones:

$$x_{st} + x_{st-1,t} - x_{st,t+1} \geq \sum_{d=1}^D [x_{sdt}^c + x_{sdt}^f] \quad (2)$$

$$x_{mt} + x_{mt-1,t} - x_{mt,t+1} \geq \sum_{d=1}^D [x_{mdt}^c + x_{mdt}^f] \quad (3)$$

$$\sum_{s=1}^S [x_{sdt}^c + x_{sdt}^f] + \sum_{m=1}^M [x_{mdt}^c + x_{mdt}^f] \geq y_{dt} \quad (4)$$

$$x_t = \sum_{m=1}^M x_{mt} \quad (5)$$

$$x_{s12,13} = x_{s0,1} \quad (6)$$

y

$$y_{dt}, x_{st}, x_{mt}, x_{sdt}^c, x_{sdt}^f, \dots, x_{st,t+1}, x_{mt,t+1} \geq 0 \quad (7)$$

La función objetivo maximiza el VSN (ecuación 1), el cual es igual a la suma del área bajo las curvas de demanda, menos la suma de las áreas bajo las curvas de oferta, menos el valor de importaciones, menos costos de transporte y menos costos de almacenamiento.

La segunda restricción (ecuación 2) establece que la producción de sorgo en cada una de las regiones productoras s en el periodo t , más el nivel de inventarios almacenados en s del periodo $t-1$ a t , menos el nivel de inventarios almacenados en s del periodo t al periodo $t+1$, deberá ser igual o mayor al total de envíos de sorgo por camión y ferrocarril de esta región productora a todas las regiones demandantes o consumidoras d en el periodo t .

La tercera restricción (ecuación 3) establece que el total de importaciones por el puerto m en el periodo t , más inventarios almacenados en m en el periodo $t-1$, menos los inventarios que se almacenarán en m del periodo t al periodo $t+1$ de sorgo, deberán ser mayores o iguales al

total de envíos de sorgo por camión y por ferrocarril de centros de entrada de las importaciones a diferentes regiones demandantes d en el periodo t .

La ecuación 4 establece que el total de envíos de sorgo por camión y por ferrocarril de zonas productoras s y de puertos y fronteras de entrada de importaciones m a todas las regiones consumidoras d , deberá ser mayor o igual a la cantidad total demandada en el periodo t .

La ecuación 5 establece que las importaciones totales del periodo t deberán ser iguales a la sumatoria de importaciones realizadas por los diferentes puertos y fronteras m en el periodo t .

La penúltima restricción (ecuación 6) establece que los inventarios almacenados de sorgo en la región productora s del mes 12 al mes 13, deberán ser iguales a los inventarios almacenados en s del mes 0 al mes 1. Finalmente, la última restricción establece las condiciones de no negatividad del modelo.

Para evaluar la distribución óptima de la producción nacional, consumo e importaciones, primero se validó el modelo base de programación con datos observados en el periodo que va de mayo de 2012 a abril de 2013 (definido como año 2012/2013) y se realizó el contraste respectivo para determinar la diferencia entre el valor observado en ese año y el bienestar de la sociedad (medido a través del VSN).

2.3 Fuentes de información

Como precio de adquisición del sorgo en zonas productoras, se considerará el precio medio rural reportado por el SIAP (2014b), la producción de sorgo por región y por mes, se calculará con avances de siembras y cosechas contabilizados de forma mensual por el mismo SIAP. Los inventarios de sorgo disponibles a inicios del mes de octubre de 2012, se calcularán considerando un mes de consumo pecuario de sorgo.

El consumo regional mensual, se calculará utilizando la metodología propuesta por García (1999) y, la información necesaria para obtenerlo se obtendrá del SIAP, Secretaría de Economía, INEGI, CANACINTRA (varios años) y de Fuller y Gutiérrez (1992).

Las importaciones nacionales y mensuales por puerto y frontera, se obtendrán de la Secretaría de Economía (SE). El precio internacional del sorgo para el periodo de análisis, se obtendrá considerando el precio unitario de las exportaciones de Estados Unidos a México por los diferentes puertos y fronteras de salida del primer país y, considerará además, la tasa de cambio, el seguro y flete marítimo, el costo financiero internacional y los gastos portuarios y de cruce. El precio unitario, provendrá de la Comisión de Comercio Internacional de Estados Unidos (USITC por sus siglas en inglés).

El seguro y flete marítimo de puertos del Golfo de Estados Unidos a puertos mexicanos, así como los gastos de internación en puertos y fronteras se obtendrán de ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria, 2012 y 2013). El seguro y flete marítimos de puertos del Golfo de Estados Unidos a puertos en el pacífico mexicano se obtendrán del USDA.

Es importante destacar que las importaciones de sorgo que se realizan por puertos del pacífico son demasiado bajas, pero, con el objetivo de obtener un precio en tales puntos de internación, se tomará la tarifa cobrada a barcos que salen de puertos estadounidenses ubicados en el Golfo de México, con destino a puertos ubicados en el pacífico mexicano, pasando por el canal de Panamá.

Para calcular el costo financiero internacional, se utilizará la tasa *libor*, considerando 15 días para la internación por puerto y un mes para la internación por fronteras. La tasa *libor* y la tasa de cambio que se registraron en el periodo de análisis, se obtendrán del INEGI (2012 y 2013), quien reporta datos a nivel mensual.

Los costos de transporte por camión y por ferrocarril, contemplarán tarifas promedio pagadas a prestadores de este servicio durante 2012-2013 y se obtendrán de la CANACAR y de *Transportación Ferroviaria Mexicana o de Ferronales* y de este último para el costo de transporte de los puntos de entrada de las importaciones a centros de consumo. Los costos de almacenamiento para importadores y productores, que incluyen maniobras de entrada y

salida, se obtendrán de ASERCA. La solución al modelo, se obtendrá con la utilización del procedimiento MINOS, escrito en el lenguaje de programación GAMS.

III. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE SORGO GRANO

3.1 Evolución del sorgo grano en el mundo

Su registro histórico a nivel mundial se remonta aproximadamente a los 2,200 años antes de la Era Cristiana.

Su origen está científicamente determinado en el Continente Africano, lo que hoy corresponde a Etiopía y Sudán. Es allí donde se considera que se cultivó el sorgo por primera vez, ya que indicios de su presencia física se han hallado en las tumbas de los faraones en las ruinas de Ninive, ciudad de la antigua Asiría.

El sorgo llegó a China aproximadamente en el año 1,200 a. de C. y para 300 a. de C. ya se cultivaba en la India y Roma (AGROBIT, 2013).

Los sorgos primitivos presentaban condiciones morfológicas muy poco deseables para la producción de grano, pues eran de porte elevado, de periodo vegetativo largo, se volcaban con facilidad y muy difíciles de cosechar. La primera selección fue realizada por los productores teniendo como base los tipos Kafir y Milo, por su buena tolerancia a la sequía. Con el desarrollo de la genética, el fito mejoramiento y la introducción de la mecanización en la agricultura, se hicieron selecciones a partir de los materiales originales, obteniendo tipos más precoces y de porte relativamente bajo.

El sorgo como cultivo doméstico llegó a Europa aproximadamente hacia el año 60 d. C. pero no se extendió con facilidad en el continente. En la medida en que este cereal se fue adaptando como planta cultivada, el hombre la fue seleccionando de acuerdo con los usos que posteriormente la habría de dar; en los sorgos graníferos se buscó la cantidad y la calidad de sus granos dulces, un alto contenido de azúcar en sus tallos y una máxima conveniencia como forraje.

Durante los siglos XVII y XVIII, los esclavos provenientes de África trajeron consigo al continente americano semillas de este material, conocidas como maíz de Guinea. Quienes

realizaron su diseminación por los países de la cuenca del Caribe, Colombia y Venezuela, para posteriormente desplazarse a América del Norte (AGROBIT, 2014).

En lo que se refiere a México (INFOASERCA, 1997), no se tiene una fecha precisa de llegada de este cultivo al país; 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 ésta en la que se inicia un desarrollo importante, gracias a las tendencias mundiales que se dieron en la agricultura, específicamente en América Latina, la cual, respondió a la profunda reestructuración que se dio en el campo, caracterizado por el cambio en el padrón de cultivos. De esta forma los granos que tradicionalmente eran explotados perdieron terreno, privilegiándose nuevos plantíos forrajeros, con el objetivo de abastecer las empresas agroindustriales vinculados con la producción de carnes y derivados.

3.2 Evolución del sorgo grano en México

El cultivo del sorgo en el país, se puede definir como un producto con un crecimiento constante. Según datos registrados de 1960 a 1989, se puede observar que es uno de los sectores agropecuarios que ha registrado progresos uniformes. Es importante resaltar que durante este periodo, fue la segunda mitad de la década de los sesenta la que marcó la etapa de crecimiento en la producción de este grano en prácticamente todos sus indicadores, desde superficie cosechada, hasta producción.

Según David Barkin y Billie Dewalt (1998) en su estudio *La crisis alimentaria mexicana y el sorgo*, afirman que en los años sesenta, México se encontraba en sexto lugar de producción a escala mundial, mas no era autosuficiente. Sus importaciones en años recientes habían sumado más de la mitad de la producción nacional, ubicando al país como el segundo comprador más importante del mercado norteamericano.

La producción de sorgo en México había prosperado gracias a la adopción de sorgos híbridos que se desarrollaban en Texas desde finales de los años cincuenta. El estímulo más importante para esta introducción no era su gran productividad, sino la apertura de un nuevo mercado, una creciente demanda impulsada por empresas trasnacionales productoras de

alimentos balanceados para el incipiente mercado mexicano. Estas empresas transformaron la tecnología de la avicultura y de la porcicultura con sistemas de producción en granjas, lo cual creó una demanda explosiva para el sorgo. Un ejemplo de ellos fue en 1964, cuando Ralston Purina emprendió una labor de divulgación de los beneficios del sorgo, y ofreció comprar la totalidad de la cosecha en términos ventajosos como un insumo para sus diversas líneas de alimentos balanceados para el ganado.

Dekalb, Pioneer, Northrup-King, Asgrow, Funk, y otras empresas semilleras trasnacionales respondieron favorablemente al nuevo mercado de sorgo híbrido, estableciendo programas de adaptación y comercialización en México. Las semillas que ofrecía México fueron básicamente las mismas que vendía Estados Unidos; eran híbridos de alto rendimiento, producidos y seleccionados para consumo animal. Entre 1950 y 1975, el número de establecimientos que producían alimentos balanceados creció de 19 a más de 305, según el censo industrial, y desde entonces ha crecido aún más con la entrada de nuevas empresas y con el surgimiento de los propios ganaderos como productores de este grano relativamente estandarizado.

A pesar del crecimiento fenomenal de la producción del sorgo, el país todavía no estaba en condiciones de satisfacer su propia demanda. En 1971, México se vio obligado a importar 3.3 millones de toneladas de sorgo, casi el 40 % del total utilizado.

La adopción y uso de la semilla híbrida de sorgo en México debe calificarse como una de las historias más exitosas de todos los tiempos en cuanto a la difusión de una innovadora tecnología. Los rendimientos del sorgo en los años ochenta fueron superiores a los del maíz hasta en un 40 %. Esto, se debió a que el sorgo era sembrando principalmente en tierras de riego y el maíz en tierras de temporal.

Además de las semillas híbridas, el éxito del sorgo se debió a las mejoras infraestructurales del gobierno mexicano en el último cuarto de siglo XX. Los rendimientos fueron tan altos que el sorgo desplazó al maíz y al trigo en algunas zonas irrigadas como Tamaulipas, Sinaloa y el Bajío.

La creciente demanda, convirtió al sorgo, en el grano forrajero más importante a nivel nacional, lo cual permitió que se extendiera a una gran cantidad de entidades de la república, y en consecuencia se transformó en un producto determinante para una industria de alimentos balanceados que provee proteínas de origen animal para posterior consumo humano, el cual presenta la ventaja de utilizar poco cuidado intensivo (riego y so de fertilizantes), situación que necesariamente influye en costos de producción.

3.3 Morfología del sorgo grano

El sorgo tiene hábito y fisiología vegetal similares a los del maíz. El género *Sorghum* presenta un sistema radical profuso que le brinda una estructura de soporte muy desarrollada, lo que permite acumular gran cantidad de reservas; además le confiere una mayor capacidad de penetración y mejor persistencia en climas secos, donde la escasez de agua se mantiene por períodos prolongados; su tallo es grueso, con espigas que nacen por pares, y la altura puede oscilar de 1 a 3 m. Los nudos presentan abundantes pilosidades. Las hojas son alternas, aserradas, lanceoladas, anchas y ásperas en su margen; estas tienen la propiedad de quitinización durante los períodos secos, lo que retarda el proceso de desecación (INFOAGRO, 2012).

3.3.1 Raíz

El sistema radical adventicio fibroso se desarrolla de los nudos más bajos del tallo. La profundidad de enraizado es generalmente de 1 a 1.3 metros, con 80% de las raíces en los primeros 30 centímetros. El número de pelos absorbentes puede ser el doble que en maíz, las raíces de soporte pueden crecer de primordios radicales, pero no son efectivas en la absorción de agua y nutrientes.

Figura 3.3.1.1 Raíz

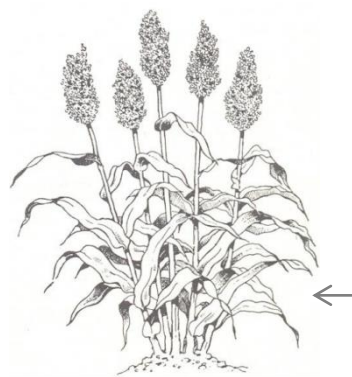


Fuente: INFOAGRO (2012).

3.3.2 Tallo

También llamado caña, es compacto, a veces esponjoso, con nudos engrosados. Puede originar macollos (unidad estructural de la mayoría de las especies de gramíneas, se forman a partir de las yemas axilares o secundarias del meristemo basal del eje principal), de maduración más tardía que el tallo principal. La presencia de macollos es varietal y está influenciada por la fertilidad, las condiciones hídricas y la densidad.

Figura 3.3.2.1 Tallo



Fuente: INFOAGRO (2012).

3.3.3 Hojas

Se desarrollan entre 7 y 24 hojas dependiendo de la variedad, alternas, opuestas, de forma linear lanceolada, compuestas típicamente de vaina, lígula y limbo. El borde de las hojas presenta dientes curvos, filosos y numerosas células motoras ubicadas cerca de a nervadura central del haz facilitando el arrollamiento de la lámina durante periodos de sequía cuya longitud oscila entre 30 a 135 cm y su ancho entre 1.5 a 15 cm.

Figura 3.3.3.1 Hojas



Fuente: INFOAGRO (2012).

3.3.4 Macollos

Los macollos o macollas son la unidad estructural de la mayoría de las especies de gramíneas. Se forman a partir de las yemas axilares o secundarias del meristemo basal del eje principal. Cada uno de estos brotes secundarios o macollos inician su aparición cuando las plantas presentan entre dos y tres hojas. Cada uno de ellos, luego de producir sus primeras hojas, genera su propio sistema radicular. La suma o adición de macollos es lo que conforma la estructura y la forma de una planta de gramínea. Cuando las gramíneas se hallan en estado

Figura 3.3.4.1 Macollos



Fuente: INFOAGRO (2012).

vegetativo producen continuamente nuevos macollos y hojas. Cada macollo, a su vez, comenzará en su momento a producir nuevos macollos.

3.3.5 Inflorescencias

Es una panícula de racimo con un raquis central completamente escondido por la densidad de sus ramas o totalmente expuesto, cuando está inmadura es forzada hacia arriba dentro de la vaina más alta (buche), después que la última hoja (bandera) se expande distendiéndola a su paso. La exersión es importante para la cosecha mecanizada y para la tolerancia de plagas y enfermedades. La panícula es corta o larga, suelta y abierta, y compacta o semi compacta puede tener de 4 a 25 cm de largo, 2 a 20 cm de ancho y contener de 400 a 800 granos, según el tipo de panícula.

Figura 3.3.5.1 Inflorescencias



Fuente: INFOAGRO (2012).

3.3.6 Grano

Varía en el color que va desde el blanco a tonalidades oscuras de rojo y pardo, pasando por el amarillo pálido, hasta pardo púrpura profundo. Los granos son por lo general esféricos, pero varían en dimensión y forma. La cariopsis puede ser redondeada y con puntas romas, de 4-8 milímetros de diámetro. Sus elementos anatómicos principales son el pericarpio, el germen o embrión y el endospermo.

Figura 3.3.6.1 Grano



Fuente: INFOAGRO (2012).

3.3.7 Semilla

Esféricas y oblongas de 3 milímetros, de color negro, rojizo y amarillento.

3.3.8 Contenido de Taninos

Los sorgos con su cubierta seminal pigmentada, poseen taninos condensados. Es en la testa donde están localizados estos compuestos. Los taninos condensados son compuestos que afectan el valor nutritivo del sorgo, pues fijan las proteínas del grano reduciendo su disponibilidad y, asimismo, inhiben la acción de la amilasa (enzima importante durante el proceso de digestión de los granos), causando una disminución del 10 al 30% en la eficiencia alimentaria, en comparación con los sorgos que no poseen estos compuestos.

Figura 3.3.8.1 Taninos



Fuente: INFOAGRO (2012).

Los sorgos con taninos condensados, toman una coloración marrón-café en el lapso de maduración a cosecha de los mismos (INFOAGRO, 2012).

3.4 Valor nutritivo

El contenido de proteína del sorgo es casi igual y comparable al trigo y maíz. Los factores genéticos y ambientales afectan a la composición, cantidad y calidad de proteína. En granos de varios cereales, sobre todo del sorgo, se ha observado una correlación inversa entre el rendimiento en grano y el contenido de proteico (FAO, 2013).

El almidón es la principal forma de almacenaje de los carbohidratos en el sorgo (Cuadro 3.5.1). La digestibilidad de almidón en el grano de cereal determina el contenido energético disponible en el cultivo.

Otro gran componente de los granos de sorgo es la proteína; es un compuesto orgánico constituido por carbono, hidrogeno, nitrógeno y oxígeno. La función primordial de la proteína alimentaria es cubrir las necesidades corpóreas de nitrógeno y aminoácidos esenciales para consumo pecuario.

El contenido de grasa cruda del sorgo es superior a la del trigo y arroz, pero inferior al del maíz. Las capas de germen son determinantes en la fracción de los lípidos. La composición de mineral de los granos de sorgo es muy variable, las condiciones ambientales son quien predominan el contenido de minerales. Cabe mencionar que en el grano del sorgo, la materia mineral está distribuida desigualmente y se halla más concentrada en el germen y la semilla de este.

Cuadro 3.5.1 Contenido proteínico del sorgo grano

Fracción del grano	Peso en el grano (%)	Proteína (%)	Ceniza (%)	Aceite (%)	Almidón (%)
Sorgo grano					
Grano entero	100	12.3	1.67	3.6	73.8
Germen	9.8	18.9	10.4	28.1	13.4
Salvado	7.9	6.7	2.0	4.9	34.6

Fuente: FAO (2013).

3.4 Etapas de crecimiento y desarrollo del sorgo grano

Según Vanderlip (2010), el desarrollo del sorgo sigue una secuencia caracterizada de tres etapas de crecimiento (vegetativa, reproductiva y etapa de desarrollo y madurez fisiológica del grano), requiere aproximadamente de treinta y dos a treinta y cinco días para pasar a través de cada etapa, dependiendo de factores como: la fecha de siembra, el tipo de híbrido y las condiciones del ambiente.

3.4.1 Etapa vegetativa

Comienza desde la emergencia de la planta en el día cero, hasta el comienzo de la floración en el día treinta aproximadamente. En esta primera etapa de crecimiento, el sorgo desarrolla sus estructuras vegetativas, las hojas y tallos, que terminarán soportando la formación y crecimiento del grano. Durante la misma, sorgo puede tolerar un alto grado de estrés, como sequía, granizo y bajas temperaturas. Se requiere una muy buena implantación del cultivo,

libre de malezas, con disponibilidad de nutrientes, temperatura y agua, para asegurar un crecimiento inicial vigoroso.

3.4.2 Etapa reproductiva o de crecimiento

Se extiende desde el día treinta con el inicio de la espiga y termina en el día sesenta con la floración. En la segunda etapa de crecimiento, las estructuras reproductivas de la espiga se forman y se establece el número máximo de granos por planta. Es considerado el período más crítico para la producción de granos, ya que se establece el rendimiento en grano del sorgo.

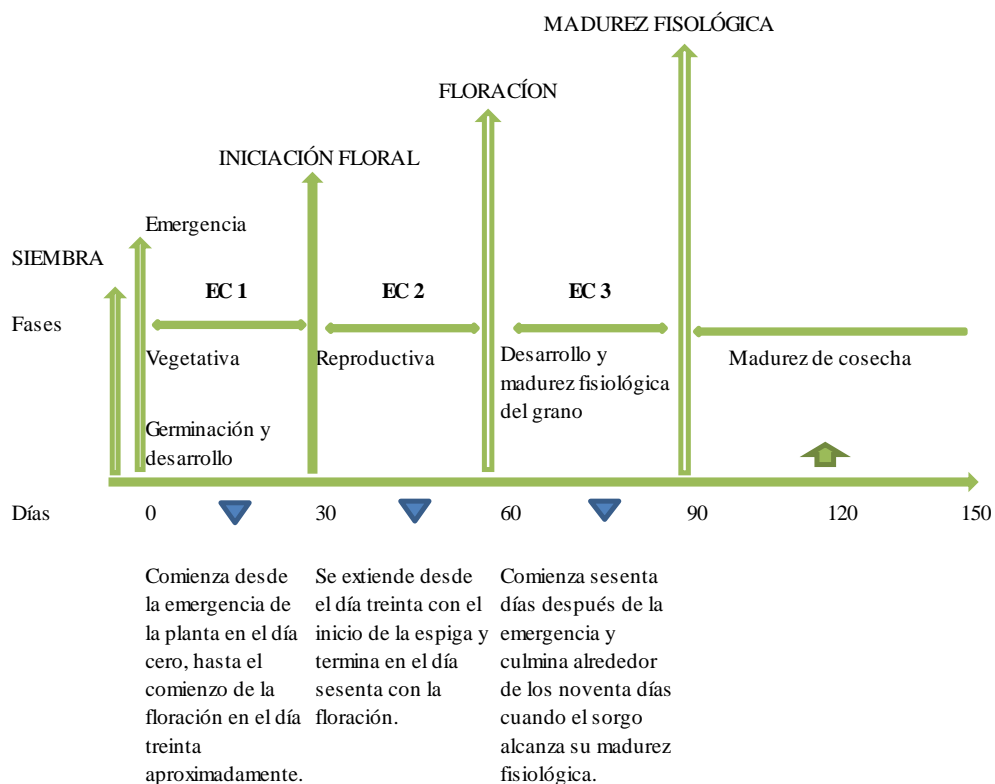
3.4.3 Etapa de desarrollo y madurez fisiológica del grano

Comienza aproximadamente sesenta días después de la emergencia, cuando el cultivo llega a un estado de floración, y culmina alrededor de los noventa días cuando el sorgo alcanza su madurez fisiológica. Esta etapa es la del llenado de grano, por lo que requiere una adecuada humedad del suelo para alcanzar su máximo potencial de rendimiento.

Posterior a la Madurez Fisiológica, tiene lugar la etapa de maduración y secado, durante la cual ocurre la pérdida de humedad, hasta alcanzar la Madurez de Cosecha.

El tamaño del grano y el peso varía en el sorgo, por lo general desde 2,0 hasta 4,5 milímetros de diámetro. En promedio, pesan alrededor de 25 gramos por cada 1.000 granos. El tamaño y peso del grano cosechado dependerá de factores como: el clima, la fertilidad del suelo y agua disponible. En términos generales, el 85% por ciento de la materia seca producida por la planta en esta etapa va directamente al grano. Sólo el 15% del peso final del grano se origina de la materia seca producida en estadíos previos.

Figura 3.4.3.1. Etapas de crecimiento y desarrollo del sorgo grano



EC: Etapa de crecimiento

Fuente: SIAP (2014).

3.5 Condiciones Ambientales

3.5.1 Adaptación del sorgo grano

El sorgo se adapta en regiones cálidas, subhúmedas y semiáridas, donde la precipitación es limitada. Incluso progresa bien en zonas donde la lluvia no excede los 380 mm. Las plantas de sorgo pueden atenuar su crecimiento durante un período de sequía y reanudarlo de nuevo cuando vuelva a disponer de humedad.

La temperatura media óptima para su desarrollo es de 16° C. Temperaturas debajo de estos valores no son convenientes, ya que se alarga el ciclo y baja el rendimiento. La temperatura máxima en que se pueden desarrollar es de 37.5° C.

Además, el sorgo tiene las características de que su sistema radicular es grande, un ritmo de transpiración eficaz y además tiene algunas características foliares que retardan la pérdida de agua en las plantas.

3.5.2 Agua

El sorgo tolera mejor la sequía y el exceso de humedad en el suelo que la mayoría de los cereales, y crece bien bajo una amplia gama de condiciones en el suelo. Además, responde favorablemente a la irrigación, lográndose excelentes resultados si se encuentra bajo riego.

Requiere un mínimo de 250 mm durante su ciclo para llegar a producir grano y pueden obtenerse buenos rendimientos con 350 mm. Pero, para lograr altas producciones, el requerimiento de agua varía entre 450 a 600 mm, dependiendo del ciclo del híbrido y de las condiciones ambientales.

Es fundamental que el suelo tenga una adecuada humedad en el momento de la siembra para lograr una emergencia rápida y homogénea, y con ello una buena implantación del cultivo. Sin embargo, las mayores exigencias en agua comienzan unos 30 días después de la emergencia y continúan hasta el llenado de los grano, siendo las etapas más críticas reproductiva y de desarrollo, puesto que deficiencias hídricas en estos momentos producen mermas en los rendimientos.

El sorgo, además, tiene la capacidad de permanecer latente durante un periodo de sequía y reemprender su crecimiento en periodos favorables, aunque estas situaciones de estrés modifican su comportamiento.

3.5.3 Temperatura

El sorgo requiere temperaturas altas para su desarrollo normal, siendo por lo tanto más sensible a las bajas temperaturas que otros cultivos. Para la germinación necesita una temperatura de suelo no inferior a los 18 °C.

El crecimiento de la planta no es verdaderamente activo hasta que se sobrepasan los 15°C, situándose el óptimo hacia los 32 °C. Durante la floración requiere una mínima de 16 °C, pues por debajo de este nivel se puede producir esterilidad de las espiguillas y reducir el rendimiento del grano (Saucedo, 2010).

3.6 Épocas y sistemas de siembra

El sorgo es un cultivo rústico que se adapta a diferentes tipos de suelo, debido a su menor requerimiento de humedad. Es más eficiente en el uso de agua que el maíz, debido a su particular sistema radicular que posee raíces fibrosas, numerosas y ramificadas, tanto en superficie como en profundidad, para extraer los elementos nutritivos del suelo y del agua.

Las épocas de siembra según ASERCA (2010) se dividen en tres grupos principales: la primera comprendida entre la segunda quincena de mayo y primera de junio y; la segunda o postrera situada en la primera semana de agosto y la época de siembra de materiales de doble propósito recomendada para la primera quincena de mayo.

3.6.1 Época primera

La siembra debe realizarse al establecerse las lluvias con materiales fotosensibles³, lo que permitirá obtener dos cosechas en el año, ya sea por manejo del rebrote o por nueva siembra de semilla. La cosecha de la primera siembra debe secarse con maquinaria para evitar pérdidas por pudrición o germinación.

3.6.2 Época postrera o segunda

Es la época más recomendada y generalizada, debe realizarse en la primera quincena de agosto, para cosecharlo en época seca sin necesidad de secado artificial. También puede cultivarse bajo riego o humedad residual (principios de diciembre), teniendo en consideración que la cosecha se obtenga antes del inicio de las lluvias para evitar problemas de humedad en el grano.

³ Soporte que contiene una capa o un conjunto de capas sensibles al contacto con la luz.

3.6.3 Época de siembra de materiales de doble propósito

La siembra se recomienda para la primera quincena de mayo, lo cual permitirá obtener 2 cortes; el primero aproximadamente a los 75 días después de siembra cuando el grano se encuentre en estado masoso - lechoso y propio para ensilar; el segundo corte debe hacerse a los 75 días después del primero para ser utilizado en silo o a los 90 días después del primero para obtener grano.

3.7 Grupos de sorgo grano

El sorgo se cultiva en ambientes duros donde otros cultivos crecen mal o dan poco rendimiento. Para esto existen variedades de sorgo grano consideradas como clásicas, debido a que su cultivo ha subsistido desde hace varios milenios (Vargas, 2009).

3.7.3 Kafir

Originario de África Tropical, desde donde se ha extendido por todo el mundo. Se caracteriza por poseer buena exención de la panoja (compacta), por ser buen forrajero (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.

3.7.4 Kaoliang

Constituye uno de los cultivos más antiguos de China. Está adaptado a zonas más frías. Posee poca exención de la panoja, es poco macollador, con 7 a 10 hojas verde oscuro y cortas. El grano tiene tanino que le confiere un color castaño.

3.7.5 Shallu

Procede de la India. También del tipo antipájaro pero en este caso debido a la gran flexibilidad de sus panojas. Es un sorgo de abundante macollaje, con 7 a 10 hojas verde claro, panojas erectas cónicas y muy laxas. El grano es pequeño, vítreo, duro, de color blanco amarillento. Este grupo predomina en la Argentina, aunque tiene problemas de vuelco y mildew.

3.7.6 Durra

Esta variedad está intensamente cultivada en el norte de África, sudoeste de Asia y en la India. Antipájaro por poseer panoja compacta y dura. Es un sorgo susceptible a la sequía. Tiene raquis, glumas y ramas de la panoja pubescentes, hojas oscuras y ejerción de la panoja pobre.

3.7.7 Feterita

Procede de Sudán, su característica principal es la precocidad. Es intermedio entre Durra y Milo; tiene 8-9 hojas verde claro y buena ejerción de panoja, la que es compacta y puntiaguda en el ápice. El grano, es color blanco tiza con testa marrón.

3.7.8 Milo

Originario de África, es una variedad importante pues ha sido base de numerosas hibridaciones; es macollador, tiene 8-10 hojas verde oscuro con nervadura blanca, panoja oval, corta y compacta, con ejerción pobre. El grano es blanco, amarillento o marrón y tiene embrión grande.

3.7.9 Hegary

Da origen a los sorgos sensibles al fotoperíodo. Es resistente a sequía por detención del crecimiento. Tiene abundante macollaje, forraje y tallos jugosos, lo que lo hace muy apto para pastoreo. La panoja es elíptica, semi compacta con aspecto de ramillete y el grano es blanco-azulado.

Figura 3.7.1 Grupos de sorgo grano



Fuente: SAGARPA (2014).

V. ENTORNO NACIONAL E INTERNACIONAL DE SORGO GRANO

La economía mundial del sorgo consta de dos sectores distintos, un sector tradicional de subsistencia sustentado en los pequeños agricultores cuya producción se consume en su mayor parte como alimento en los continentes de África y Asia, y un sector de grandes explotaciones modernas y mecanizadas que utilizan grandes cantidades de insumos, cuya producción se utiliza básicamente para consumo pecuario (sorgo grano) en países desarrollados como Argentina, México y América Latina (FAO, 2010).

La organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación describe que el sorgo sigue siendo esencial para la seguridad alimentaria de vastas zonas de África. La mayor parte de la producción se consume en el seno de las explotaciones familiares que lo cultivan y sólo una pequeña proporción de la cosecha se destina al mercado. El hecho de que muchas regiones productoras sigan sufriendo periódicamente déficit de alimentos hace necesario aumentar la producción para garantizar la seguridad alimentaria familiar. En el futuro previsible, la superficie destinada al cultivo del sorgo seguirá incrementándose a medida que aumente la población rural y las tierras agrícolas sigan invadiendo ecosistemas más áridos y frágiles. Para que la producción de alimentos pueda aumentar al mismo ritmo que la población (ICRISAT, 2010).

La posibilidad de intensificar la utilización del sorgo grano como cereal pienso, depende básicamente de la industria de zonas de producción agropecuaria y de la fuerza de su expansión a nivel mundial. Una vez cubiertas las necesidades de alimentos, las posibilidades de que aumente la demanda de sorgo para consumo pecuario son elevadas. A pesar del gran interés en la utilización de sorgo para elaborar alimentos preparados, el uso industrial de este cereal es limitado. En países africanos como Sudáfrica y Nigeria, se utiliza en pequeñas cantidades para producir malta con la que fabricar cerveza, almidón y harina, pero las industrias alimentarias se muestran reacias a experimentar productos alternativos y además, las perspectivas del uso industrial del sorgo resultan fuertemente limitadas en la mayor parte de los países por la incertidumbre de los suministros y la calidad variable del grano.

Las políticas agrícolas, la demanda relativa de consumo pecuario y la posición competitiva en el mercado de otros cereales como el maíz hacen que la producción de sorgo sea cada vez más variable, esto se ve reflejado en países en como México y Argentina (vía de desarrollo) que están experimentando un rápido aumento de la producción de sorgo; y por el contrario países primermundistas (Estados Unidos) están registrado variaciones en la superficie sembrada.

4.1 ENTORNO INTERNACIONAL

4.1.1 Producción mundial de sorgo grano

El sorgo grano, es uno de los cereales secundarios más importantes del mundo, tanto por el volumen de producción, como en superficie cultivada. Aproximadamente 78.1 % (Cuadro 4.1.1.1) de la superficie dedicada a este grano se encuentra en países de desarrollo, ubicados en los continentes de África y América principalmente. El sorgo se cultiva básicamente en zonas agroecológicas, caracterizadas por escasez de precipitaciones y por la sequía, donde el maíz no tiene condiciones suficientes para producir.

En su casi totalidad, el sorgo que es objeto de comercio en mercados internacionales, se destina a la alimentación pecuaria. Esta es la razón por la que los sistemas de producción del mundo desarrollado y de algunas partes de América Latina y del Caribe destinan al mercado una proporción mayor a la producción. Aunque el consumo mundial de sorgo ha disminuido en últimos años a causa de cambios que se han registrado en la agricultura, se prevé que las perspectivas de crecimiento de la demanda de sorgo para pienso (alimento seco que se da al ganado) fortalecerán la economía en regiones de Asia y América Latina (FAO, 2014).

El Cuadro 4.1.1.1, muestra el total de la producción de sorgo grano por continente en un periodo de cinco años (2009 – 2013), África es el líder a nivel mundial con una participación total de 41.3 %, debido a que en los últimos años la superficie cultivada y la producción han incrementado a causa de factores agroclimáticos y la introducción de nuevas tecnologías. La contrariedad de este continente es que se cultiva en zonas cada vez más marginales y de suelos más pobres, incluso en lugares que son propensos a la sequía; consecuentemente los rendimientos no aumentan, por el contrario tienden a disminuir

Sólo la introducción estas nuevas tecnologías y de reformas institucionales, permitirá aumentar la productividad del sorgo en África. El cambio tecnológico ya se está produciendo, particularmente en Malí, Sudan y Nigeria. Gracias a los programas de selección se han obtenido nuevas variedades que permiten conseguir mejores rendimientos y ofrecen una mayor flexibilidad en lo que concierne al período de siembra. Sin embargo, las dificultades existentes para producir y distribuir las semillas limitan el acceso de los agricultores a las nuevas variedades en la mayor parte del continente (FAO, 2010).

El continente Asiático tiene un mercado relativamente desarrollado, especialmente en zonas de gran densidad de población (India, China y Kazakstán). Ello ha permitido adoptar una tecnología mejorada y de forma más generalizada que en África, pero esto no ha tenido un incremento importante de rendimientos durante los tres últimos años (2010 – 2013), ya que cuenta con una participación del 16.8 % en la producción (Cuadro 4.1.1.1).

En Asia, el sorgo sigue siendo importante como cultivo de subsistencia, aunque en un sistema de producción cada vez más comercializado. La mayor parte de la producción se consume todavía en las pequeñas explotaciones que lo cultivan, pero una proporción cada vez mayor se vende en los mercados rurales y urbanos. El futuro del sorgo en Asia depende de la posibilidad de que pueda competir con otros cultivos comerciales en el mundo.

El continente Europeo cuenta con una participación de mínima de 1.5 % (Cuadro 4.1.1.1), ya que sólo se cultiva sorgo en zonas poco extensas de Francia, Italia y España. Por lo que respecta a Oceanía (3.6 %), Australia es el único productor de cierta importancia.

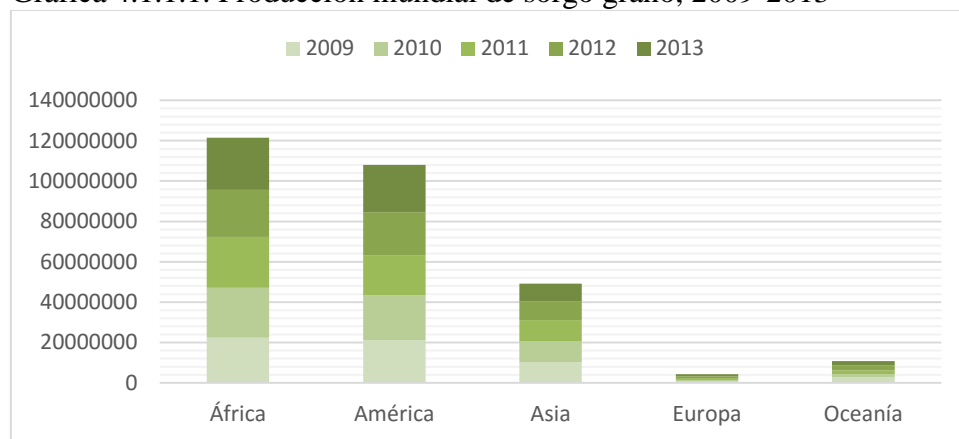
Aunque el consumo mundial de sorgo ha disminuido, a causa de los cambios que se han registrado en las políticas de la agricultura y bajo precios de pago al productor, se prevé que las perspectivas de crecimiento de la demanda de sorgo para pienso fortalecerán la economía del sorgo en el mundo en los próximos años.

Cuadro 4.1.1.1 Producción mundial de sorgo grano, 2009-2013 (Toneladas)

Continente/Año	2009	2010	2011	2012	2013	Part. (%)
África	22,369,136	24,743,289	25,236,857	23,350,064	25,706,456	41.3
América	21,026,737	22,488,889	19,801,090	21,215,717	23,530,088	36.8
Asia	10,171,782	10,509,087	10,331,623	9,444,743	8,757,759	16.8
Oceanía	2,696,083	1,602,494	19,39,594	2,243,506	2,234,605	3.6
Europa	674,032	712,298	933,372	775,960	1,155,651	1.5
Total Mundial	56,937,770	60,056,057	58,242,536	57,029,990	61,384,559	100.0

Fuente: FAOSTAT (2014).

Gráfica 4.1.1.1. Producción mundial de sorgo grano, 2009-2013



Fuente FAOSTAT (2014).

4.1.2 Países productores de sorgo grano

Según datos de la FAO (2010), alrededor del 48 % de la producción mundial de sorgo se utiliza como pienso. La utilización de este cultivo experimenta oscilaciones notables en función de dos factores: el aumento de ingresos, que estimula el consumo de productos pecuarios, y la competitividad de los precios del sorgo frente a otros cereales. Si bien es cierto que el sorgo se considera generalmente como un cereal inferior cuando se destina a la alimentación humana, la elasticidad de la demanda de productos pecuarios en función de los ingresos se considera positiva y elevada (Cuadro 4.1.2.1).

La demanda del consumo pecuario procede de países desarrollados, América Latina y Asia, en los cuales existe una gran demanda intensiva del sector ganadero. México se encuentra

entre los cinco principales países productores de sorgo a nivel mundial junto con Estados Unidos, Nigeria, India y Sudan que juntos aportan un total de 53 % del total de la producción.

Aunque el continente Africano es el mayor productor de sorgo grano, se tiene que quien lidera la producción es Estados Unidos (en estados como Texas, Kansas y Oklahoma), con una producción total de 40.1 millones de t durante un periodo de cinco años comprendidos del 2009 al 2013, seguido de Nigeria e India con 32.9 millones t y 31.9 millones t respectivamente. Sin embargo, en 2011 la producción de Estados Unidos, cayó en 44 % respecto a 2009, entre las posibles causas destacaron el fenómeno del niño, caracterizándose por una baja precipitación estacional que provocó descenso en la producción mundial (FAO, 2014).

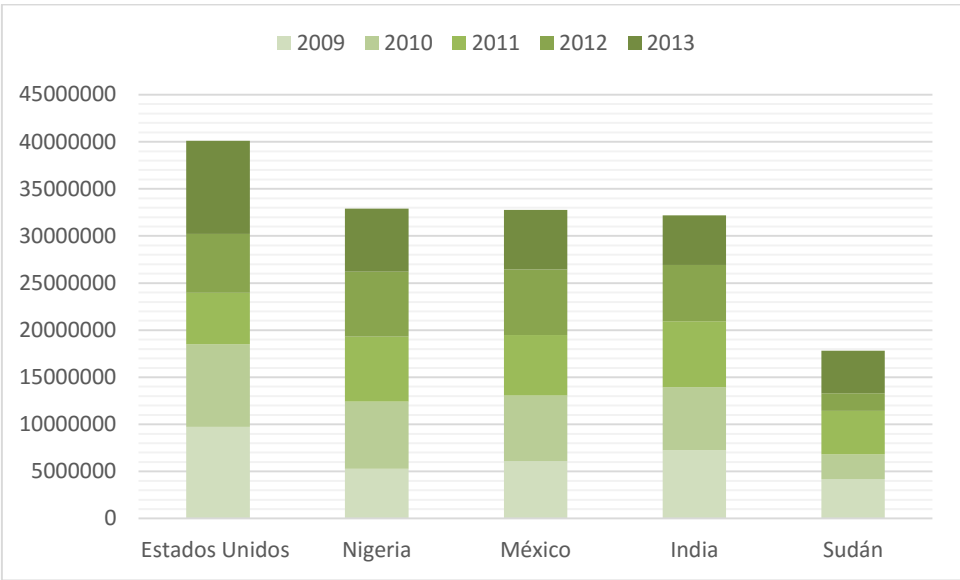
México, se encuentra en tercer lugar con una participación relativa de 11 % (32.6 millones t), tan sólo con una diferencia del 2 % en comparación con el mayor país productor que participa con 13 % (Estados Unidos). El sorgo, constituye un cultivo estratégico para el desarrollo agropecuario del país, tanto por su contribución al desarrollo del sector agroindustrial, como su participación en la agricultura y aportación al desarrollo pecuario a través del abasto de alimentos nutritivos y de bajo costo.

Cuadro 4.1.2.1 Países productores de sorgo, 2009-2013 (Toneladas)

País / Año	2009	2010	2011	2012	2013	Part. (%)
Estados Unidos	9,728,220	8,779,280	5,447,100	6,272,085	9,881,788	13
Nigeria	5,279,170	7,140,970	6,897,060	6,900,000	6,700,000	12
México	6,108,085	6,940,225	6,429,311	6,969,502	6,308,146	11
India	7,245,600	6,698,200	7,003,100	5,980,000	5,280,000	11
Sudán	4,192,000	2,630,000	4,605,000	1,883,000	4,524,000	6
Otros	24,384,695	27,867,382	27,860,965	29,025,403	28,690,625	47
Total Mundial	56,937,770	60,056,057	58,242,536	57,029,990	61,384,559	100

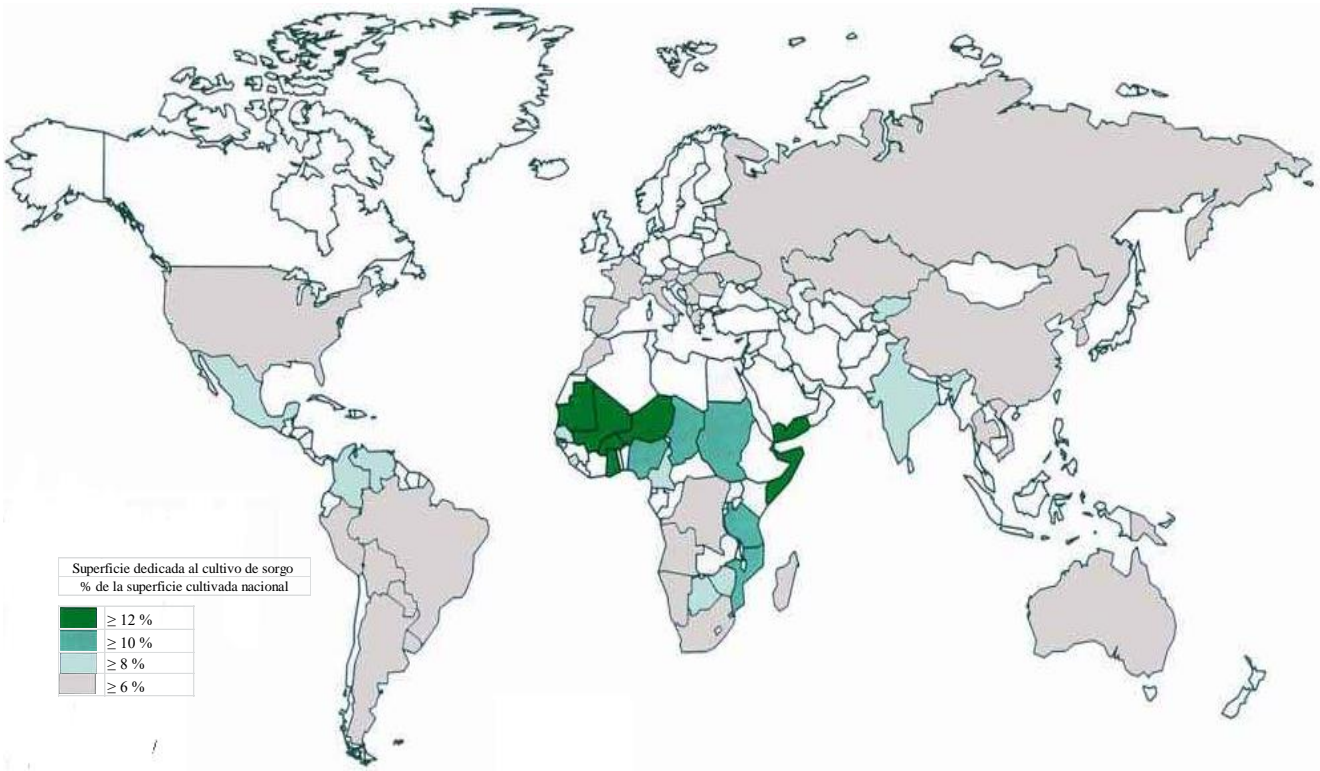
Fuente: FAOSTAT (2014).

Gráfica 4.2.2.1 Países productores de sorgo, 2009-2013



Fuente: FAOSTAT (2014).

Figura 4.1.2.1 Principales productores de sorgo del mundo



Fuente: FAO (2010).

4.1.3 Países exportadores de sorgo grano

El comercio mundial de sorgo está estrechamente vinculado a la demanda de productos pecuarios, dominada por las necesidades de pienso y por los precios del mismo en los países productores.

En la actualidad, el mercado del sorgo posee más del 5 % del comercio mundial de cereales. Aunque la mayor parte de este cereal se sigue consumiendo en los países que lo producen, las exportaciones aumentaron de 3 millones de toneladas en los primeros años de la década de los sesentas a más de 12 millones a comienzos de los años ochenta. En ese período de quince años aproximadamente, el comercio mundial de sorgo se triplicó, en un proceso paralelo al aumento de las importaciones de otros cereales secundarios. (FAPRI, 2014).

Para el año 2013 las exportaciones ascendieron a 32,536.9 millones de t (Cuadro 4.1.3.1) siendo Estados Unidos el país con mayor porcentaje de participación (65.8 %) equivalente a 21,431.0 millones de toneladas en ese mismo periodo, países como Argentina y Austria tienen una aportación considerable de 20.9 % y 11.1 % respectivamente; como se puede observar el sorgo grano se ha convertido en uno de los cultivos con más altos niveles de exportación a nivel mundial.

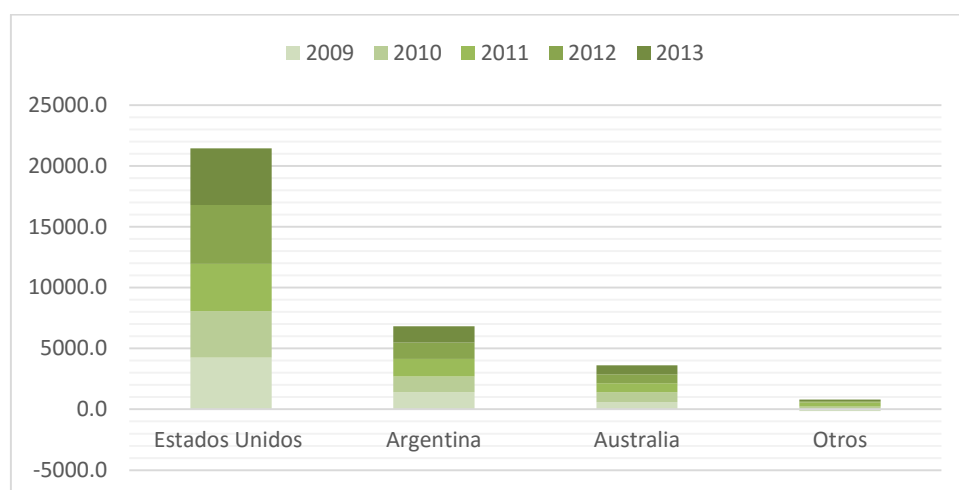
Sin embargo, el volumen de comercio entre países en desarrollo es limitado. Naciones como México o la India afrontan ciertos problemas para la exportación de este cultivo. Generalmente, el volumen de exportación es reducido e irregular y la calidad del producto variable. Por otra parte, una combinación de bajos rendimientos, costos elevados de los insumos y del transporte interior y, la sobrevaloración de la moneda, hacen que las exportaciones no sean competitivas en el mercado internacional, en el que reina una gran competencia.

Cuadro 4.1.3.1 Países exportadores de sorgo grano, 2009-2013 (Millones de toneladas)

País /Año	2009	2010	2011	2012	2013	Part. (%)
Estados Unidos	4,241.0	3,810.2	3,900.4	4,839.7	4,639.8	65.9
Argentina	1,400.0	1,300.0	1,434.0	1,342.9	1,343.5	21.0
Australia	600.0	800.0	734.1	735.3	743.9	11.1
Otros	-141.2	232.2	323.4	121.3	136.6	2.1
Total Mundial	6,099.86	6,142.34	6,391.85	7,039.14	6,863.79	100

Fuente: FAPRI (2014).

Grafica 4.1.3.1 Países exportadores de sorgo grano, 2009-2013



Fuente: FAPRI (2014).

4.1.4 Países importadores de sorgo grano

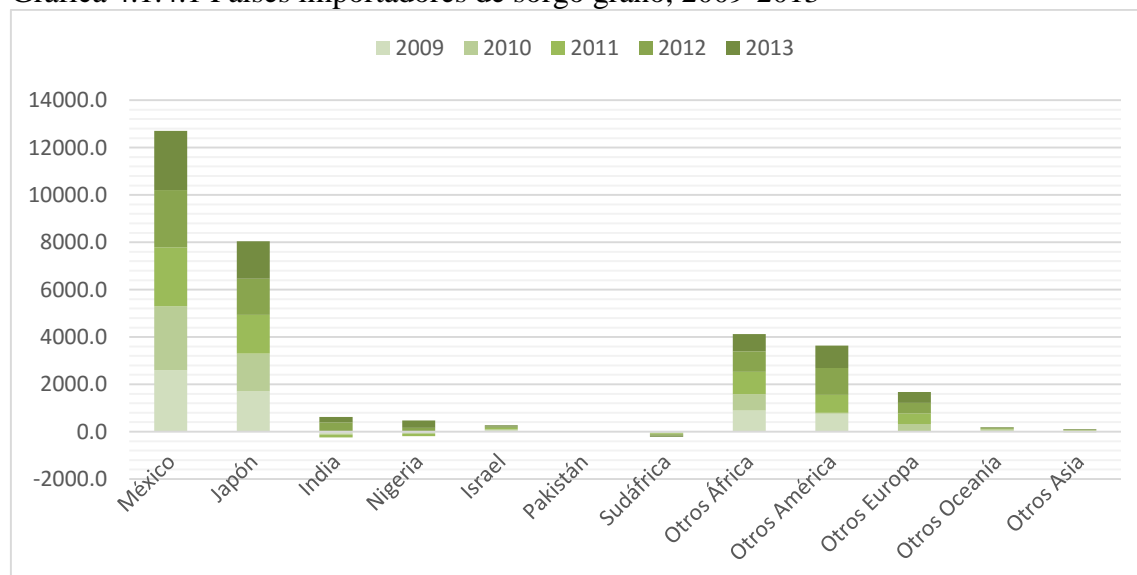
Las importaciones se concentran en un número reducido de países; teniendo a México como el principal consumidor de sorgo grano a nivel mundial (producción pecuaria); en 2013 importó 2,497.4 millones de t, la cifra más alta registrada desde el año 2009, posteriormente le siguió Japón con un total de 1,573.6 en ese mismo año, aunque existe una diferencia significativa del 8.4 % el nivel de exportación es alto, en comparación con países como India, Pakistán e Israel pertenecientes al continente Asiático (Cuadro 4.1.4.1).

Cuadro 4.1.4.1 Países importadores de sorgo grano, 2009-2013 (Millones de toneladas)

País / Año	2009	2010	2011	2012	2013	Part. (%)
México	2600.0	2700.0	2487.1	2416.0	2497.4	48.0
Japón	1700.0	1600.0	1633.1	1530.6	1573.6	30.4
India	-75.0	-50.0	-123.2	388.7	232.4	1.4
Nigeria	-50.0	-50.0	-84.1	165.1	308.0	1.1
Israel	50.0	50.0	60.8	50.3	55.8	1.0
Pakistán	0.0	0.0	-2.6	-2.6	-2.6	0.0
Sudáfrica	-35.0	-35.0	-41.7	-47.0	-62.2	-0.8
Otros África	888.9	686.9	949.3	863.2	732.9	15.6
Otros América	754.0	49.0	758.6	1134.9	934.2	13.7
Otros Europa	13.4	309.4	445.2	448.7	464.2	6.4
Otros Oceanía	47.0	47.0	32.1	32.1	33.4	0.7
Otros Asia	46.5	-25.5	25.7	9.7	32.1	0.3
Total mundial	6,099.9	6,142.3	6,391.8	7,039.1	6,863.8	100.0

Fuente: FAPRI (2014).

Gráfica 4.1.4.1 Países importadores de sorgo grano, 2009-2013



Fuente: FAPRI (2014).

4.1.5 Precios internacionales de sorgo grano

Los precios del sorgo grano en el mercado internacional dependen en gran medida de la situación de oferta y demanda en Estados Unidos. Las cotizaciones corrientes de mercado de este cultivo guardan estrecha relación con los movimientos de precios de otros cereales para consumo pecuario como el maíz, el trigo y la cebada.

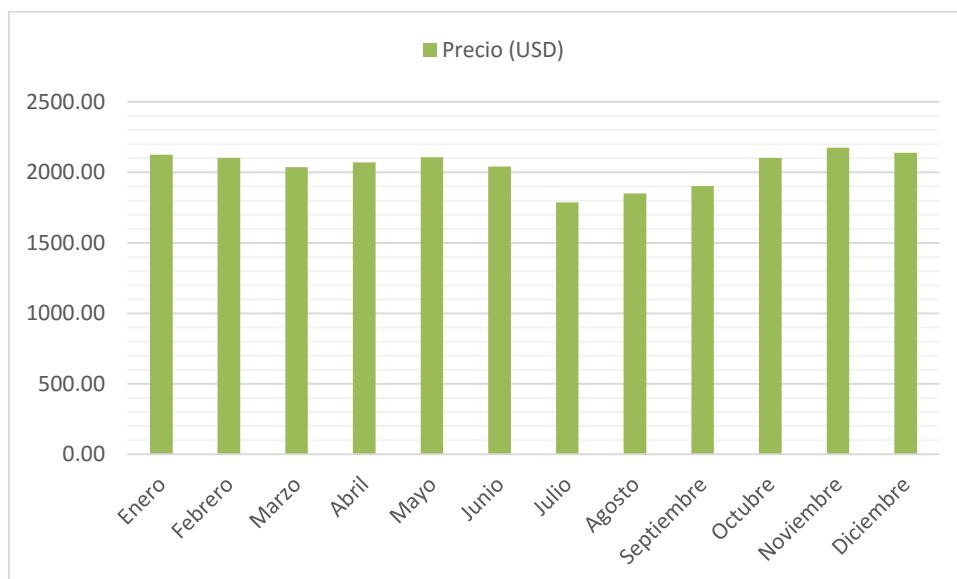
Según la base de datos de la FAOSTAT (2014), otros factores que influyen en los precios de los cereales para pienso son: la producción mundial, el volumen de existencias remanentes y el número de animales que consumen cereales. En el caso del sorgo blanco (utilizado para la alimentación humana), no existen precios reconocidos internacionalmente que se publiquen de forma periódica. Los precios de exportación del sorgo blanco sólo se cotizan irregularmente y únicamente para mercados subregionales restringidos desde el punto de vista geográfico, y guardan escasa relación con los precios de cotización del sorgo (sorgo grano) en el mercado internacional.

Cuadro 4.2.5.1 Precios internacionales de sorgo grano, 2009 (USD)

Mes	Precio (USD)	Variación (%)
Enero	2127.00	14.34
Febrero	2,103.80	-1.09
Marzo	2,037.30	-3.16
Abril	2,071.30	1.67
Mayo	2,107.00	1.72
Junio	2,042.40	-3.06
Julio	1,788.30	-12.45
Agosto	1,851.90	3.56
Septiembre	1,903.80	2.80
Octubre	2,103.50	10.49
Noviembre	2,176.20	3.46
Diciembre	2,139.70	-1.68

Fuente: FAOSTAT (2014).

Gráfica 4.2.5.1 Precios internacionales de sorgo grano, 2009 (USD)



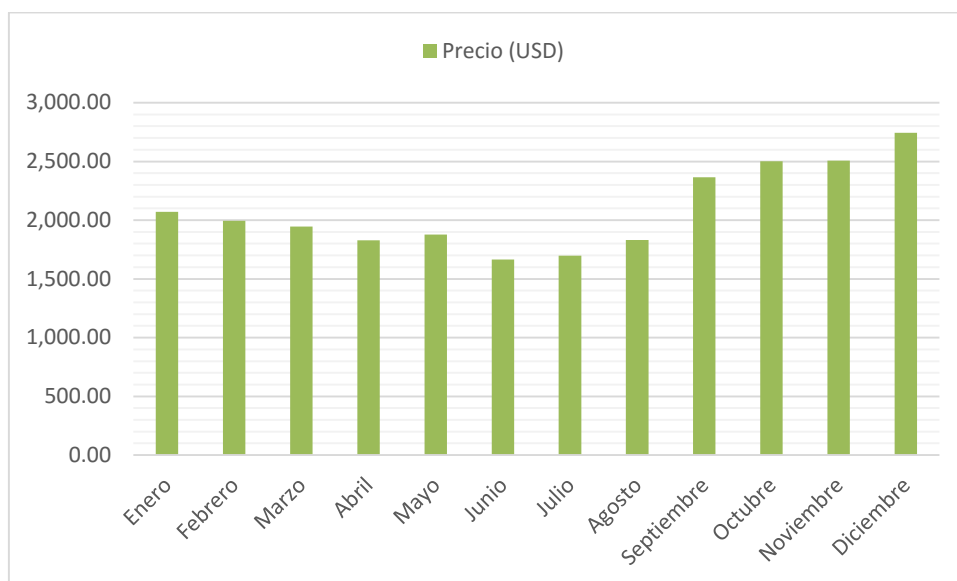
Fuente: FAOSTAT (2014).

Cuadro 4.2.5.2 Precios internacionales de sorgo grano, 2010 (USD)

Mes	Precio (USD)	Variación (%)
Enero	2,071.20	-3.20
Febrero	1,993.80	-3.74
Marzo	1,947.00	-2.35
Abril	1,828.00	-6.11
Mayo	1,876.30	2.64
Junio	1,665.90	-11.21
Julio	1,696.70	0.02
Agosto	1,832.20	0.08
Septiembre	2,365.30	29.09
Octubre	2,500.50	5.71
Noviembre	2,505.70	0.21
Diciembre	2,745.10	9.56

Fuente: FAOSTAT (2014).

Gráfica 4.2.5.2 Precios internacionales de sorgo grano, 2010



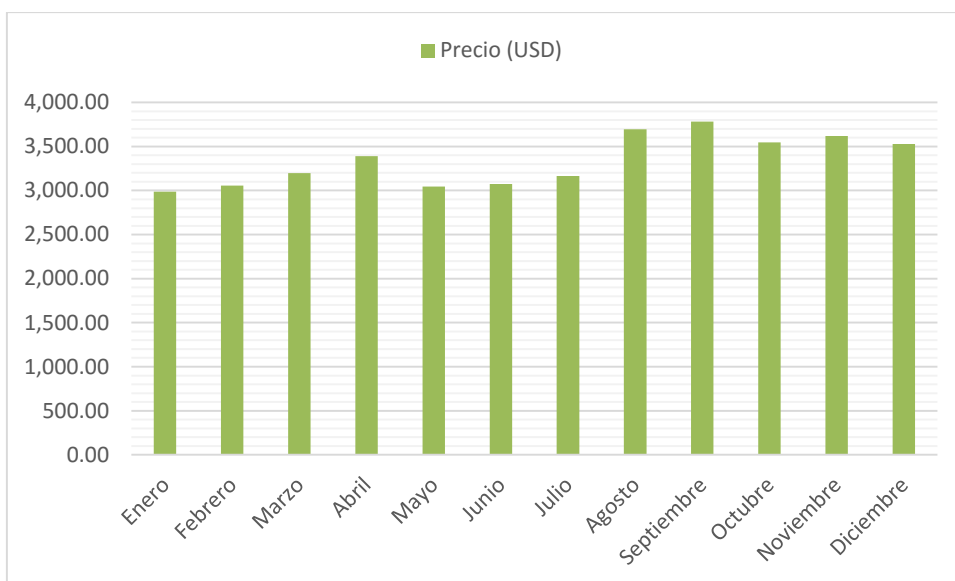
Fuente: FAOSTAT (2014).

Cuadro 4.2.5.3 Precios internacionales de sorgo grano, 2011 (USD)

Mes	Precio (USD)	Variación (%)
Enero	2,988.70	8.87
Febrero	3,057.10	2.29
Marzo	3,196.20	4.55
Abril	3,391.40	6.11
Mayo	3,045.70	-10.19
Junio	3,073.40	0.91
Julio	3,165.30	2.99
Agosto	3,696.30	16.78
Septiembre	3,781.30	2.30
Octubre	3,548.20	-6.17
Noviembre	3,620.70	2.04
Diciembre	3,526.80	-2.59

Fuente: FAOSTAT (2014).

Gráfica 4.2.5.3 Precios internacionales de sorgo grano, 2011



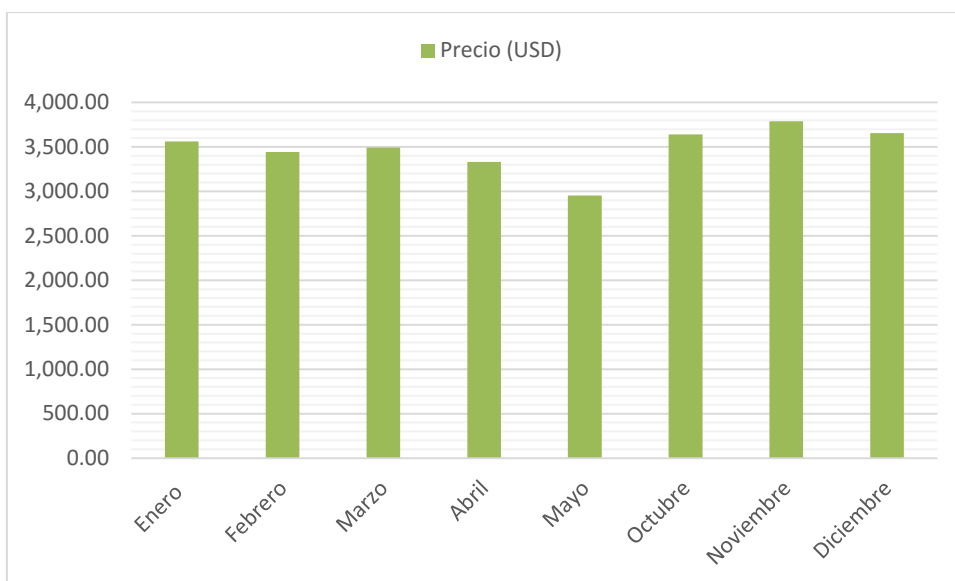
Fuente: FAOSTAT (2014).

Cuadro 4.2.5.4 Precios internacionales de sorgo grano, 2012 (USD)

Mes	Precio (USD)	Variación (%)
Enero	3,561.30	0.98
Febrero	3,442.20	-3.34
Marzo	3,492.80	1.47
Abril	3,331.90	-4.61
Mayo	2,953.00	-11.37
Octubre	3,641.51	23.32
Noviembre	3,787.20	4.00
Diciembre	3,653.80	-3.52

Fuente: FAOSTAT (2014).

Gráfica 4.2.5.4 Precios internacionales de sorgo grano, 2012



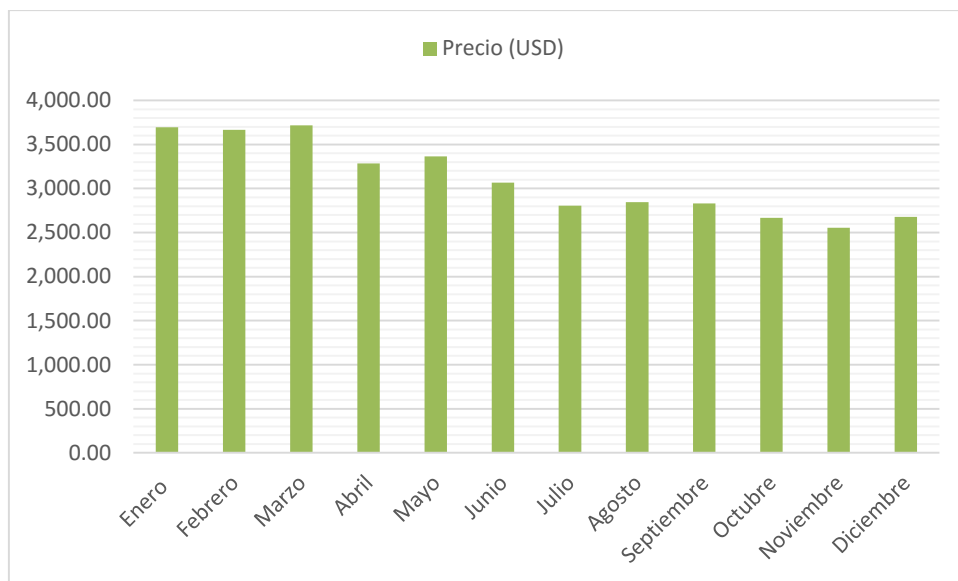
Fuente: FAOSTAT (2014).

Cuadro 4.2.5.5 Precios internacionales de sorgo grano, 2013 (USD)

Mes	Precio (USD)	Variación (%)
Enero	3,696.90	1.18
Febrero	3,664.90	-8.70
Marzo	3,715.70	1.39
Abril	3,285.70	-11.57
Mayo	3,365.90	2.44
Junio	3,067.60	-8.86
Julio	2,804.40	-8.58
Agosto	2,845.40	.146
Septiembre	2,832.60	-4.50
Octubre	2,667.50	-5.83
Noviembre	2,553.10	-0.04
Diciembre	2,679.00	4.93

Fuente: FAOSTAT (2014).

Gráfica 4.2.5.5 Precios internacionales de sorgo grano, 2013



Fuente: FAOSTAT (2014).

4.2 ENTORNO NACIONAL

El sorgo grano (*Sorghum vulgare Pers*) es una planta originaria del continente Africano, y perteneciente a la familia de las gramíneas. Con cañas de dos metros y medio de altura, llenas de un tejido blanco y dulce, vellosas en los nudos; hojas lampiñas, ásperas en los bordes; flores en panoja floja, grande y derecha, arracimada y colgante, y granos rojizos, blanquecinos o amarillos. Se adapta bien al crecimiento en áreas áridas o semiáridas cálidas. Soporta sequía durante un periodo largo y reemprende su crecimiento cuando cesa la sequía.

El sorgo es uno de los principales granos en México. Casi la totalidad se usa para nutrir de materia prima a la industria generadora de alimentos balanceados para consumo pecuario. Aunque también, en menor medida, se puede preparar la harina de sorgo para la fabricación de galletas y pan. En la industria de extracción se emplea fundamentalmente para la obtención de almidón, alcohol y glucosa.

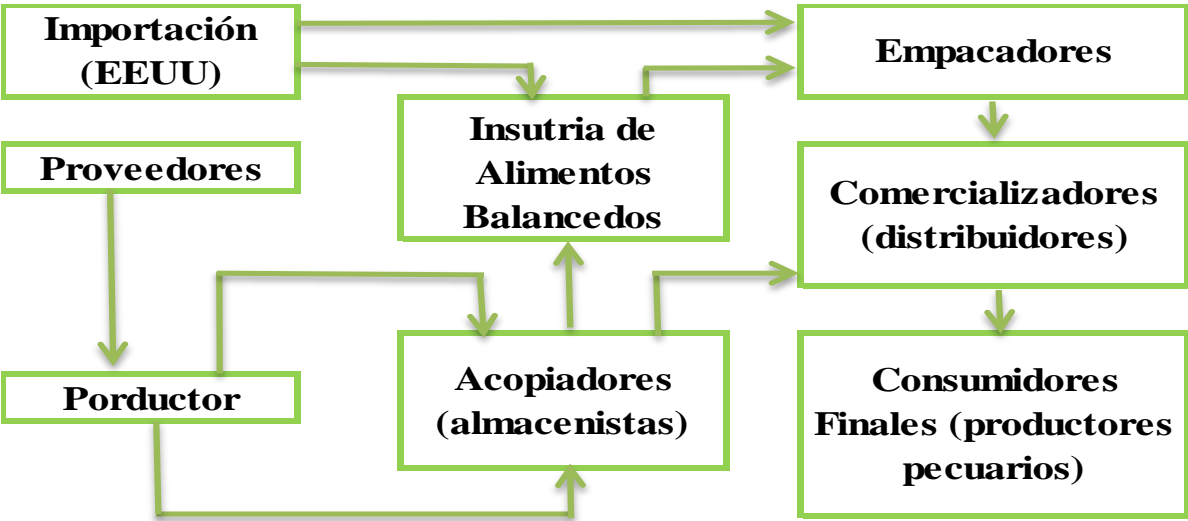
Según datos de la SIAP (2013) en la industria de alimentos balanceados, un 62 % de la materia prima la constituyen los granos forrajeros, cerca de un 15 % la pasta de soya y un

23 % otros ingredientes, como la harina de pescado. Lo anterior muestra la importancia de los granos en el sector pecuario.

El total de granos forrajeros es consumido por dos grupos principales: los fabricantes comerciales o la industria de alimento balanceado (20 % del total de granos) y los productores pecuarios integrados (el 80 %), es decir, productores que elaboran su propio alimento balanceado, que forman parte de una empresa que ha desarrollado algún grado de integración vertical dentro de la cadena de abastecimiento, producción, industrialización y comercialización. El sorgo es el principal ingrediente en la formulación de alimentos balanceados, con el 50% de la composición total, por lo que la producción pecuaria intensiva se encuentra altamente correlacionada con la producción este cultivo.

El sorgo representa el grano forrajero con mayor presencia en nuestro país, por encima de la utilización de la cebada, trigo y maíz. El 92% de la producción se destina al sector pecuario, el 7% se constituye por mermas y el 1% restante es utilizado como semilla para siembra (SIAP, 1997).

Figura 4.2.1 Cadena Productiva del Sorgo



Fuente: Plan Rector Sistema Producto Sorgo Estado de Tamaulipas (2012).

4.2.1 Producción nacional de sorgo grano

El sorgo constituye un cultivo de gran importancia en el desarrollo de las actividades agropecuarias del país. La producción ocupa un lugar relevante en el desempeño mostrado por el sector en los últimos cinco años (2009 - 2013), ya que es un factor dinamizador del crecimiento tanto del subsector pecuario como de la agroindustria (Campo Mexicano, 2004).

Destaca en la agricultura, ya que ocupa el segundo lugar, en cuanto a la producción de los diez principales granos básicos del país. Respecto a su consumo, la mayor parte de la demanda se orienta al consumo animal utilizado como forraje, particularmente en el consumo de las aves, consumo de bovinos leche y carne, consumo porcino, consumo ovino, consumo de caprinos carne y caprinos leche y consumo de sorgo en huevo para plato (Rebollar, 2003)

A su vez y de manera paulatina, la industria de alimentos balanceados se ha convertido en una actividad importante. Ello se debe en gran medida, a que la agroindustria plantea a los productores de sorgo, un patrón de vinculación que incluye, la aplicación de diversos apoyos y estímulos a la producción, el desarrollo del cultivo y para estimular el proceso de integración vertical (Modelo Productivo de sorgo en el estado de Tamaulipas, 2014).

La producción de sorgo en México, compite por el uso del suelo básicamente con el maíz, por lo que los productores deben tener en cuenta las ventajas y desventajas que ofrecen ambos granos. Por ejemplo, las virtudes que ofrece el sorgo para su cultivo, son mayor precocidad y resistencia a la sequía, debido a que la planta tiene la capacidad de suspender su crecimiento cuando falta el agua, renovando nuevamente su ciclo de crecimiento con la primera lluvia, mientras que el maíz, en estas condiciones, muere. Otros aspectos positivos que ofrece, sobre todo en el consumo, es que puede utilizarse de la misma manera que el maíz, ya que la composición es semejante, e incluso más rica en proteína, la harina que se puede extraer es de sabor agradable de fácil digestión y, muy semejante a la del trigo. De cualquier manera, esa importancia le ha permitido que hoy en día se cultive en 28 estados de la república, y a pesar de que podemos considerarlo como un producto de alcance nacional, sigue existiendo un grado de concentración elevado.

4.2.2 Evolución de la producción nacional de sorgo grano

En México, el sorgo está considerado como un grano forrajero por excelencia, además de ser el segundo cultivo de mayor producción, sus inicios datan desde principios del siglo pasado, sin embargo fue hasta finales de los años cincuenta cuando se consideró un cultivo comercial gracias a la política agrícola instrumentada en esos años, a la expansión de la actividad ganadera y al acelerado crecimiento de la industria de alimentos balanceados que actualmente constituye entre el 60 % y el 80% de la materia prima requerida para la producción estos alimentos, por lo que las superficies sembradas en los últimos diez años han generado gran productividad pero están por debajo de las cifras en años comprendidos de 1990 a 2000 (Campo Mexicano, 2010)

Las políticas gubernamentales a través de los años han contribuido al desarrollo del sorgo mediante la modernización de las técnicas de cultivo y programas de apoyo específicos como el financiamiento en el uso de agroquímicos, asistencia técnica y utilización de otros insumos. Desde mediados de los años ochenta se inició un proceso de desregulación de la política agropecuaria, lo que dio como resultado una apertura hacia el exterior y como consecuencia impulso otra nueva política que contenía una mayor participación de los particulares en la expansión de la agricultura y en el caso específico en el desarrollo del sorgo

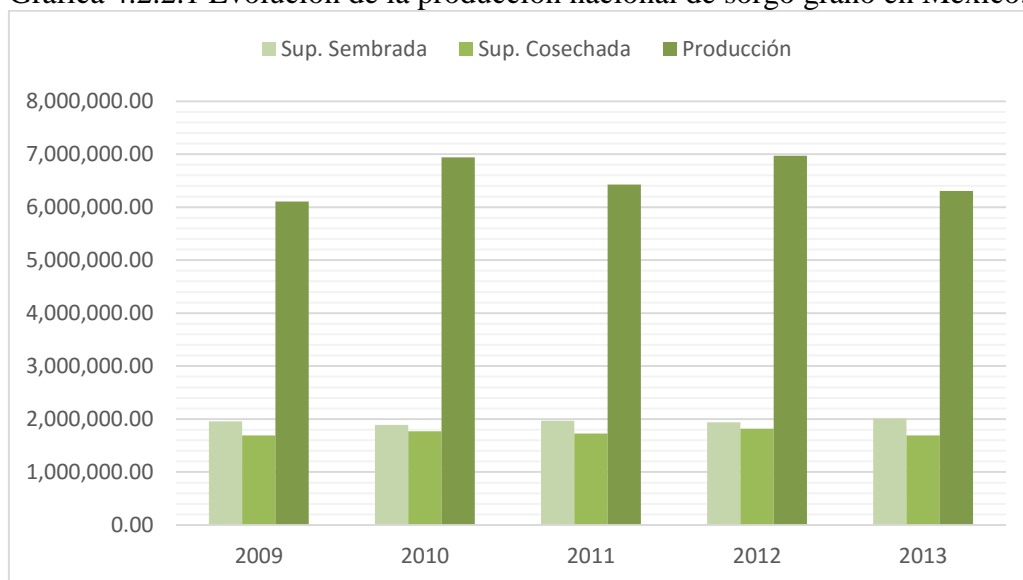
El Cuadro 4.2.2.1, muestra la evolución de la producción que se generó durante 2009 a 2013, tomando en cuenta la superficie que fue sembrada, la superficie cosechada y la producción obtenida durante ese periodo. La TMCA (tasa media de crecimiento anual) de la producción fue -1.2 %, al pasar de 6,108 miles de t en 2004 a 6,308 moles de t en 2013, esto es, fue decreciente en todo el periodo, sin evidencia de recuperación hasta lo que se dispone de información oficial.

Cuadro 4.2.2.1 Evolución de la producción nacional de sorgo grano en México, 2009 - 2013

Año	Sup. Sembrada (ha)	Sup. Cosechada (ha)	Producción (t)
2009	1,955,206.6	1,690,518.3	6,108,085.2
2010	1,888,732.0	1,768,382.3	6,940,224.8
2011	1,972,058.9	1,728,228.5	6,429,311.5
2012	1,937,008.7	1,819,944.6	6,969,501.7
2013	2,012,330.3	1,688,916.7	6,308,146.2

Fuente: SIAP (2014).

Grafica 4.2.2.1 Evolución de la producción nacional de sorgo grano en México. 2004-2013



Fuente: SIAP (2014).

4.2.3 Estados productores de sorgo grano

Tamaulipas, ubicado al noroeste del país es el estado con mayor producción de sorgo grano a nivel nacional, en el ciclo otoño/invierno, con una participación de 37.3 % en el periodo comprendido del 2009 al 2013, esto gracias a su localización geográfica y orografía que presenta una diversidad de climas, que van desde los climas sub-húmedo y húmedo con lluvias en verano en la zona sur-sureste, hasta climas templados en el altiplano Tamaulipeco y serranías, que varían de húmedo a seco según la altitud, con presencia de canícula, las temperaturas medias anuales son de 24 °C con lluvias escasas todo el año y humedad relativa

promedio es de 67.5%.. La precipitación pluvial media de 600 milímetros las lluvias se presentan con mayor frecuencia e intensidad entre los meses de junio a octubre (INFOASERCA, 2014).

Entidades como Guanajuato (21.7 %) y Nayarit (4.8 %), tienen mayor número de producción en el ciclo primavera/ verano, debido a sus condiciones climatológicas y ubicación geográfica.

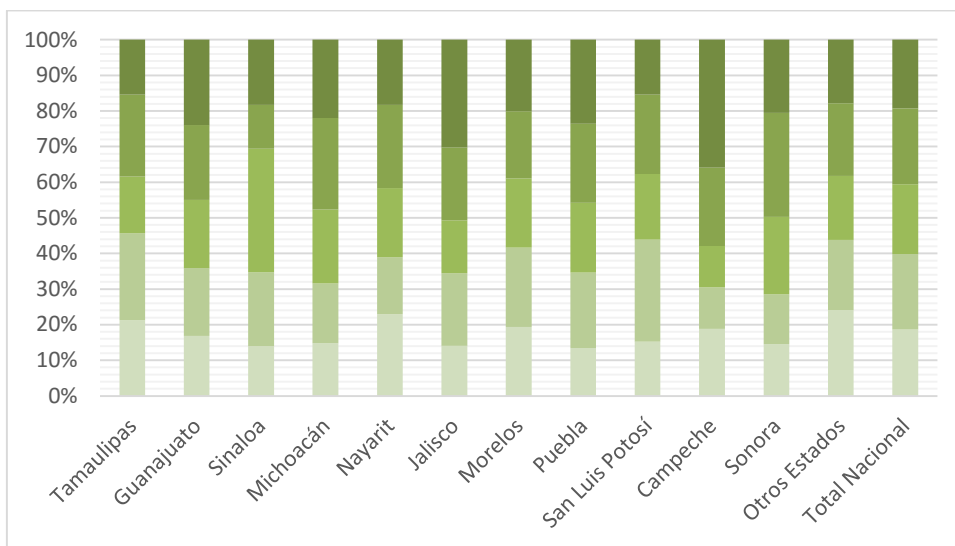
La producción por estado tiene un comportamiento heterogéneo en el tiempo, por ejemplo, para Tamaulipas, 2010 fue un año espléndido (2,991,731.6 t), pero 2011 (1,944,712.6 t) y 2013 (1,880,623.5 t) todo lo contrario, su producción se redujo en casi 1 millón de t. En cambio, la producción de Guanajuato (1,353,517.9 t), fue creciente en el mismo periodo, al igual que Jalisco (188,255.5 t), probablemente, algún tipo de situación vinculada al rendimiento por unidad de superficie.

Cuadro 4.2.3.1 Estados productores de sorgo grano en México, 2009-2013 (Toneladas)

Estado / Año	2009	2010	2011	2012	2013	Part. (%)
Tamaulipas	2,592,679.9	2,991,731.6	1,944,712.6	2,808,108.5	1,880,623.5	37.3
Guanajuato	1,198,238.3	1,353,517.9	1,360,487.8	1,495,737.4	1,704,222.0	21.7
Sinaloa	516,271.7	767,886.9	1,284,874.7	454,873.1	677,993.0	11.3
Michoacán	410,555.6	469,390.9	577,720.0	713,877.3	612,428.8	8.5
Nayarit	358,590.3	249,683.7	303,426.0	366,230.5	285,510.0	4.8
Jalisco	129,711.5	188,255.5	136,619.2	189,013.3	279,014.4	2.8
Morelos	179,711.5	206,882.3	180,035.4	175,085.1	186,324.4	2.8
Puebla	56,464.0	89,441.0	82,119.9	93,568.3	99,234.9	1.3
San Luis Potosí	76,999.8	144,081.6	93,182.1	112,323.3	77,646.9	1.5
Campeche	34,285.7	21,331.0	21,137.5	40,258.3	65,424.7	0.6
Sonora	43,781.9	42,331.9	65,486.6	88,147.8	61,801.3	0.9
Otros Estados	508,786.1	413,680.7	377,498.8	430,266.9	375,909.2	6.4
Total Nacional	6,108,085.1	6,940,224.8	6,429,311.5	6,969,501.7	6,308,146.2	100

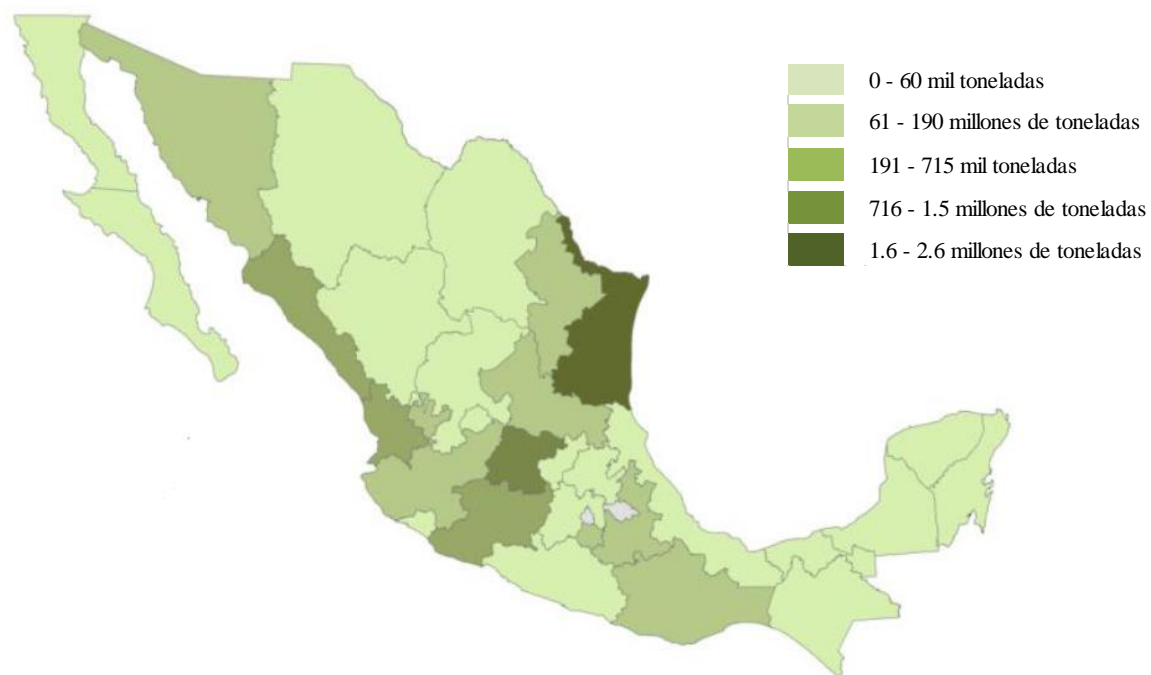
Fuente: SIAP (2014).

Gráfica 4.2.3.1 Estados productores de sorgo grano en México, 2009-2013



Fuente: SIAP (2014).

Figura 4.2.3.1 Principales Estados Productores de sorgo grano en México



Fuente: Con datos de SIAP-SAGARPA (2012).

4.2.4 Consumo nacional de sorgo grano

La participación del sorgo en la industria de alimentos balanceados es básica, como ya se mencionó anteriormente; la producción nacional ha sido insuficiente, de tal forma que se ha tenido que recurrir de compras externas a fin de cubrir la demanda y necesidad que solicita el país.

México, durante el periodo 1980 - 1990 ocupaba el segundo lugar como importador adquiriendo 14.6 % del total de las exportaciones del mundo. Sin embargo, en los últimos años el nivel deficitario se ha incrementado a tal grado, que a partir de 1992 México pasó a ocupar el primer lugar en importación de sorgo que, durante 2009-2013 obtuvo un porcentaje del 48 %, posteriormente seguido de Japón con el 30.4 %.

A pesar de ser un país importador, se tienen exportaciones en volúmenes bajos, ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria), supone que se envía a nichos de mercados bastante específicos y rigurosos, y que seguramente requieren un tipo de grano con características similares a las que produce el país, o bien, como bancos de germoplasma. En consecuencia el promedio de volúmenes de exportación durante el periodo de 2009-2013 fue de 3104.8 t, registrando un mínimo de 29.00 t y un máximo de 1,028.9 t.

En Cuadro 4.2.4.1 muestra el Consumo Nacional Aparente que se determinó sumando el total de la Producción más las Importaciones menos las Exportaciones en un periodo de cinco años comprendiendo los años de 2009 a 3013.

$$CNA = P + I - E$$

Dónde:

P: Producción

I: Importaciones

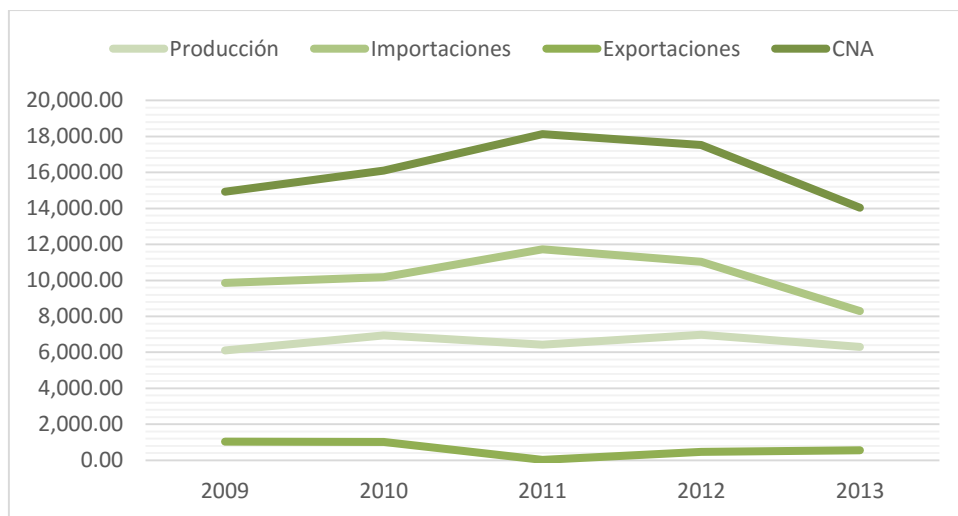
E: Exportaciones

Cuadro 4.2.4.1 Consumo Nacional Aparente de sorgo grano. 2009-2013 (Toneladas)

Año	Producción	Importaciones	Exportaciones	CNA
2009	6,108.0	9,857.1	1,028.9	14,936.2
2010	6,940.4	10,187.9	1,027.1	16,101.2
2011	6,429.3	11,725.0	29.0	18,125.3
2012	6,969.5	11,025.3	465.5	17,529.3
2013	6,308.1	8,291.4	554.3	14,045.2

Fuente: FAO (2014).

Gráfica 4.2.4.1 Consumo nacional aparente de sorgo grano. 2009-2013



Fuente: FAO (2014).

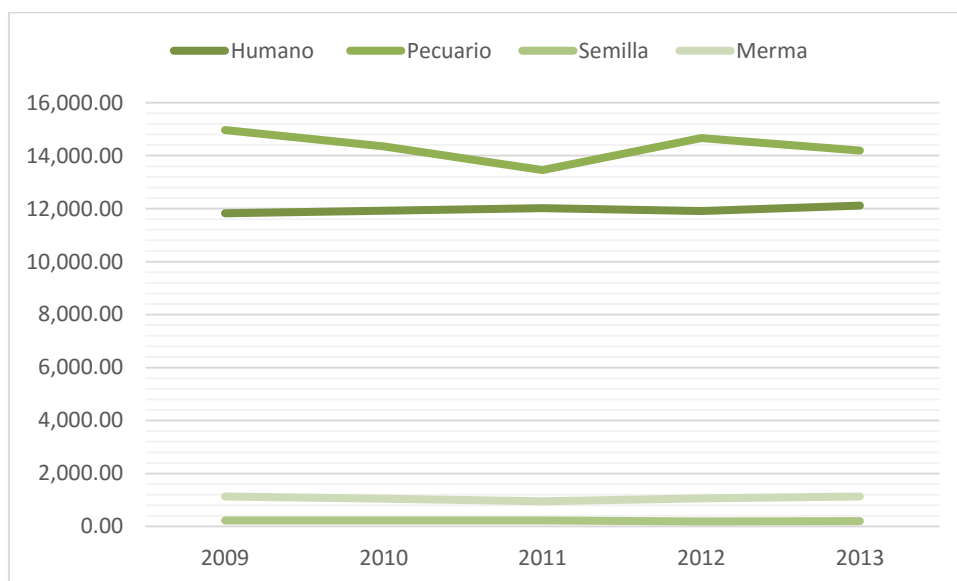
El Cuadro 4.2.4.1 muestra en consumo total de sorgo que tiene México, destinando un porcentaje mayor al sector pecuario del 48 % que equivale a 71,629.3 t, seguido del consumo humano con 59,782.6 t. Por merma se pierde el 4 % de la producción y el 1 % restante es utilizado como semilla, para producción futura del cultivo en el país.

Cuadro 4.2.4.2 Consumo total de sorgo grano, 2009-2013 (Toneladas)

Año	Humano	Pecuario	Semilla	Merma	Total
2009	11,821.8	14,961.2	232.8	1,134.3	30,524.9
2010	11,916.4	14,355.0	224.2	1,054.8	29,925.2
2011	12,013.3	13,461.4	227.4	956.6	29,063.2
2012	11,910.2	14,660.2	193.6	1,064.4	30,237.0
2013	12,120.8	14,191.5	201.6	1,130.0	30,195.0

Fuente: SIAP (2014)

Gráfica 4.2.4.2 Consumo total de sorgo, año 2009-2013



Fuente: SIAP (2014)

De acuerdo con información proporcionada por ASERCA, en el análisis de los granos forrajeros que son destinados al sector pecuario, se encontraron datos importantes que comprenden el problema que enfrenta la producción de sorgo:

- a) El total de granos forrajeros es consumido, prácticamente, por dos grupos. Los fabricantes comerciales de alimento balanceado consumen de acuerdo a datos reportados por el Centro de Estadística Agropecuaria de SAGARPA un 20 % del total de granos. Por otro lado, el 80 % de los granos es consumido por productores

- pecuarios integrados, entiendo a éstos como aquellos productores que elaboran su propio alimento balanceado a través de revolvedoras y sistemas de transporte de materias primas relativamente sencillos, y que en muchas ocasiones resultan ser más eficientes respecto al costo de producción por kilogramo de alimento balanceado;
- b) Prácticamente el total de granos consumidos por el sector de productores integrados, es destinado a la avicultura productora de carne y huevo, aunque también, pero en menor proporción, a otro tipo de ganado;
 - c) El consumo de insumos forrajeros por parte de los fabricantes comerciales se divide de la siguiente forma: el 62 % se constituye de granos forrajeros, el 15 % de pasta soya y el 23 % de otros ingredientes situación que evidencia el grado de dependencia de esta industria a los granos forrajeros y al sorgo específicamente. Pero bastaría con señalar que de los costos de producción para los alimentos balanceados, las materias primas representan el 85.9 %, mientras que el restante se divide en envases 3.0 % y mano de obra 1.0 %;
 - d) Finalmente, nos faltaría señalar que la producción de alimentos balanceados por parte de la industria, es muy similar al comportamiento mostrado por los productores llamados integrales, nada más que en una proporción distinta, de tal forma que el sector de aves constituye 42.19%, cerdos 27.24%, ganado bovino 26.72% (SIAP, 2014).

4.2.5 Precios nacionales de sorgo grano

La política de precios se instrumentó en décadas anteriores, con el propósito de fomentar la producción de granos y asegurar un ingreso mínimo para los productores del campo.

Hasta 1989, el Gobierno Federal a través de CONASUPO intervenía en la comercialización de las cosechas de sorgo, pagando al productor un precio mínimo o de garantía, por la venta de su producto. Sin embargo, la continua caída de los precios determinó la necesidad de establecer mecanismos para sostener los niveles de ingresos de los productores nacionales.

En 1990 se suprimió el permiso de importación para este cultivo, lo que provocó problemas para la comercialización de las cosechas, considerando que los precios internacionales eran más bajos que los nacionales. Posteriormente se establecieron los precios de concertación (precios piso) que eran los precios acordados por los agentes que intervenían en la producción y comercialización del sorgo con el fin de garantizar un ingreso mínimo al productor. Para 1997 dio lugar al llamado precio de indiferencia, que era formulado con base al precio internacional y el costo de internación en la zona de consumo. Este se regionalizaba en el país y se alineaba con los vigentes en el mercado internacional.

En 1991 fue creada la paraestatal Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA) con el objetivo de promover el desarrollo de los mercados agropecuarios y facilitar las transacciones directas entre compradores y consumidores. Bajo esta orientación ASERCA otorgo ayuda financiera a los productores de alimentos balanceados para permitirles comprar la producción nacional de granos a precios de concertación.

Para estos cultivos, el apoyo que se otorgó a los compradores cubría la diferencia entre el precio concertado y el precio de indiferencia, entendido como el precio implícito al cual los compradores adquirieron de manera indistinta la producción nacional o el producto importado.⁴

4.2.6 Comercialización del sorgo grano

El sorgo, es considerado como uno de los principales cultivos de la llamada agricultura comercial. Su expansión en los últimos cincuenta años, se encuentra asociada con el acelerado crecimiento de la actividad ganadera, factor que ha generado una extensa demanda para cubrir las necesidades de la industria de alimentos balanceados. Al igual, ha contribuido a su dinamismo la diferencia entre los precios del maíz, el rápido crecimiento en los rendimientos de la producción, el uso generalizado de semillas mejoradas (híbridos) y el uso fertilizantes en su proceso productivo.

⁴ Situación Actual y perspectivas de la producción de sorgo en México 1992-2004.

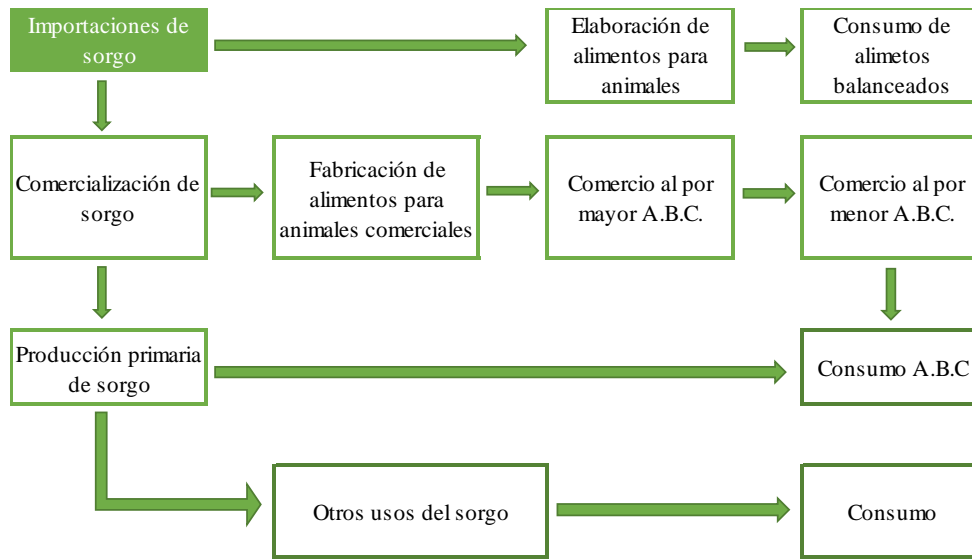
Sin embargo, a pesar de que el sorgo constituye un cultivo estratégico para el desarrollo agropecuario del país, la distribución de la producción regional presenta algunas dificultades, principalmente en relación con la ubicación de su mercado de consumo.

Con relación a lo anterior, 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 (Otoño-Invierno) 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 y consumidores.

Debido al descalce temporal entre la oferta y la demanda, Tamaulipas tiene que competir tanto con el sorgo estadounidense como el del Bajío; ya que en octubre (Primavera-Verano) inicia la trilla en Guanajuato, Jalisco y Morelia, Morelos y Sinaloa, por lo que en ese periodo, los consumidores obtienen una producción con mejor ubicación (cercana 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 (SAGARPA, 2010).

Figura 4.2.6.1 Cadena agroalimentaria de comercialización de sorgo grano en México



A.B.C Alimentos Balanceados Comerciales

Fuente: SAGARPA (2010).

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.

Mientras que la demanda alimentos balanceados es constante, la producción de granos es variable en tiempo y espacio; en este sentido, la estabilidad entre oferta y demanda sólo es posible mediante estrategias de almacenamiento y de procesamiento. El almacenamiento de sorgo, se hace después de la cosecha para mantenerse en condiciones apropiadas y así permita asegurar el suministro en tiempo y forma, satisfacer la demanda de la industria, equilibrar indicadores económicos de oferta y demanda y estabilizar precios.

El principio de un almacenamiento seguro consiste en guardar los granos de sorgo limpio, seco y sin daño físico, en sitios que reúnen condiciones apropiadas de humedad relativa y temperatura, principalmente. Asimismo, existe una manera de aumentar la eficiencia del proceso, que consiste en considerar que el almacenamiento como tal no se inicia cuando el producto llega al sitio designado para tal efecto, sino mucho antes, cuando el producto

alcanza la madurez fisiológica y/o de cosecha; por lo que el momento de cosecha juega un papel preponderante.

Haciendo hincapié a la comercialización de granos en México, existen normas especializadas que definen las características organolépticas⁵, físicas y químicas relacionadas con la calidad del producto para posteriormente salir al mercado. Para el cabal cumplimiento de las normas de comercialización es necesario el entendimiento de las mismas para su correcta aplicación, así como la aplicación de estrategias adecuadas de manejo durante el almacenamiento estos granos (SAGARPA, 2010).

4.2.6.1 Norma Mexicana para la comercialización

El cuadro 4.2.6.1.1 muestra identificación de la normatividad aplicable en materia técnica y de calidad para la comercialización y exportaciones internacionales sorgo grano.

Cuadro 4.2.6.1.1 Norma Mexicana para la Comercialización de sorgo grano

Cultivo	Clave o Código	Título de la Norma	Campo de aplicación
Sorgo	NMX-FF-037-1994	Productos alimenticios no industrializados –alimentos para uso humano – cereales – sorgo (<i>Sorghum vulgare</i> P.) – especificaciones y métodos de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de diciembre de 1994	Esta Norma Mexicana especifica las características que debe reunir el sorgo grano en todas sus variedades para poder ser objeto de comercialización en territorio nacional

Fuente: SAGARPA (2014).

⁵ Son aquellas que pueden percibirse de forma directa por los sentidos, sin utilizar aparatos o instrumentos de estudio.

4.2.6.1.1 Para los efectos de esta Norma Mexicana se establecen las siguientes definiciones:

Sorgo:

Es el grano producido por la remoción o eliminación de las demás partes de la planta; derivado de las gramíneas *sorghum vulgare* en sus variedades e híbridos de éstas, con el fin de ser utilizado como ingrediente en los alimentos para animales.

Humedad:

Es la cantidad de agua contenida en el producto.

Densidad:

Es el contenido de masa en un volumen y se expresa en kilogramos por hectolitro (kg/hl).

Impurezas y material extraño:

En cualquier tipo de material que no siendo el grano motivo de esta Norma, permanezca en la parte de retenido de acuerdo a la criba de perforaciones triangulares 1.98 mm (5/64 de in).

Granos quebrados:

Son aquellas fracciones menores de 3/4 partes del total del grano, motivo de esta Norma, que se retengan en las cribas de perforaciones circulares de 0.99 mm (2.5/64 de in).

Granos dañados:

Son granos cuyo germen u otras partes del grano estén dañados por medio ambiente, por calor, por insectos, hongos, germinación u otras causas que produzcan daño.

Granos dañados en el germen: son granos y pedazos de granos de sorgo que contienen el germen coloreado de obscuro.

Granos dañados por el medio ambiente:

Son granos y pedazos de granos de sorgo con manchas oscuras o decoloraciones y que tienen una apariencia áspera y apelmazada. Este dato es causado por el mal tiempo y por el suelo.

Granos dañados por calor:

Son los granos o parte de éstos que presentan una coloración oscura característica de este daño a una textura blanquecina y yesosa que afectan tanto al embrión como al endospermo.

Granos dañados por insectos:

Son los granos o partes de éstos que presentan perforaciones y galerías, y que en su interior pueden estar o no formas vivas o muertas originadas por insectos en almacén y/o campo.

Granos dañados por hongos:

Son los granos o partes de este que han sido afectados externa y/o internamente por hongos de campo y/o almacén; se reconocen por los colores azul-verdoso, negro, verde-grisáceo, además de su apariencia polvosa.

Grano dañado por germinación:

Son los granos o partes del mismo que presentan a simple vista la nueva plántula y/o cutículas del germen abierto, debido a fases de germinación.

Granos dañados por roedores:

Son los granos o partes de éstos, que presentan la dentellada característica de estos animales. Pueden constituir un problema serio por la destrucción que ocasionan y la contaminación con su orina, excremento y pelo; además como portadores de peligrosas enfermedades.

Taninos:

Son un grupo de componentes fonólicos que se encuentran en varias plantas, incluyendo a los árboles de roble, frutas y pastos. Estos componentes fueron llamados taninos, por que convierten las pieles de los animales en cuero por proceso curtido.

Aflatoxinas:

son un grupo de metabolitos tóxicos producidos por *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* y tienen un alto potencial para contaminar los alimentos que se encuentran en condiciones ambientales que favorecen el crecimiento de estos hongos.

4.2.6.1.2 Clasificación y designación del producto

El sorgo grano para ser objeto de comercialización se clasifica en cuatro grados de calidad.

Cuadro 4.2.6.1.2.1 Clasificación y designación del producto

Parámetros	1	2	3	4
Humedad % (Máximo)	14.0	14.0	14.0	14.0
Densidad, Kg/hl (límite mínimo)	73	70	68	65
Granos dañados:				
a) Por calor (Parte del total) %	0.2	0.5	1.0	3.0
b) Total (Máximo) %	2.0	5.0	10.0	15.0
Granos quebrados % (Máximo)	2.5	4.5	6.5	8.5
Impurezas % (Máximo)	1.5	2.5	3.5	4.5
Total (Granos quebrados e impurezas)	4.0	7.0	10.0	13.0
Sorgo con taninos % (Máximo)	3.0	3.0	3.0	3.0
Aflatoxinas ppb (mg/t máximo)	20.0	20.0	20.0	20.0

Fuente: SAGARPA (2014).

4.2.6.1.4 Especificaciones

El sorgo (grano), objeto de esta Norma, debe cumplir con las siguientes especificaciones.

Especificaciones sensoriales y físicas.

Olor: característico, libre de olores como: humedad, fermentación; no debe oler a rancidez o enmohecido.

Color: esto se verifica visualmente y puede ser: rojo, café, blanco o amarillento.

- ✓ Densidad. Ver Cuadro 4.2.6.1.2.1
- ✓ Impurezas. Ver Cuadro 4.2.6.1.2.1
- ✓ Granos dañados por calor. Ver Cuadro 4.2.6.1.2.1
- ✓ Granos quebrados. Ver Cuadro 4.2.6.1.2.1

VI. ANÁLISIS REGIONAL DEL MERCADO DE SORGO GRANO, MAYO 2012 – ABRIL 2013

Según ASERCA (2014), el consumo de sorgo grano en México se da manera sostenida durante todo el año, sin embargo, producción nacional no alcanza a abatir la demanda solicitada por los productores y el consumo pecuario, por lo que se vuelve necesario recurrir a importaciones o compras extranjeras, en meses de basta producción.

Para esta investigación, el consumo del grano se ajustó a la estacionalidad de la producción, definida como año oferta, mismo que, según SAGARPA, va de octubre de un año a septiembre del otro y, abarca los ciclos otoño/invierno (OI) y primavera/verano (PV). Por lo anterior, el periodo de consumo para este trabajo, se definió a partir de mayo de 2012 hasta abril de 2013, aunado a que el Gobierno de México, aún no definía cifras oficiales a través de medios electrónicos hasta 2014.

Además de las variables del mercado nacional del sorgo, también se incluyen las importaciones que el país realiza tanto de forma mensual, como por distintos puertos y/o fronteras, así como por camión y por ferrocarril. En adición, al consumo nacional del grano, se le agrega el consumo por semilla, consumo por mermas en la comercialización (se incluyen las mermas de importaciones) y la forma más amplia que es el consumo pecuario, esto es: consumo de las aves, consumo de bovinos leche y carne, consumo porcino, consumo ovino, consumo de caprinos carne y caprinos leche y consumo de sorgo en huevo para plato (Rebollar, 2003). Todo el análisis estadístico de estos datos se realizar en el capítulo de la presentación y análisis de los resultados.

En el periodo de estudio, la producción anual y por mes de sorgo (Cuadro 5.1), se ubicó en 6.4 millones de toneladas, estos fueron los datos observados en ese año; julio, noviembre y diciembre fueron los meses relacionados al pico de producción y diferencian, claramente, los ciclos PV y OI. El 23.3 % del total se obtiene en diciembre, en tanto que 0.3 % se produce en marzo.

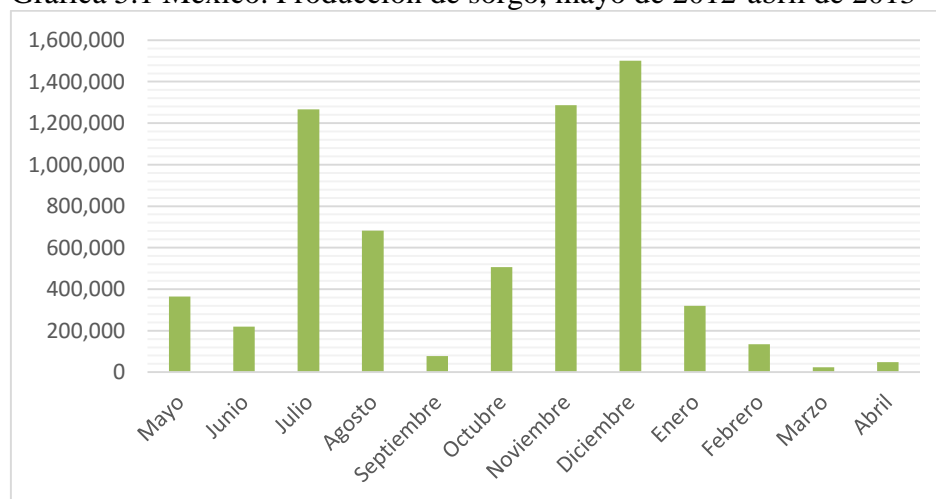
La producción regional del sorgo, se realizó con base en Rebollar (2003), Rebollar *et al.* (2004) y Rebollar *et al.* (2005), tanto para reducir entidades productoras, como disponer de una regionalización adecuada a la ubicación de las entidades del país y para poder armar el modelo de programación y obtener resultados óptimos.

Cuadro 5.1 Producción de sorgo en México, mayo de 2012-abril de 2013 (Toneladas)

Mes	Producción (t)	Part. (%)
Mayo	363,700	5.7
Junio	220,100	3.4
Julio	1,266,600	19.7
Agosto	682,000	10.6
Septiembre	77,900	1.2
Octubre	506,600	7.9
Noviembre	1,286,100	20.0
Diciembre	1,500,400	23.3
Enero	319,100	5.0
Febrero	134,200	2.1
Marzo	24,000	0.4
Abril	49,000	0.8
Total	6,429,700	100.0

Fuente: Elaboración propia, con datos del SIAP (2014).

Gráfica 5.1 México. Producción de sorgo, mayo de 2012-abril de 2013



Fuente: Elaboración propia, con datos del SIAP (2014).

En México se identifican dos principales zonas productoras de sorgo, Tamaulipas y el Bajío. Tamaulipas integrada por seis regiones (TNO, TCN, TC, TCO, TSO, TSE), es el mayor estado productor de sorgo, cuyo periodo de consumo es de julio a octubre (cuatro meses) y el periodo de Trilla (OI) que contempla cerca 45 días.

Para lograr una mejor distribución tanto espacial como temporal del sorgo (Cuadro 5.2), la producción de mayo, noviembre y diciembre es mayor con relación al resto de los meses, con un equivalente de 63.0 %. Sin embargo, a nivel regional el Noroeste con 197,951 t, el Bajío con 1,360,542 t y las regiones de todo el estado de Tamaulipas con 1,946, 799 t son las que más aportaron al total nacional de ese periodo. El cuadro en cuestión, permite observar cómo es que se distribuye la producción en cada uno de los meses del año y el abastecimiento para cada región, por ejemplo, la Península Norte (PNO), integrada por Baja California y Baja California Sur obtiene la mayor parte de su producción durante agosto a enero de cada año con un total 38,108 t, pero consume el grano durante todo el periodo, por lo que, sin duda alguna, requerirá abastecerse tanto por producción de otras regiones como de importaciones que se realizan por los puertos de Mexicali y Nogales.

Para el Noroeste (NO), integrada por los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit, la producción se escalona durante todo el año con un total de 696,731 t, el pico se da en mayo y abril con un 38.05 %, pero seguro necesitará importar por Nogales y Guaymas, así como de otras regiones para poder abastecer su consumo regional.

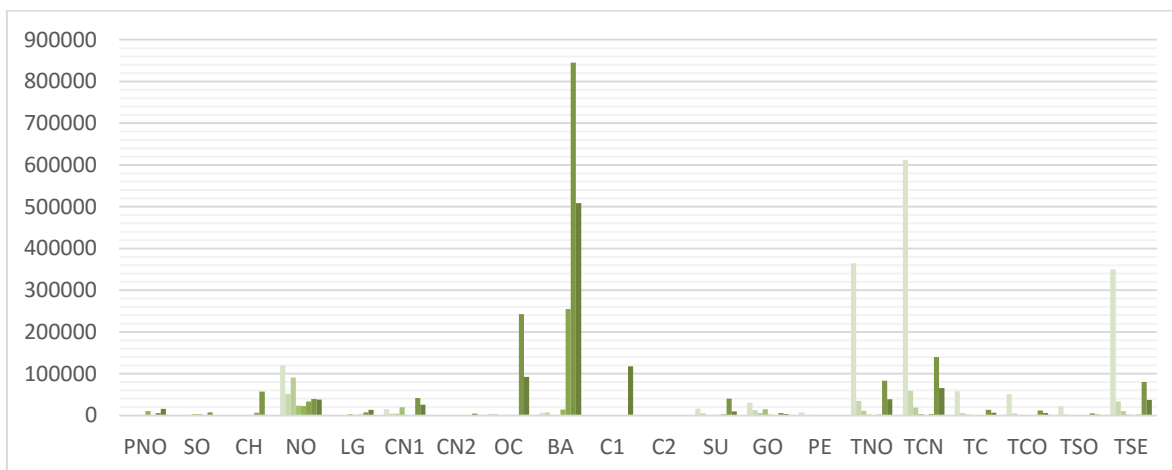
El CN2, integrado por Hidalgo, Tlaxcala y Querétaro, sólo tiene producción de octubre a enero. Tlaxcala no produce sorgo, por lo que coadyuva a que se abastezca de otras regiones, como del Bajío y por importaciones que se internan por Veracruz. La región de la península (PE) conformada por Campeche, Yucatán y Quintana Roo, es un caso similar, no produce grano suficiente y requiere de abastecerse de otras regiones del país así como de importaciones que se realizan por el puerto de Progreso, Yucatán. De manera óptima, esta situación se ahonda en el siguiente capítulo, con resultados del modelo óptimo.

Cuadro 5.2 Producción regional mensual de sorgo grano. Mayo 2012-abril 2013 (Toneladas)

Región	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total
PNO	0	84	33	1,410	10,511	1,067	6,148	15,523	3,449	0	0	1,207	39,434
SO	0	0	0	3,146	2,674	0	7,482	0	0	33,334	1,161	0	47,797
CH	0	0	0	0	110	6,597	57,332	515	0	15,589	0	0	80,145
NO	119,865	51,514	90,882	23,421	22,461	33,111	39,725	38,361	9,410	103,240	19,480	145,260	696,731
LG	0	0	0	3,276	1,153	1,764	7,207	13,170	57	5,196	0	0	31,823
CN1	15,277	4,648	4,341	19,628	209	335	42,098	25,934	25,845	8,315	0	3,416	150,046
CN2	0	0	0	0	0	103	401	4,053	524	0	0	0	5,081
OC	4,301	3,180	258	71	1,110	0	242,605	92,760	70,727	21,422	8	287	436,728
BA	6,430	7,238	1,515	0	14,283	254,770	845,268	508,844	294,005	282,936	37	9,360	2,224,687
C1	0	125	79	0	0	0	0	117,471	1,403	10,393	0	0	129,470
C2	0	0	193	0	0	0	64	2	43,166	189	0	0	43,615
SU	16,897	5,144	22	390	1,394	3,116	39,988	9,297	41,638	17,796	1,475	11,091	148,247
GO	30,182	12,910	6,142	15,360	1,929	481	6,146	3,491	3,333	411	0	5,002	85,387
PE	7,044	1,195	0	566	0	0	0	0	203	0	0	160	9,169
TNO	364,501	34,835	11,040	2,110	0	2,141	83,255	38,943	27,279	3,859	1,751	5,646	575,360
TCN	612,363	58,522	18,547	3,545	0	3,596	139,868	65,425	45,829	6,483	2,942	9,485	966,605
TC	58,320	5,574	1,766	338	0	343	13,321	6,231	4,365	617	280	903	92,058
TCO	51,030	4,877	1,546	295	0	300	11,656	5,452	3,819	540	245	790	80,550
TSO	21,870	2,090	662	127	0	128	4,995	2,337	1,637	232	105	339	34,522
TSE	349,921	33,441	10,598	2,026	0	2,055	79,925	37,386	26,188	3,705	1,681	5,420	552,346
Nacional	1,658,002	225,377	147,625	75,708	55,834	309,907	1,627,486	985,196	602,876	514,257	29,167	198,367	6,429,800

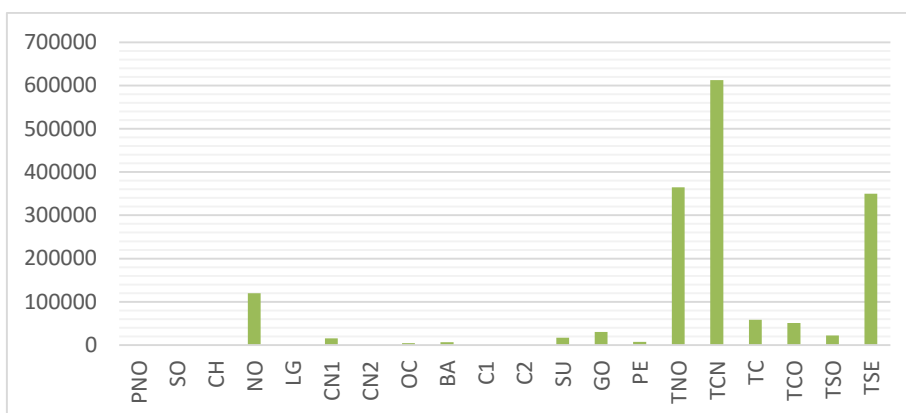
Fuente: Elaboración propia con datos SAGARPA (2013).

Gráfica 5.2 Producción regional de sorgo grano (Mayo 2012-abril 2013)



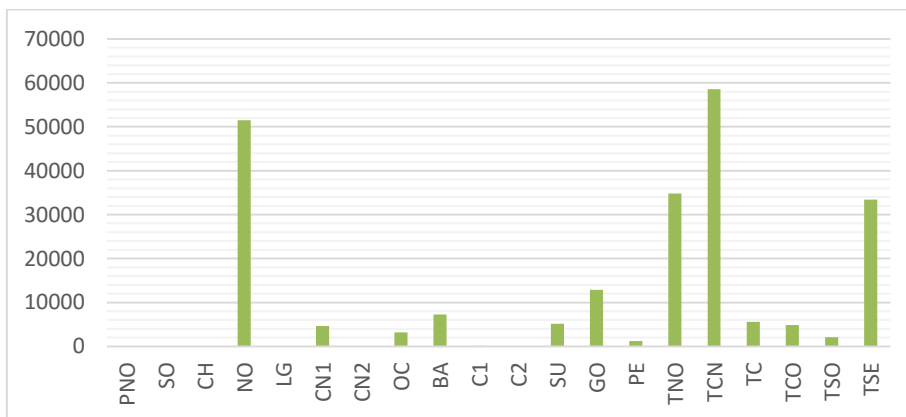
Fuente: Elaboración propia con datos SAGARPA (2013).

Gráfica 5.2.1 Producción regional de sorgo grano (Mayo 2012)



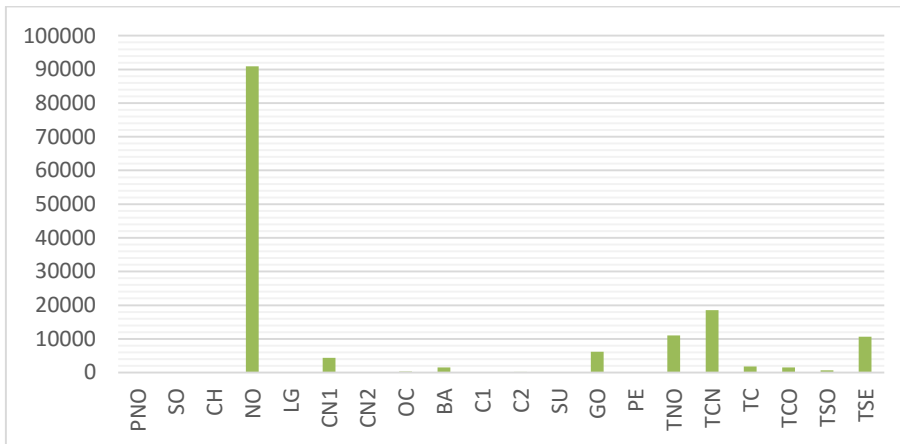
Fuente: elaboración propia con datos SAGARPA (2013).

Gráfica 5.2.2 México. Producción regional de sorgo grano (Junio 2012)



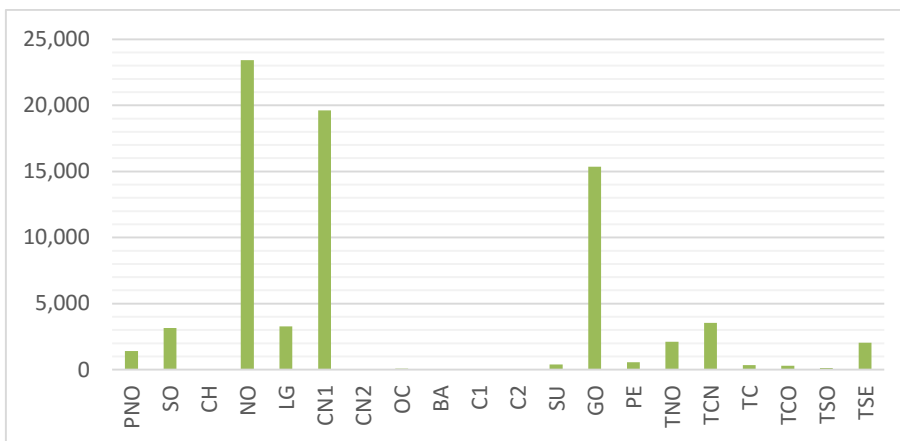
Fuente: elaboración propia con datos SAGARPA (2013).

Gráfica 5.2.3 México. Producción regional de sorgo grano (Julio 2012)



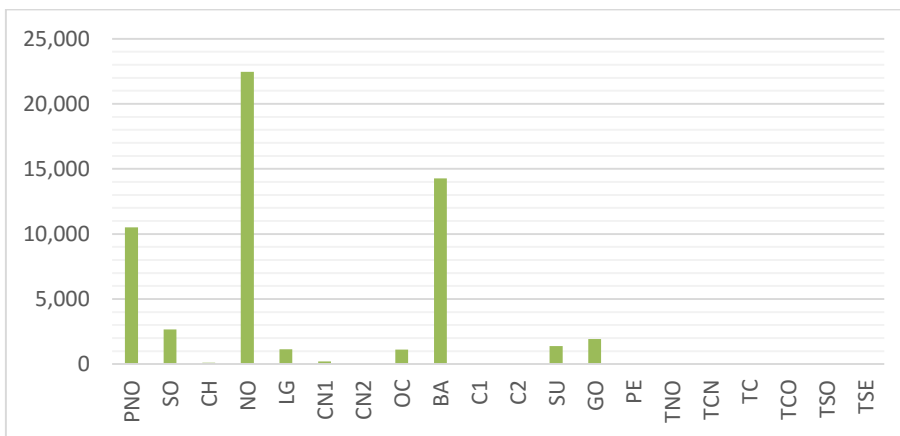
Fuente: elaboración propia con datos SAGARPA (2013).

Gráfica 5.2.4 México. Producción regional de sorgo grano (Agosto 2012)



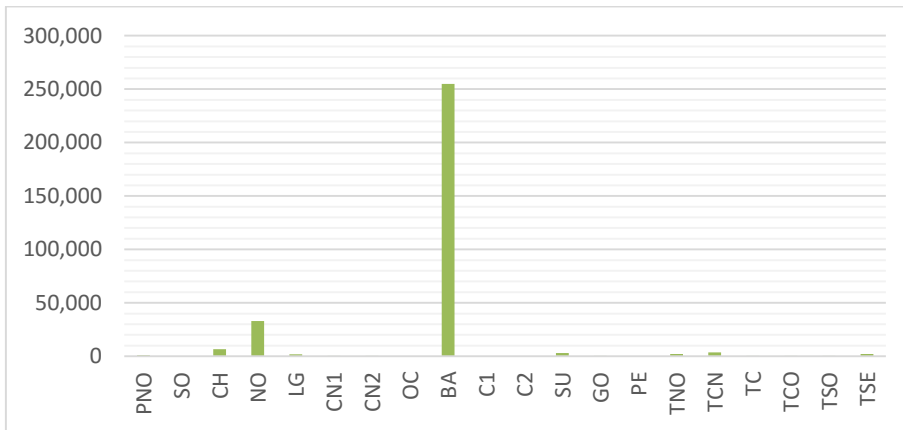
Fuente: elaboración propia con datos SAGARPA (2013).

Gráfica 5.2.5 México. Producción regional de sorgo grano (Septiembre 2012)



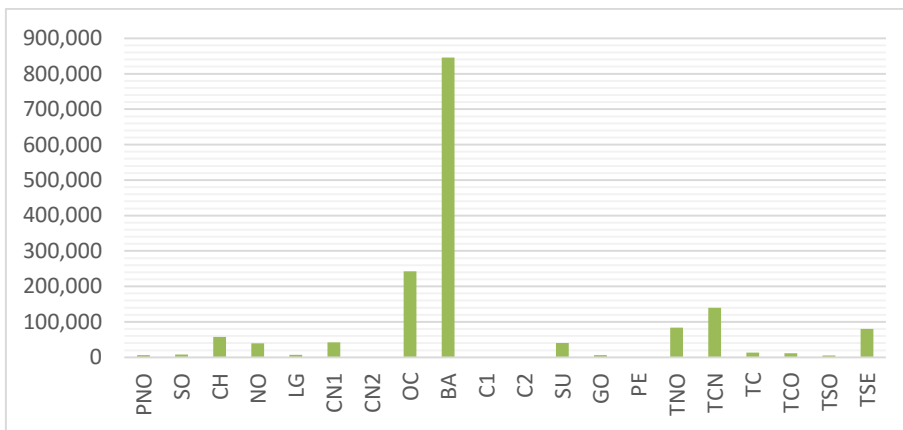
Fuente: elaboración propia con datos SAGARPA (2013).

Gráfica 5.2.6 México. Producción regional de sorgo grano (Octubre 2012)



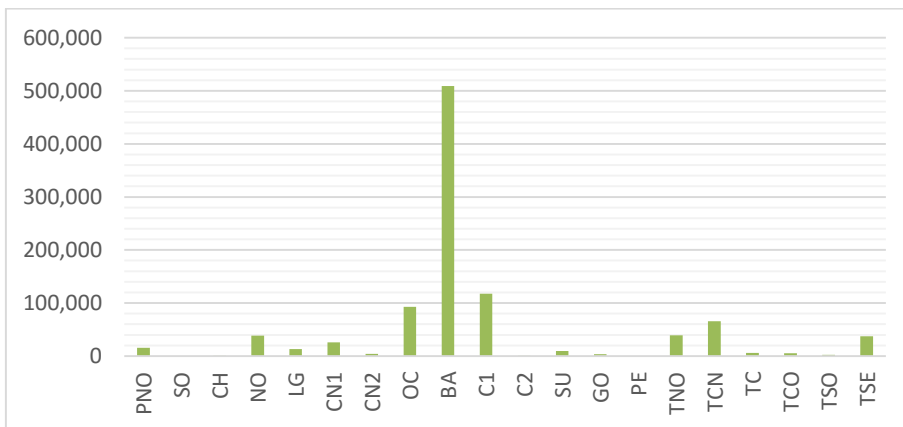
Fuente: elaboración propia con datos SAGARPA (2013).

Gráfica 5.2.7 México. Producción regional de sorgo grano (Noviembre 2012)



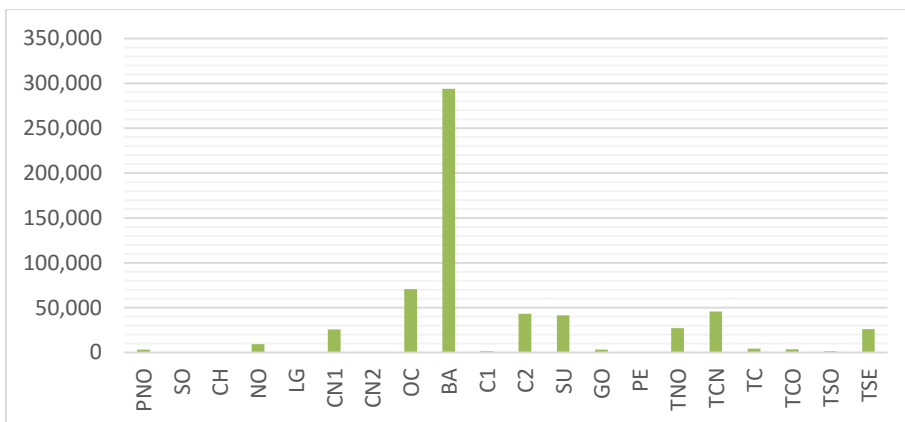
Fuente: elaboración propia con datos SAGARPA (2013).

Gráfica 5.2.8 México. Producción regional mensual de sorgo grano (Diciembre 2012)



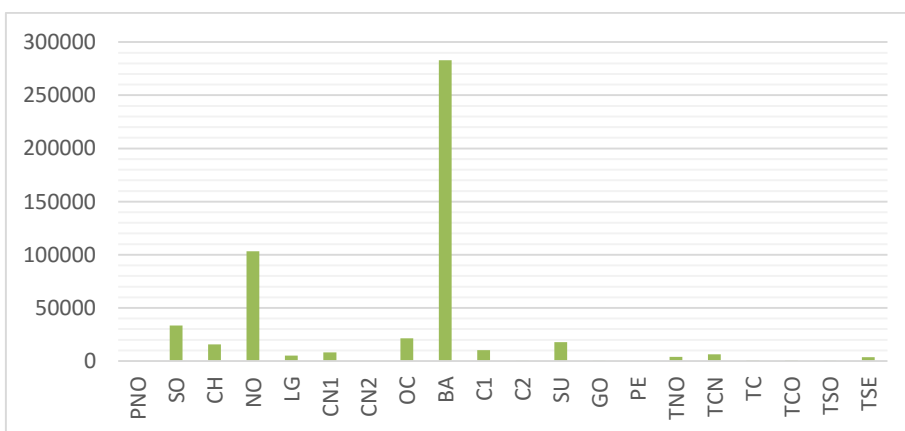
Fuente: elaboración propia con datos SAGARPA (2013).

Gráfica 5.2.9 México. Producción regional de sorgo grano (Enero 2013)



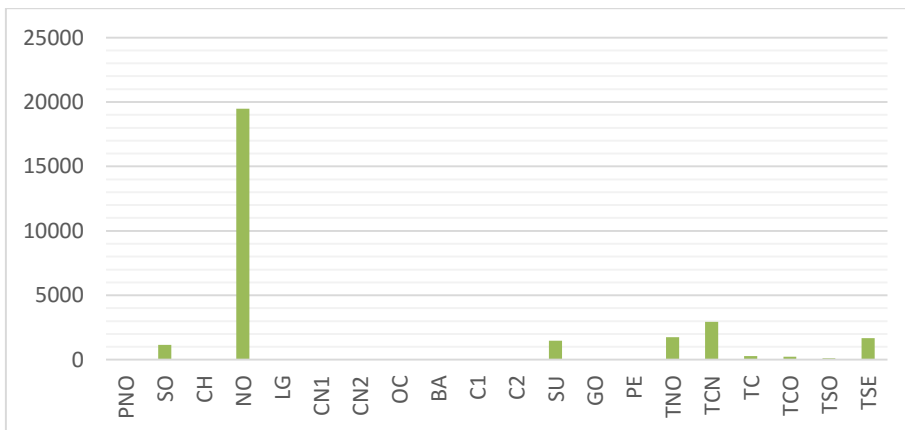
Fuente: elaboración propia con datos SAGARPA (2013).

Gráfica 5.2.10 México. Producción regional de sorgo grano (Febrero 2013)



Fuente: elaboración propia con datos SAGARPA (2013).

Gráfica 5.2.11 México. Producción regional de sorgo grano (Marzo 2013)



Fuente: elaboración propia con datos SAGARPA (2013).

Como ya se mencionó anteriormente, las importaciones de sorgo se realizan en tiempos donde la producción de los estados satisface la demanda del consumo en regiones estratégicas, este problema es aparente ya que afecta, principalmente, a los productores a un ritmo constante.

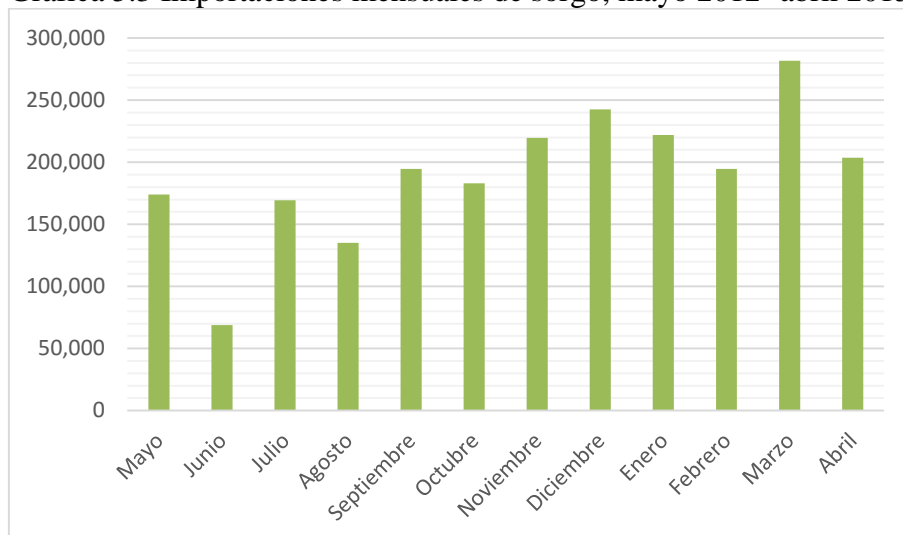
El estado de Tamaulipas, siendo el primer productor de sorgo del país, se ve afectado principalmente, por la zona productora en Estados Unidos localizada al sur de Texas, cuya cosecha se inicia aproximadamente un mes después de haber iniciado las trillas en Tamaulipas, por lo que representa una importante competencia en cuanto a la distribución y consumo de dicho alimento. Los meses con mayor número de exportación son noviembre con 219,700 t y diciembre con un total de 242,600 t equivalente a un 20.19 % del total de las importaciones anuales en el periodo de mayo 2012 a abril de 2013.

Cuadro 5.3 Importaciones mensuales de sorgo, mayo 2012 abril 2013 (Toneladas)

Mes	Importaciones (t)
Mayo	174,000
Junio	69,000
Julio	169,400
Agosto	135,100
Septiembre	194,600
Octubre	183,100
Noviembre	219,700
Diciembre	242,600
Enero	222,000
Febrero	194,600
Marzo	281,600
Abril	203,700
Total	2,289,400

Fuente: Elaboración propia, con datos del FAPRI (2014).

Gráfica 5.3 Importaciones mensuales de sorgo, mayo 2012- abril 2013



Fuente: Elaboración propia, con datos del FAPRI (2014).

El Cuadro 5.4, señala una de las ineficiencias temporales del sorgo en México, pues en los meses de mayor producción en el país (noviembre y diciembre) es cuando el precio internacional es más alto, con relación al resto de los meses del año. Lo anterior ocasiona que las importaciones se encarezcan y sean los consumidores los afectados al recibir un precio mayor por su producto, pero ocasiona también que la producción nacional tenga problemas para su comercialización y, en consecuencia, no haya un equilibrio en espacio y tiempo en favor del mercado de este grano.

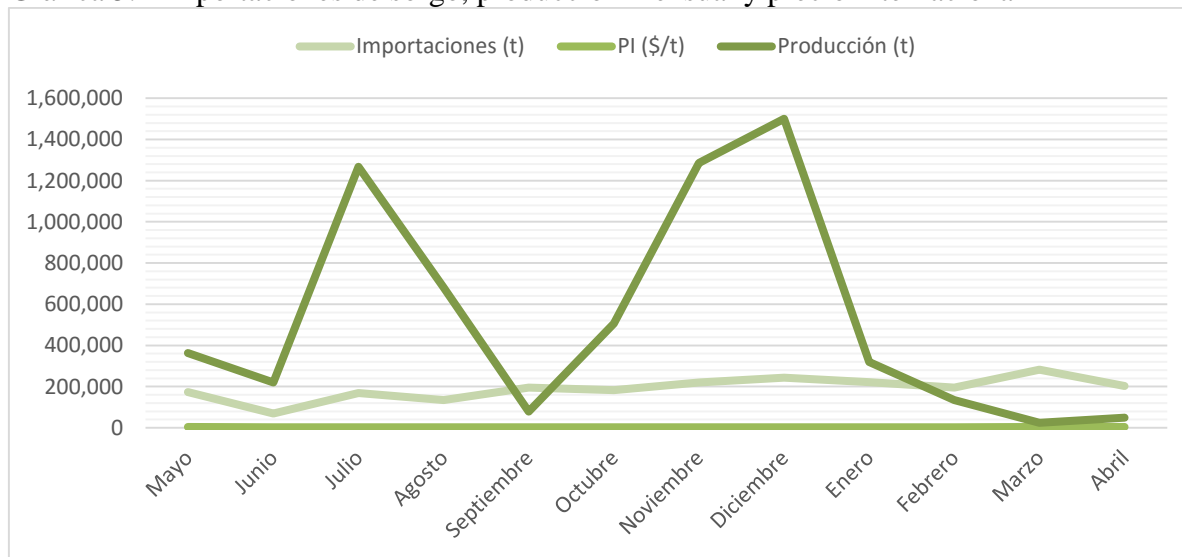
Por el contrario, se tiene que marzo es el mes con menor producción (24,000 t) y el precio internacional es mayor en comparación a meses anteriores (\$3,350.5), lo que ocasiona que se realicen importaciones significativas de sorgo cuando el precio internacional está en el punto más alto, similar pasa con abril cuando el precio es el mayor al de todo el año y se realizan importaciones por 203,700 t a \$3,415.5.

Cuadro 5.4 Importaciones de sorgo, producción mensual y precio internacional

Mes	Importaciones (t)	PI (\$/t)	Producción (t)
Mayo	174,000	3,400.5	363,700
Junio	69,000	3,259.8	220,100
Julio	169,400	3,209.8	1,266,600
Agosto	135,100	2,984.5	682,000
Septiembre	194,600	3,169.0	77,900
Octubre	183,100	3,114.9	506,600
Noviembre	219,700	3,135.8	1,286,100
Diciembre	242,600	3,120.4	1,500,400
Enero	222,000	3,202.2	319,100
Febrero	194,600	3,295.0	134,200
Marzo	281,600	3,350.5	24,000
Abril	203,700	3,415.5	49,000
Total	2,289,400	3,221.4	6,429,700

Fuente: Elaboración propia, con datos del FAPRI (2014).

Gráfica 5.4 Importaciones de sorgo, producción mensual y precio internacional



Fuente: Elaboración propia, con datos del FAPRI (2014).

Se consideraron once puertos y fronteras de entrada para las importaciones de sorgo al país, por el Golfo de México se tiene a Veracruz, Tuxpan y el Progreso, por Pacífico a Mexicali,

Guaymas y Nogales, frontera con Estados Unidos Piedras a Piedras Negras, Nuevo Laredo, Ciudad Juárez, Reynosa y Matamoros.

Se observa que las mayores importaciones se dan por Nuevo Laredo, Tamaulipas (892,800t) y Progreso, Yucatán (320,500t), que no son los más cercanos a las regiones consumidoras en México, mientras que Nogales tiene el mejor número de entradas de sorgo al país con 9,200 t, de ahí la segunda ineficiencia en la comercialización del grano, que ocasiona incremento en el precio por tonelada al tener que recorrer más distancias tanto por carretera como por ferrocarril.

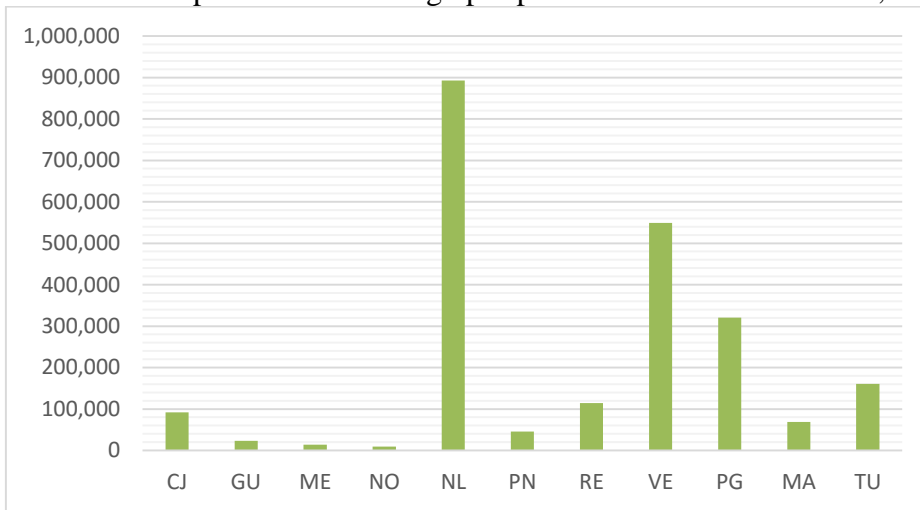
Para el caso de Tamaulipas el desplazamiento hacia las zonas consumidoras del país, utiliza un 80 % vías carreteras y 20 % el ferrocarril, lo que ocasiona que los costos de sorgo se incrementen debido al transporte que se utiliza. Por el contrario, en el caso de las importaciones, cuentan con un sistema 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 y con menores costos de transporte.

Cuadro 5.5 Importaciones de sorgo por puertos/fronteras en México, 2013 (Toneladas)

Puerto/Frontera	Valor	Golfo	Frontera	Pacífico
CJ	91,600	1,030,200	1,236,300	22,900
GU	22,900			
ME	13,700			
NG	9,200			
NL	892,800			
PN	45,800			
RE	114,500			
VE	549,400			
PG	320,500			
MA	68,700			
TU	160,300			
Total	2,289,400			

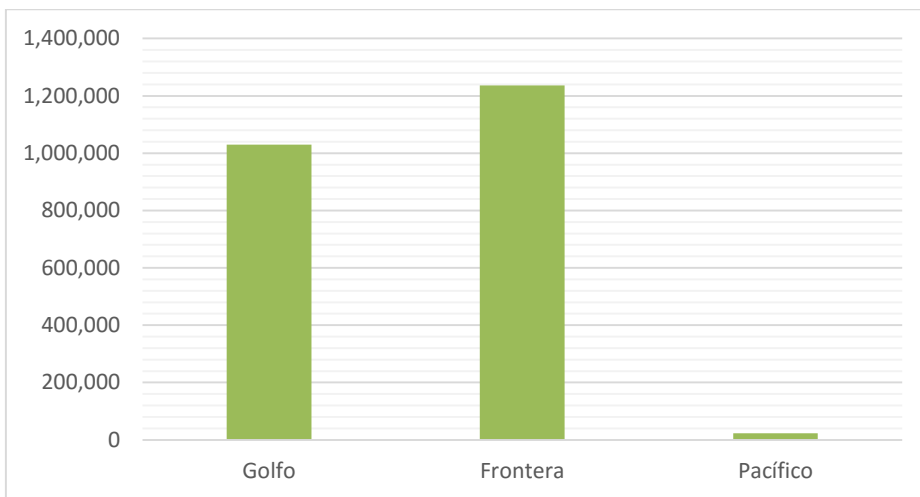
Fuente: US Department of Commerce (2014).

Gráfica 5.5 Importaciones de sorgo por puertos/fronteras en México, 2013



Fuente: US Department of Commerce (2014).

Gráfica 5.5.1 Importaciones espaciales de sorgo en México



Fuente: US Department of Commerce (2014).

El almacenamiento es otro problema importante, ya que al terminar el periodo de la Trilla en los principales estados productores de sorgo, es necesario almacenarlo, ya que el consumo se realiza en meses distintos a la producción o para el desplazamiento del mismo hacia otras zonas consumidoras.

El Cuadro 5.6 muestra el volumen de almacenamiento que requiere cada una de las veinte regiones contempladas por mes. El Noroeste (Sinaloa y Nayarit) es la región con más volumen de almacenaje con un total de 7,152,377 t y 596,031 t por mes, está por encima del

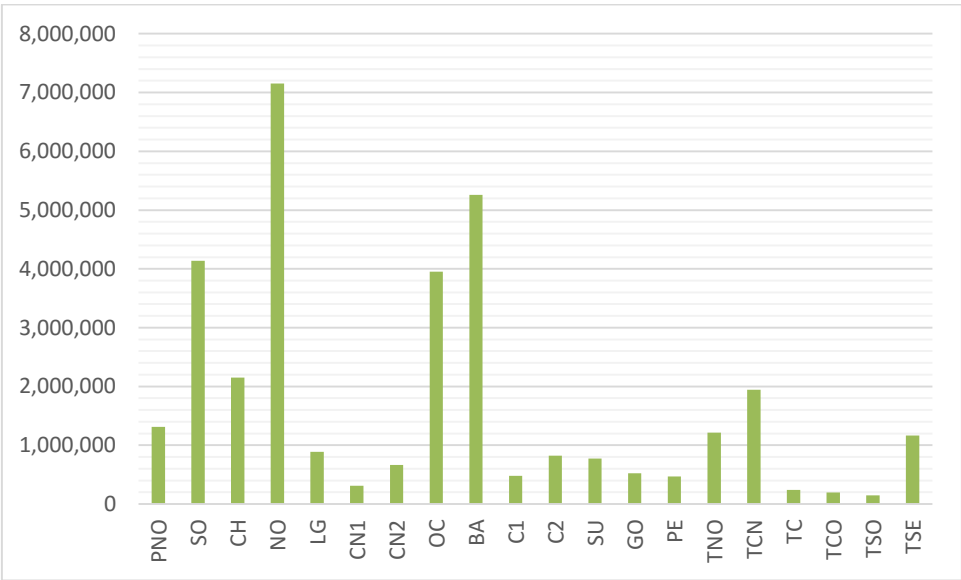
Bajío (5,260,930 t) y aún más por encima de Tamaulipas, con una diferencia de 2,250,599 t, teniendo contempla seis de estas y es el primer productor de sorgo en el país pero este estado solo consume el 15 % de su producción, por lo que es resto debe desplazarse a las zonas consumidoras (norte, occidente y altiplano) y requiere almacenamiento.

Cuadro 5.6 Capacidad de almacenamiento regional de granos en México, 2013 (Toneladas)

Región	Volumen (t)	Por mes (t)
PNO	1,313,480	109,457
SO	4,139,341	344,945
CH	2,149,814	179,151
NO	7,152,377	596,031
LG	888,260	74,022
CN1	312,950	26,079
CN2	662,460	55,205
OC	3,952,074	329,340
BA	5,260,930	438,411
C1	477,190	39,766
C2	823,396	68,616
SU	775,491	64,624
GO	523,140	43,595
PE	467,810	38,984
TNO	1,213,314	101,109
TCN	1,941,302	161,775
TC	242,663	20,222
TCO	194,130	16,178
TSO	145,598	12,133
TSE	1,164,781	97,065
Total	33,800,500	2,816,708

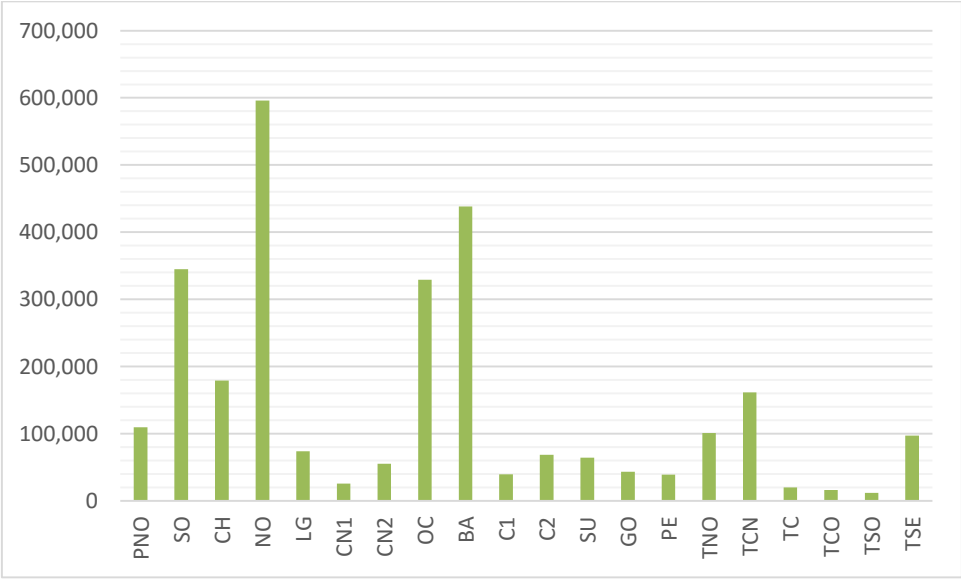
Fuente: ASERCA (2014).

Gráfica 5.6 Capacidad de almacenamiento regional en volumen de granos en México, 2013



Fuente: ASERCA (2014).

Gráfica 5.6.1 Capacidad de almacenamiento por mes de granos en México, 2013



Fuente: ASERCA (2014).

VII. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

6.1 Producción regional óptima de sorgo en México

Según la salida óptima del modelo de programación no lineal, para que México pudiese optimizar el Valor Social Neto (VSN), la producción debería ser como se muestra en el Cuadro 6.1.1; Se observa, que el volumen total nacional del modelo, es menor al total nacional observado en el año de análisis (6.4 millones de t) contra 6.2 millones de t que arrojó dicho modelo. Respecto a las regiones, deberán disminuir su volumen, dado que al utilizar el precio por tonelada comercializada para generar el valor de la producción, es la forma correcta para compararlo con el nivel observado en el mismo periodo. La salida del modelo, subestimó a la producción nacional al sugerir una redistribución menor en todo el país, pero siguen siendo el Bajío y Tamaulipas las más importantes a nivel de ciclo de producción a nivel nacional.

Los siguientes cuadros muestran los resultados óptimos del modelo; por hilera se refiere al total anual por región (veinte regiones analizadas) y, por columna al total nacional por mes (mayo 2012 a abril 2013).

La región conformada por Michoacán, Guanajuato y Querétaro (BA) arroja la mayor producción de sorgo dentro del modelo con un total de 2,100,348 t (Cuadro 6.1.1), siendo los meses con mayor producción óptima: octubre (278,144 t), noviembre (729,796 t), diciembre (476,031 t), enero (288,272 t) y febrero (286,332 t); por el contrario marzo presenta tan solo 40 t y agosto ninguna t producida.

Para la región del Noroeste, integrada por los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit, la producción se proyecta durante todo el año con un total de 737,426 t, siendo enero el mes más bajo con tan solo 11,711 t producidas equivalente al 2 % y mayo el mes más alto con 110,359 t equivalente al 15 %.

Los municipios que conforman el estado de Tamaulipas arrojan los siguientes resultados totales óptimos: TNO 523,867 t, TCE 876,319 t, TC 87,346 t, TCO 78,374 t, TSO 31,545 t

y TSE 536,801 t, lo que equivale a un total de 2,134,252 t y un 34.63 % de producción; pero se observa que para el mes de septiembre la producción de sorgo son nulos al tener 0 t en las seis regiones del estado, lo que compete a un desequilibrio en esta zona y genera una mayor concentración de importaciones en el mes.

En los estados de Sonora (SO) y Chihuahua (CH) ocurre lo similar pero en los meses de mayo a octubre y abril, donde la producción del grano es equivalente al 0.67 % de toneladas producidas, al igual que el Centro Norte Uno y algunos meses del Centro Uno y Dos conformados por el Estado de México, Morelos, Distrito Federal, Puebla, Tlaxcala e Hidalgo.

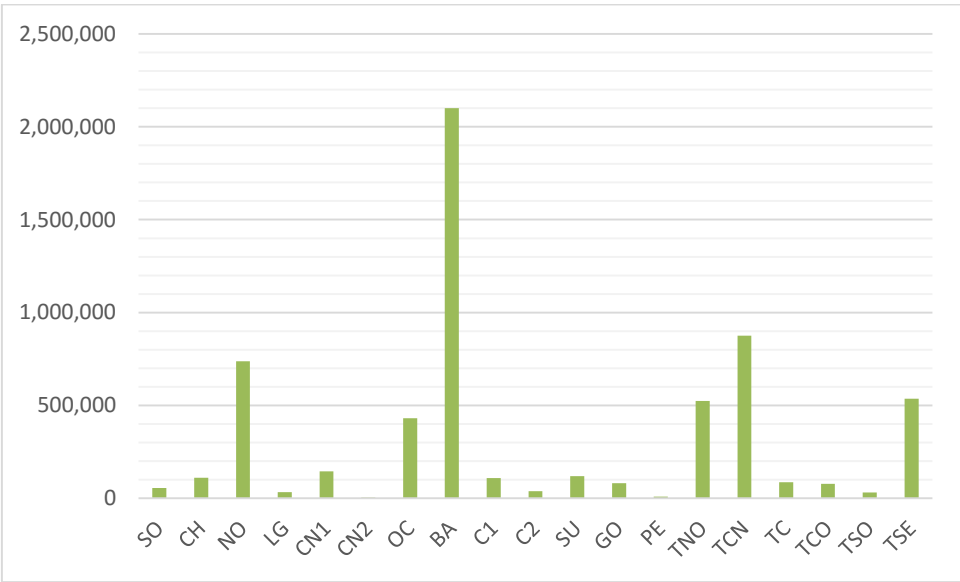
La Gráfica 6.1.1 muestra los meses con mayor producción nacional: mayo con un total de 1,416,934 t, noviembre 1,491,059 t y diciembre con 1,046,231 t; siguiendo octubre con 331,893 t, enero 598,073 t, febrero 527,115 t, abril 221,873 t, junio 205,679; y por último marzo con tan solo 51,172 t, julio 144,048 t producidas, agosto 69,115 t, septiembre 59,744 t arrojando un total de 6,162,936 t en el periodo comprendido de mayo de 2012 a abril de 2013 respectivamente.

Cuadro 6.1.1 Producción óptima regional de sorgo grano. Mayo 2012 - abril 2013 (Toneladas)

Región	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
PNO	0	99	46	2,031	14,389	1,618	8,282	17,319	4,785	0	0	1,856	50,425
SO	0	0	0	0	0	0	9,712	0	0	44,313	1,174	0	55,199
CH	0	0	0	0	0	0	8,119	83,884	532	0	19,010	0	111,545
NO	110,359	48,908	89,880	24,180	24,274	37,030	47,820	40,847	11,711	112,236	20,561	169,620	737,426
LG	0	0	0	0	0	2,239	8,547	16,232	62	6,907	0	0	33,987
CN1	12,436	4,162	3,986	18,215	202	316	40,860	26,158	25,503	8,884	0	3,905	144,627
CN2	0	0	0	0	0	85	345	3,606	496	0	0	0	4,532
OC	4,186	3,125	276	77	1,260	0	231,580	92,351	74,116	23,354	9	336	430,670
BA	6,254	7,116	1,633	0	16,394	278,144	729,796	476,031	288,272	286,332	40	10,336	2,100,348
C1	0	109	71	0	0	0	0	99,074	1,238	9,537	0	0	110,029
C2	0	0	145	0	0	0	58	2	37,797	172	0	0	38,174
SU	12,948	411	18	337	1,246	2,917	31,123	7,568	35,350	15,709	1,351	10,538	119,516
GO	26,391	11,779	5,840	15,196	1,979	495	6,548	3,844	3,789	481	0	6,206	82,548
PE	7,271	1,277	0	647	0	0	0	0	250	0	0	213	9,658
TNO	299,842	31,800	10,410	2,068	0	2,224	90,675	44,098	28,374	4,725	2,225	7,426	523,867
TCN	511,237	53,334	17,487	3,474	0	3,735	152,305	74,200	47,645	7,943	3,738	1,221	876,319
TC	50,513	5,213	1,707	344	0	368	14,955	7,285	4,595	779	366	1,221	87,346
TCO	45,514	4,641	1,519	309	0	330	13,378	6,516	4,056	695	327	1,089	78,374
TSO	18,120	1,907	625	124	0	133	5,424	2,647	1,702	284	133	446	31,545
TSE	311,863	31,798	10,405	2,113	0	2,259	91,532	44,569	27,800	4,764	2,238	7,460	536,801
Nacional	1,416,934	205,679	144,048	69,115	59,744	331,893	1,491,059	1,046,231	598,073	527,115	51,172	221,873	6,162,936

Fuente: Elaboración propia, con base en la salida de modelo de programación.

Gráfica 6.1.1 Producción óptima regional de sorgo grano en tiempo



Fuente: elaboración propia, con base en la salida de modelo de programación.

6.2 Consumo regional óptimo de sorgo grano en México

El Cuadro 6.2.1 muestra el resultado del consumo óptimo de sorgo grano en México (consumo de las aves, consumo de bovinos leche y carne, consumo porcino, consumo ovino, consumo de caprinos carne y caprinos leche y consumo de sorgo en huevo para plato); se observa, que el volumen total nacional del modelo arrojó como resultado 8.4 millones de toneladas consumidas por el sector pecuario, siendo Jalisco y Colima (OC) la región con el mayor índice de consumo anual, reportando 1,597,730 t; considerando a noviembre (135,156 t), diciembre (134,753 t) y junio (134,714 t) los meses más altos con un equivalente al 25.32 %; por el contrario, marzo (131,565 t) y agosto (131,361 t) los más bajos con el tan solo el 16.45 %.

Le siguen en orden de importancia los estado de Veracruz y Tabasco (GO), presentando un total óptimo 910,412 t, El Bajío (796,883 t), el Centro Dos (799,167 t) y La Laguna (725,360 t) con una suma total de 2, 321,410 t; siendo los meses de mayor producción mayo, junio, enero y noviembre.

Por su parte, los estados de Sinaloa, Nayarit (NE; 539,548 t), Guerrero, Oaxaca y Chiapas (SU; 593,792 t) se encuentran en el consumo medio nacional con una suma de 1, 187, 340 t equivalente al 14.11 %; de la misma manera Sonora (431,172 t), el Centro Norte Uno (411,207 t) y el Centro Norte Dos (473,010 t) arrojaron como resultado un total de 1,315,389 t y un 15.63 % de participación.

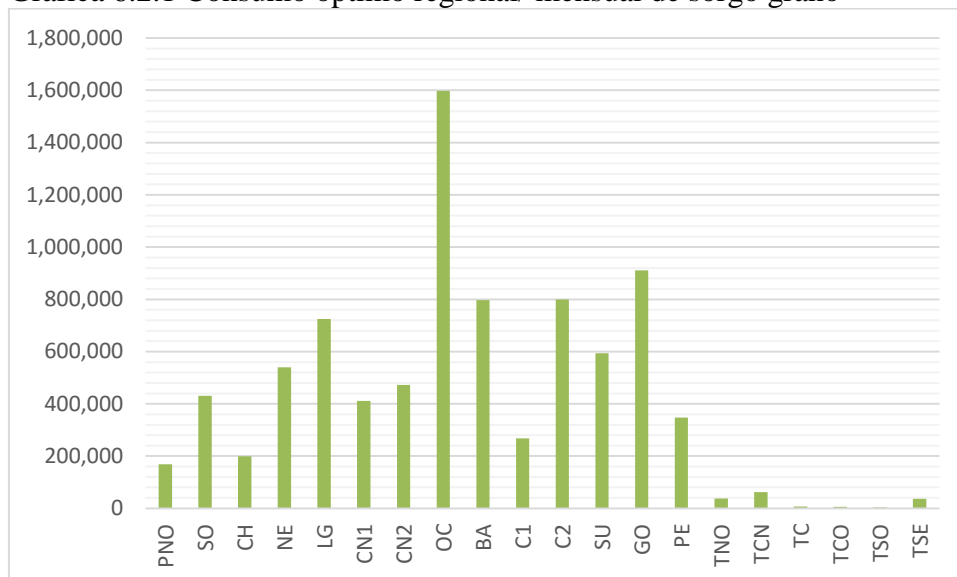
Para las seis regiones de Tamaulipas se obtuvieron los siguientes consumos óptimos por parte del consumo pecuario: TNO 37,479 t; TCN 61,759 t; TC 6,997 t; TCO 6,279 t; TSO 3,468 t y TSE 35,939 t. Cabe resaltar que éstas zonas cuentan número mayor de producción nacional, sin embargo, en cuanto a su consumo se observa que es bajo en comparación con otros estados como lo muestra la Gráfica 34.

Cuadro 6.2.1 Consumo óptimo regional mensual de sorgo grano. Mayo 2012- abril 2013 (Toneladas)

Región/Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
PNO	14,152	14,094	14,034	13,974	14,058	13,992	14,240	14,205	14,203	14,133	14,093	14,043	169,221
SO	36,592	36,488	36,327	36,202	36,066	35,094	35,654	35,435	36,059	35,888	35,736	35,631	431,172
CH	16,877	16,793	16,726	16,669	16,586	16,523	16,737	16,682	16,621	16,549	16,495	16,405	199,663
NE	45,342	45,651	45,454	45,092	45,095	44,885	44,572	44,443	44,216	45,067	44,945	44,786	539,548
LG	61,333	61,281	60,885	60,766	60,442	60,194	60,569	60,333	60,130	60,083	59,694	59,650	725,360
CN1	34,947	34,833	34,705	34,548	34,403	34,267	34,161	34,076	33,995	33,891	33,734	33,647	411,207
CN2	39,840	39,652	39,577	39,399	39,224	39,031	39,720	39,603	39,507	39,285	39,194	38,978	473,010
OC	133,361	134,714	132,211	131,565	132,019	132,715	135,156	134,753	134,420	132,796	131,361	132,659	1,597,730
BA	68,342	69,346	68,688	68,350	38,251	68,832	70,071	69,863	69,673	69,274	68,568	67,625	796,883
C1	22,456	22,351	22,261	22,155	22,080	22,129	22,529	22,472	22,373	22,297	22,199	22,125	267,427
C2	66,850	66,868	66,492	66,176	65,728	66,337	67,539	67,011	66,853	66,715	66,296	66,302	799,167
SU	49,824	48,584	49,494	49,249	49,136	49,333	50,209	49,880	49,749	49,663	49,427	49,244	593,792
GO	76,434	76,071	75,694	75,344	75,065	75,343	76,654	76,418	76,216	76,044	75,881	75,248	910,412
PE	29,993	28,852	28,749	28,650	28,497	28,692	29,208	29,078	29,023	28,890	28,790	28,674	347,096
TNO	3,163	3,191	3,172	3,155	3,147	3,132	3,124	3,115	3,105	3,090	3,065	3,020	37,479
TCN	5,219	5,267	5,236	5,206	5,192	5,169	5,148	5,132	5,108	5,083	5,037	4,962	61,759
TC	591	597	593	590	588	586	583	581	579	576	571	562	6,997
TCO	531	536	532	529	528	526	523	522	519	517	512	504	6,279
TSO	293	296	294	292	292	290	289	288	287	285	283	279	3,468
TSE	3,033	3,062	3,043	3,026	3,019	3,005	2,998	2,990	2,976	2,961	2,935	2,891	35,939
Nacional	709,173	708,527	704,167	700,937	669,416	700,075	709,684	706,880	705,612	703,087	698,816	697,235	8,413,609

Fuente: Elaboración propia, con base en la salida del modelo de programación.

Gráfica 6.2.1 Consumo óptimo regional/ mensual de sorgo grano



Fuente: Elaboración propia, con base en la salida del modelo de programación.

6.3 Almacenamiento óptimo de sorgo grano en México

Se registró un almacenamiento óptimo de 26,776,496 t de sorgo grano dentro del modelo de programación no lineal, el cual se muestra en el Cuadro 6.3.1. Tomando en cuenta la importancia del almacenamiento en cada una de las regiones, se tiene a Tamaulipas Centro-Norte (TCN) que comprende a los municipios de Río Bravo, Valle Hermoso, Matamoros, San Fernando, Méndez, Crucillas y Burgos como el mayor almacenista de sorgo grano en el periodo comprendido de mayo 2012 a abril 2013, con un total de 8,728, 600 t, considerando que es la segunda región con mayor producción nacional anual (876, 319 t).

El segundo mayor centro de acopio es Tamaulipas Noroeste (TNE) con 4, 743, 408 t, (siendo beneficiado con la cercanía fronteriza de Nuevo Laredo), de la misma manera cuenta con una producción total de 523, 872 t y un consumo de tan solo 37,479 t, seguido de Tamaulipas Sur Este (TSE) con 4, 743, 408 t y Occidente (Jalisco y Colima) con 1, 027, 239 t.

Por su parte, El Bajío (Michoacán, Guanajuato y Querétaro) es el mayor productor de grano nacional (2, 100, 348 t), cuenta con un almacenamiento óptimo de 2, 218, 222 t y un consumo significativo de 796,883 t anuales, esto se debe a la buena localización de su área geográfica,

ya que es un punto estratégico para dicho almacenamiento y posterior distribución del sorgo ya que tiene cercanía con Tuxpan y Veracruz puertos de internación de importaciones.

Por otra parte, las regiones del estado de Sonora (91, 938 t), la Península del Norte (104, 585 t) y La Laguna (108, 549 t) arrojaron una suma de tan solo 305, 072 t almacenadas contra una producción de 139, 611 t.

Los meses que arrojaron como resultado el mayor almacenamiento óptimo fueron: junio 2, 835, 480 t, marzo 2, 649, 619 t, febrero 2, 602, 851 t, y julio 2, 429, 010 t; con mediano almacenamiento: enero 2, 416, 480 t, abril 2, 204, 591 t, agosto 2, 031, 978 t y mayo 2, 003, 164 t y con menor almacenamiento de sorgo grano: diciembre 1, 962, 334 t, septiembre 1, 564, 645 t, octubre, 1, 119, 571 y noviembre 942, 609 t.

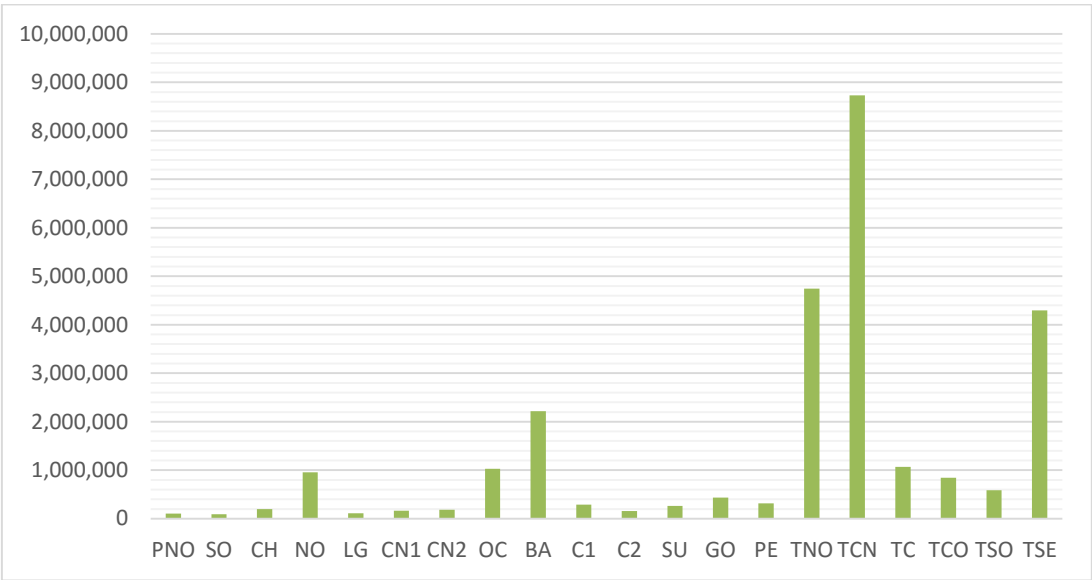
Cuadro 6.3.1 Almacenamiento óptimo regional mensual en tiempo. Mayo 2012- Abril 2013 (Toneladas)

Región/Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
PNO	17,608	2,916	0	46	0	331	0	7,853	10,967	15,752
SO	17,608	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CH	17,608	191	0	0	0	0	0	47,147	30,997	30,997
NO	136,935	182,428	149,197	157,297	100,184	43,297	348	3,596	0	0
LG	17,608	0	0		0	0	0	0	16,232	16,293
CN1	33,345	0		3,979	0	0	0	6,698	0	25,503
CN2	17,608	13,075	0	13,075	13,075	13,075	13,161	13,506	17,112	17,608
OC	21,369	0	0	0	77	0	0	96,424	187,574	261,690
BA	23,499	0	0	0	0	0	0	488,980	594,660	493,115
C1	17,608	0	0	0	0	0	0	0	76,602	74,692
C2	17,608	5,511	0	0	0	0	0	0	2	37,799
SU	33,965	9,768	13,879	316	0	0	0	757	8,325	43,675
GO	47,251	44,651	17,251	8,713	23,909	25,888	26,383	32,931	36,776	40,564
PE	24,113	31,381	23,002	23,002	23,649	23,649	23,649	23,649	23,649	23,900
TNO	381,574	597,918	498,564	421,930	294,410	210,688	206,775	296,343	339,337	367,711
TCN	629,437	1,132,421	1,064,114	845,203	656,074	441,337	365,424	512,580	581,648	623,087
TC	75,390	125,903	131,116	94,699	95,043	76,113	46,188	61,144	68,429	73,024
TCO	68,099	77,766	82,407	83,925	62,001	41,708	42,038	55,415	61,932	65,988
TSO	38,938	56,765	58,376	58,162	57,994	57,114	30,013	35,149	37,507	38,922
TSE	366,993	554,786	401,104	321,631	238,229	186,371	188,630	280,162	324,731	352,531
Nacional	2,004,164	2,835,480	2,439,010	2,031,978	1,564,645	1,119,571	942,609	1,962,334	2,416,480	2,602,851

Marzo	Abril	Mayo	Anual
15,752	15,752	17,608	104,585
39,114	17,608	17,608	91,938
33,459	17,608	17,608	195,615
36,485	12,101	136,935	958,803
23,200	17,608	17,608	108,549
29,440	29,440	33,345	161,750
17,608	17,608	17,608	184,119
285,044	153,692	21,369	1,027,239
411,294	183,175	23,499	2,218,222
61,932	39,733	17,608	288,175
37,971	37,971	17,608	154,470
59,384	60,735	33,965	264,769
41,045	41,045	47,251	433,658
23,900	23,900	23,113	314,556
372,436	374,148	381,574	4,743,408
624,854	622,984	629,437	8,728,600
73,803	74,169	75,390	1,070,411
66,683	67,010	68,099	843,071
38,920	38,771	38,938	585,569
357,295	359,533	366,993	4,298,989
2,649,619	2,204,591	2,003,164	26,776,496

Fuente: Elaboración propia, con base en la salida del resultado del modelo de programación.

Gráfica 6.3.1 Almacenamiento óptimo de regional de en tiempo



Fuente: Elaboración propia, con base en la salida del resultado del modelo de programación.

6.4 Comercialización óptima por ferrocarril de sorgo grano de zonas productoras a zonas consumidoras en México

Los flujos comerciales por ferrocarril partiendo de las zonas de producción a las zonas de consumo pecuario, las cuales son el punto clave para el costo de distribución comercial del sorgo grano dentro del territorio mexicano, ya que el transporte ferroviario es la unidad con mayor número de toneladas que pueden ser transportadas y cuentan con un VSN considerable.

La región productora de Tamaulipas Centro – Norte cuenta con el mayor número de toneladas anuales, abasteciendo a las regiones consumidoras de Chihuahua, La Laguna, Centro Norte Uno, Occidente, Centro Uno, Centro Dos, Tamaulipas Centro y Tamaulipas Centro – Norte con un total de 646,135 t anuales; seguida de El Bajío que abastece a La Laguna, al Centro Norte Uno y al Centro Norte Dos con 498,067 t; Tamaulipas Noreste abastece a Chihuahua, La Laguna, El Centro Norte Uno, Centro Norte Dos, Centro Uno, Centro Dos, La Península, Tamaulipas Centro, Tamaulipas Centro – Oeste y Tamaulipas Sureste con 503,247 t anuales; Tamaulipas Sur – Este que abastece a Nuevo León, San Luis Potosí (CN1), Zacatecas, Aguascalientes (CN2), El Bajío Centro Uno y Centro Dos con 475,552 t;

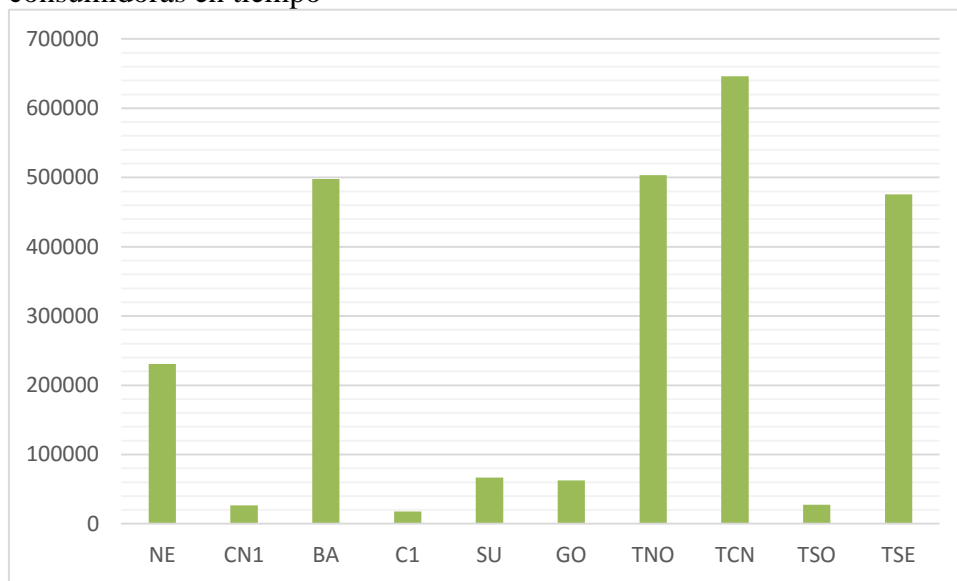
Noroeste abastece a Sonora con 230,685 t anuales; Guerrero, Oaxaca y Chiapas (SU) abastece al Centro Dos y a la Península con 66,551t anuales; El Golfo a Campeche, Yucatán y Quintana Roo (PE) 62,564 t; el Centro Uno al Centro Dos 17,788; Tamaulipas Sur – Oeste a La Laguna, Centro Dos y Tamaulipas Centro con tan solo 27,543 t anuales; y por último el Centro Norte Uno abastece Centro Norte Dos con 26,557 t dando como resultado un total de 2,554,689 t anuales de sorgo, partiendo de los puertos y/o las fronteras a las zonas de consumidoras de este grano.

Cuadro 6.4.1 Flujos comerciales óptimos por ferrocarril de puertos y/o fronteras a zonas consumidoras en tiempo (Toneladas)

Región	SO	CH	LG	CN1	CN2	OC	BA	C1	C2	PE	TC	TCO	TSE	Anual
NE	230,685	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	230,685
CN1	0	0	0	0	26,557	0	0	0	0	0	0	0	0	26,557
BA	0	0	232,370	68,388	197,309	0	0	0	0	0	0	0	0	498,067
C1	0	0	0	0	0	0	0	0	17,788	0	0	0	0	17,788
SU	0	0	0	0	0	0	0	0	52,317	14,234	0	0	0	66,551
GO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62,564	0	0	0	62,564
TNO	0	16,586	140,653	69,495	127,428	0	0	22,155	111,059	0	1,692	2,086	12,093	503,247
TCN	0	50,801	177,998	103,489	0	241,299	0	44,341	22,581	0	4,077	1,549	0	646,135
TSO	0	0	26,943	0	0	0	0	0	12	0	588	0	0	27,543
TSE	0	0	0	58,271	63,025	0	288,080	44,807	21,369	0	0	0	0	475,552
Nacional	230,685	67,387	577,964	299,643	414,319	241,299	288,080	111,303	225,126	76,798	6,357	3,635	12,093	2,554,689

Fuente: Elaboración propia, con base en la salida del resultado del modelo de programación.

Gráfica 6.4.1 Flujos comerciales óptimos por ferrocarril de puertos/fronteras a zonas consumidoras en tiempo



Fuente: Elaboración propia, con base en la salida del resultado del modelo de programación.

6.5 Comercialización óptima por camión de sorgo grano de zonas productoras a zonas consumidoras en México

El transporte por camión de zonas productoras a zonas de consumo, son el segundo punto clave para la distribución, consumo y buen almacenamiento del grano dentro del territorio nacional, tomando en cuenta que éste se debe realizar dentro de la misma región en tiempo determinado para no superar al VSN obtenido.

El Cuadro 6.5.1 muestra el flujo comercial óptimo resultante del modelo utilizado, donde se puede observar un total de 1, 150, 154 t anuales de sorgo, abasteciendo a diecisiete de las veinte regiones productoras y/o consumidoras.

La Península del Norte (PNO) debe transportar a sus estados y municipios consumidores 49, 885 t anuales; de la misma manera Sonora (SO) 54, 664 t, Chihuahua (CH) 40, 498 t, El Noreste (NE) un total de 507, 043 t, seguido de La Laguna (LG) con 33, 446 t, el Centro Norte Uno (Nuevo León y San Luis Potosí) 72, 289 t, el Centro Norte Dos que comprende los estados de Zacatecas y Aguascalientes, es además abastecido por Tamaulipas Centro (TC) y Tamaulipas Centro – Oriente con un total de 139, 420 t anuales, Occidente 30, 293 t, El

Bajío 54, 896 t, el Centro Uno (Estado de México, Morelos y Distrito Federal) 47, 472 t, el Centro Dos (Puebla, Tlaxcala e Hidalgo) 20, 421 t, el Golfo tan solo 1, 993 t, la Península que al igual comprende los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo abastece 9, 658 t, Tamaulipas Noroeste (TNO) 18, 960 t, Tamaulipas Centro – Norte (TSO) 66, 908 t, y por ultimo Tamaulipas Suroeste que abastece a sus municipios con 2, 317 t de sorgo anuales.

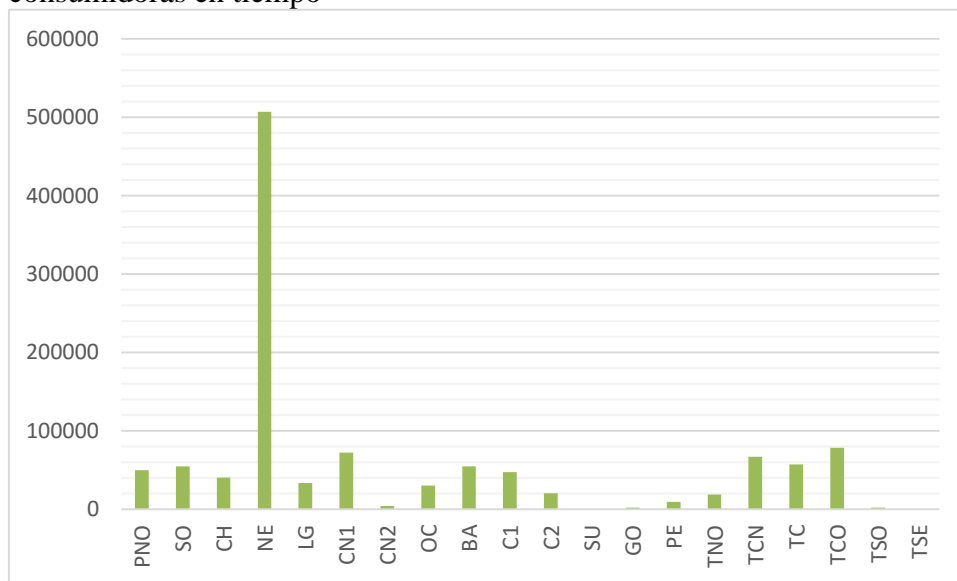
La Gráfica 6.5.1 muestra al Centro Norte Uno con 139, 420 t nacionales, a Tamaulipas Centro – Norte con 66, 908 t y Sonora 54, 664 con un porcentaje del 22.69 % del total de sorgo distribuido por camión a las zonas consumidoras; por el contrario se observa que El Golfo (GL), Tamaulipas Suroeste y la Península (PE) reflejan tan solo el 1.21 %.

Cuadro 6.5.1 Flujos comerciales óptimos por camión de puertos y/o fronteras a zonas consumidoras en tiempo (Toneladas)

Región	PNO	SO	CH	NE	LG	CN1	CN2	OC	BA	C1	C2	GO	PE	TNO	TCN	TSO	Anual
PNO	49,885	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49,885
SO	0	54,664	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54,664
CH	0	0	40,498	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40,498
NE	0	0	0	507,043	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	507,043
LG	0	0	0	0	33,446	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33,446
CN1	0	0	0	0	0	72,280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72,280
CN2	0	0	0	0	0	0	3,993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,993
OC	0	0	0	0	0	0	0	30,293	0	0	0	0	0	0	0	0	30,293
BA	0	0	0	0	0	0	0	0	54,896	0	0	0	0	0	0	0	54,896
C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47,472	0	0	0	0	0	0	47,472
C2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20,421	0	0	0	0	0	20,421
GO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,993	0	0	0	0	1,993
PE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,658	0	0	0	9,658
TNO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18,960	0	0	18,960
TCN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66,908	0	66,908
TC	0	0	0	0	0	0	57,053	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57,053
TCO	0	0	0	0	0	0	78,374	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78,374
TSO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,317	2,317
Nacional	49,885	54,664	40,498	507,043	33,446	72,280	139,420	30,293	54,896	47,472	20,421	1,993	9,658	18,960	66,908	2,317	1,150,154

Fuente: Elaboración propia, con base en la salida del modelo de programación.

Gráfica 6.5.1 Flujos comerciales óptimos por camión de puertos/fronteras a zonas consumidoras en tiempo



Fuente: Elaboración propia, con base en la salida del modelo de programación.

6.6 Comercialización óptima por camión de sorgo grano de puertos y/o fronteras a zonas consumidoras

La comercialización de sorgo granífero cuenta con diversos problemas de intermediarismo como se mencionó anteriormente, los resultados de esta investigación, pretenden dar fin a esta situación, optimizando en tiempo real las salidas de comercialización del producto a zonas altamente consumidoras del país.

Se observa en el Cuadro 6.6.1 a siete puertos y/o fronteras que abastecen a once zonas consumidoras de sorgo con un total de 2, 220, 505 t anuales transportadas por camión.

La frontera de Ciudad Juárez (CJ) transporta 33, 670 t de grano a la región de Chihuahua; Matamoros (MA) 119, 337 a la Péndula del Norte (PNO); Nogales (NG) a Sonora; y el Noreste con 178, 628 t, Nuevo Laredo (NL) al Centro Norte Uno con 131, 641 t.

Por su parte, el Puerto de Veracruz transporta por camión al Centro Dos (Puebla, Tlaxcala e Hidalgo), al Sur (Guerrero, Oaxaca y Chiapas), al Golfo (Veracruz y Tabasco) a la Península (Campeche, Yucatán y Quintana Roo) y al Tamaulipas Sur – Este 1, 690, 650 t de grano, el

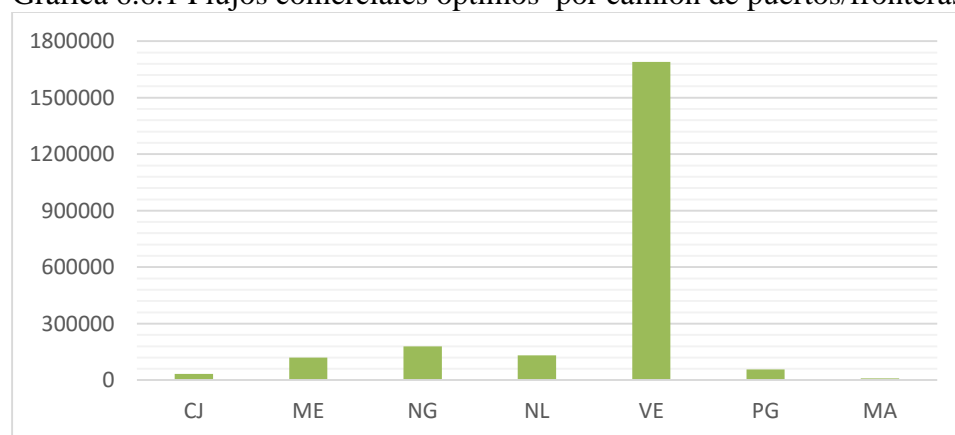
Progreso a la Península con 57, 464 t y por ultimo Matamoros que transporta a Tamaulipas Noroeste 9, 215 toneladas anuales.

Cuadro 6.6.1 Flujos comerciales óptimos por camión de puertos/fronteras a zonas consumidoras en tiempo (Toneladas)

Región	PNO	SO	CH	NE	CN1	C2	SU	GO	PE	TNO	TSE	Anual
CJ	0	0	33,670	0	0	0	0	0	0	0	0	33,670
ME	119,337	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119,337
NG	0	146,123	0	32,505	0	0	0	0	0	0	0	178,628
NL	0	0	0	0	131,541	0	0	0	0	0	0	131,541
VE	0	0	0	0	0	500,993	98,671	890,419	182,816	0	17,751	1,690,650
PG	0	0	0	0	0	0	0	0	57,464	0	0	57,464
MA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9215	0	9,215
Total	119,337	146,123	33,670	32,505	131,541	500,993	98,671	890,419	240,280	9215	17,751	2,220,505

Fuente: Elaboración propia, con base en la salida del modelo de programación.

Gráfica 6.6.1 Flujos comerciales óptimos por camión de puertos/fronteras a zonas consumidoras en tiempo



Fuente: Elaboración propia, con base en la salida del modelo de programación.

6.7 Comercialización óptima de sorgo grano por ferrocarril de puertos y/o fronteras a zonas consumidoras

Se observa, que el modelo solo arroja cinco puertos y/o fronteras para abastecer óptimamente a las zonas consumidoras de sorgo grano, teniendo un total de 2,129,658 t anuales comercializadas en el periodo de mayo 2012 a abril 2013. La frontera de Ciudad Juárez (CJ) transporta por camión únicamente a la región de Chihuahua 17, 049 t de cultivo; de igual manera la frontera de Nogales (NG) transporta por ferrocarril 227, 315 t Sonora y Noroeste; y Nuevo Laredo (NL) al Noreste con un total de 126, 839 t.

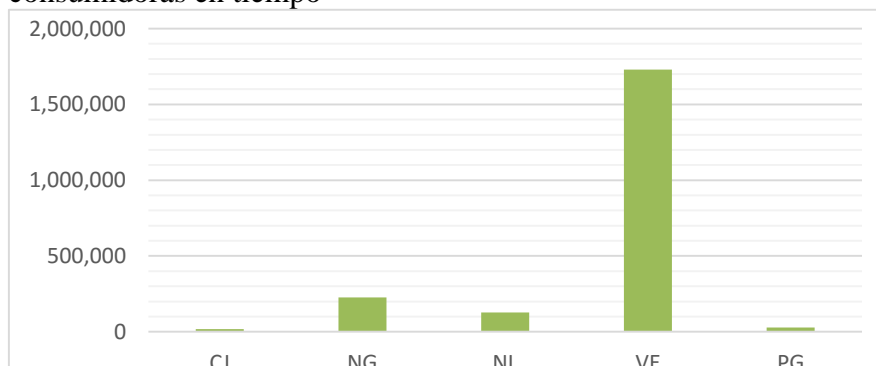
Por su parte, el puerto de Veracruz (VE) transporta a las regiones: Centro Norte Uno, al Centro Dos, al Golfo, a la Península y a Tamaulipas Sur – Este un total de 1, 729, 665 t; y el Progreso (PG) a la Península 28, 790 t anuales de sorgo.

Cuadro 6.7.1 Flujos comerciales óptimos por ferrocarril de puertos/ fronteras a zonas consumidoras en tiempo (Toneladas)

Región	SO	CH	NE	CN1	C2	GO	PE	TSE	Anual
CJ	0	17,049	0	0	0	0	0	0	17,049
NG	194,810	0	32,505	0	0	0	0	0	227,315
NL	0	0	126,839	0	0	0	0	0	126,839
VE	0	0	0	64,462	545,543	890,419	211,490	17,751	1,729,665
PG	0	0	0	0	0	0	28,790	0	28,790
Total	194,810	17,049	159,344	64,462	545,543	890,419	240,280	17,751	2,129,658

Fuente: Elaboración propia, con base en la salida del modelo de programación.

Gráfica 6.7.1 Flujos comerciales óptimos por ferrocarril de puertos/fronteras a zonas consumidoras en tiempo



Fuente: Elaboración propia, con base en la salida del modelo de programación.

6.8 Importaciones óptimas de sorgo por puerto y/o frontera

México adquiere casi la totalidad de importaciones de sorgo grano por parte de Estados Unidos.

Se observa que las importaciones por puerto y/o frontera (Cuadro 6.8.1) deben realizarse de manera que no superen en VSN esperado durante el año analizado, que comprende de mayo 2012 a abril de 2013.

En la frontera de Ciudad Juárez (CJ) las importaciones deben realizarse sólo en los meses de enero, marzo y abril con un total de 33, 670 t anuales; por Mexicali (ME) 235,337 t de junio - agosto, octubre, noviembre y de enero – abril; por Nogales (NG) 178,628 t de noviembre – abril y por Nuevo Laredo (NL) los once meses del año principalmente mayo, julio, septiembre, octubre y noviembre con 1,357,175 t.

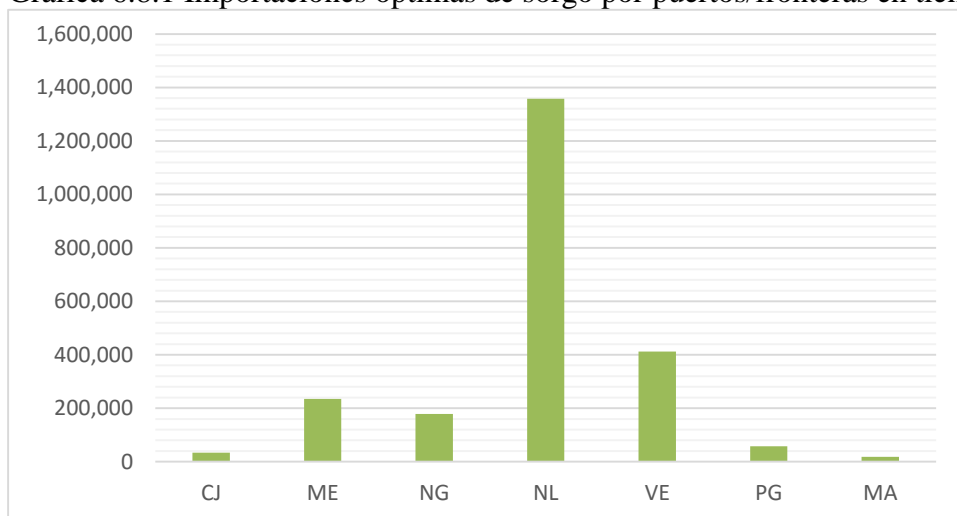
Por el puerto de Veracruz (VE) deberán de importarse 412,021 t anuales en los meses de febrero – abril; por el Progreso (PG) 57,464 t en marzo y abril y por último en Matamoros 18,519 t en noviembre, enero y marzo, con el fin de maximizar el VSN.

Cuadro 6.8.1 Importaciones óptimas de sorgo por puertos/fronteras en tiempo. Mayo 2012 – abril 2013 (Toneladas)

Puerto/Frontera	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sepiem	Octubre	Noviem	Diciem	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
CJ	0	0	0	0	0	0	0	0	16,621	0	644	16,405	33,670
ME	0	1,079	14,034	11,898	0	12,043	13,811	0	140,203	14,133	14,093	14,043	235,337
NG	0	0	0	0	0	0	25,942	35,435	68,564	0	13,056	35,631	178,628
NL	174,000	57,921	155,366	123,202	194,600	171,057	173,708	205,945	33,995	0	33,734	33,647	1,357,175
VE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151,522	185,199	75,300	412,021
PG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28,790	28,674	57,464
MA	0	0	0	0	0	0	6,239	0	6,195	0	6,085	0	18,519
Total	174,000	59,000	169,400	135,100	194,600	183,100	219,700	241,380	265,578	165,655	281,601	203,700	2,292,814

Fuente: Elaboración propia, con base en la salida del modelo de programación

Gráfica 6.8.1 Importaciones óptimas de sorgo por puertos/fronteras en tiempo



Fuente: Elaboración propia, con base en la salida del modelo de programación.

VIII. CONCLUSIONES

El sorgo grano (*Sorghum vulgare Pers*) ha ocupado un papel reléate en el desempeño mostrado por el sector agropecuario del territorio nacional en los últimos años, ya que se ha constituido en un elemento dinamizador del crecimiento, tanto del sector pecuario, como de la agroindustria.

De acuerdo a la información oficial obtenida sobre importaciones espaciales y temporales que el país, realiza para abastecer su consumo interno de sorgo grano, se confirma existencia de ineficiencias en la comercialización nacional, al importar en meses donde el precio internacional es más alto, pero que contrasta con meses de mayor producción interna. Ello va de la mano con la salida óptima del modelo, al sugerir reorientar tanto la producción doméstica como una reducción de importaciones en meses tanto de mayor precio internacional como de mayor producción, orientadas a maximizar el beneficio social neto propuesto en el modelo.

En las condiciones planteadas de este trabajo, lo que el modelo de programación hizo, fue maximizar la información de variables: producción, importaciones y consumo en base a la información oficial a nivel país y, realizar recomendaciones óptimas para una política agrícola eficiente, donde el mercado se vea favorecido, al señalar qué regiones deben producir o reducir su volumen de producción y por qué puertos o fronteras debería ingresar más grano al país, todo ello, al considerar precios internacionales, precios al productor y precios al consumidor.

IX. LITERATURA CITADA

- AGROBIT. Historia del sorgo en el mundo 2013. Base de datos.
http://www.agrobit.com.ar/Info_tecnica/agricultura/sorgo/AG_000009sg.htm
Consulta 30 de abril de 2015
- ASERCA (Apoyos y servicios a la Comercialización Agropecuaria). 1987, 1994, 1997 y 1998. Claridades Agropecuarias. México, D. F. Varios números.
- Bassols, A. 1975. Geografía económica de México. Teoría fenómenos generales, análisis regional. Editorial Trillas. México, D.F.
- Bivings, E. L. 1997. The seasonal and spatial dimensions of sorghum market liberalization in Mexico. Am. J. Agric. Econ. 79: 383-393.
- Financiera Rural. Monografía del Sorgo Grano. 2010. Base de datos.
[http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/MonografiaSorgo\(jun11\).pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/MonografiaSorgo(jun11).pdf). Consulta 17 de diciembre de 2014
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, por sus siglas en inglés). 2012. FAOSTAT. Base de datos.
<http://faostat.fao.org/site/535/DesktopDefault.aspx?PageID=535#ancor>. Consulta el 7 de febrero de 2012.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, por sus siglas en inglés). 2014. FAOSTAT. Base de datos.
<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Consulta el 12 de diciembre de 2014.
- FAPRI (Instituto De Investigación Política Agrícola y Alimentaria por sus siglas en ingles). 2012. Base de datos. <http://www.fapri.iastate.edu/tools/outlook.aspx>. Consulta el 12 de diciembre de 2014.
- Fuller, S. W. y N. Gutiérrez. 1992. Grain and soybean surpluses/déficits of Mexican States. 1989-1990. Texas. Department of Agricultural Economics Texas. Agricultural Experiment Station. The Texas A y M. University System College Station, Tx. 77843. Contract Report AMS-1. College Station. 1992. 40 p.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura). 2012. Panorama agroalimentario. Sorgo 2012. 17 p.

- García, D. A. 1994. Análisis espacial del comercio de frijol en México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.
- García, S. J. A. 1999. Distribución espacial e intertemporal de la producción de maíz en México. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.
- García, S. J. A. y Santiago, C. M de J. 2004. Importaciones de maíz en México: un análisis espacial y temporal. *Investigación económica*, 43 (250): 131-160.
- González, J. A., García, S. J. A., Chalita, T. L. E., Matus, G. J. A., Cruz, G. B., Sangerman, J. D. M., Portillo, V. M., Fortis, H. M. 2012. Modelo de equilibrio espacial para determinar costos de transporte en la distribución de durazno en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3 (4): 701-712.
- ICRISAT (Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas). Hechos, tendencias y perspectivas de sorgo y el mijo. 2010. <http://www.icrisat.org/>. Consulta 28 de julio de 2015.
- INFOAGRO (Sistema de Información del Sector Agropecuario Costarricense) Cultivo del sorgo. 2012. <http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/sorgo.htm>. Consulta 28 de abril de 2015.
- INFOASERCA (Información económica y comercial para el sector agropecuario). El Sorgo Mexicano: Entre la autosuficiencia y la dependencia externa. 1997. <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/046/ca046.pdf>. Consulta el 16 de diciembre de 2014.
- INFOASERCA (Información económica y comercial para el sector agropecuario). Modelo productivo de sorgo en el Estado de Tamaulipas. 2013. Consulta el 16 de diciembre de 2014.
- Kansas City Southern de México, S.A de C.V. Ferrocarril. 2014. Costos de transporte por ferrocarril. Disponible en: http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGTFM/Tarifas_Ferrovias/Carga/01_KCSM/KCSM1-12-FEB-2014.pdf. Consulta el 8 de septiembre de 2014.
- Kawaguchi, T., N. Susuki, and H. M. Kaiser. 1997. A Spatial equilibrium model for imperfectly competitive milk markets. *Am. J. Agric. Econ.* 79: 851-859.

- Rebollar, R. S. 2003. Evaluación de las políticas comercial y cambiaria sobre el mercado de del sorgo en México, 2000. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.
- Rebollar, R. S., García, S. J. A., Martínez, D. M. A., Salas, G. J. M. 2004. Evaluación de la política comercial sobre el mercado del sorgo en México, 2000. *Agrociencia*, 38(2): 249-260.
- Rebollar, R. S., García, S. J. A., Rodríguez, L. G. 2005. Efecto de la política cambiaria sobre el mercado del sorgo en México. *Comercio Exterior*, 55(5): 394-401.
- Saucedo, O.M. et al. Sistema de control de daño de las aves en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en la provincia de Villa Clara 2010. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942010000100001 consulta, 28 de enero de 2015.
- SAT (Sistema de Administración Tributaria). 2013. Datos de comercio exterior de granos. www.sat.gob.mx. Consulta el 20 de febrero de 2013.
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2014. Resumen Nacional por estado. <http://www.siap.gob.mx/resumen-nacional-por-estado/>. Consulta el 25 de abril de 2014.
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2014b. Balanza nacional-disponibilidad consumo. Maíz y granos forrajeros. Economía y mercados: balanzas. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=379. Consulta el 25 de abril de 2014.
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). Cierre de la producción agrícola por estado. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>. Consulta el 14 de diciembre de 2014.
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 1997. El sorgo mexicano: entre la autosuficiencia y la dependencia externa. <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/046/ca046.pdf#page=3>. Consulta el 16 de diciembre de 2014.

Takayama, T. And G. G: Judge. 1971. Spatial and Temporal Price and Allocation Models. North-Holland, Publishing Company. North-Holland Publishing Company Amsterdam. Amsterdam, Holland.

U.S. Department of Commerce and the Internacional Trade Comission. www.usitc.gov. Consulta el 08 de febrero de 2013.

Vargas, G. 2009. Producción y comercialización de sorgo grano en México y el estado de Puebla, Caso DDR Izúcar en Matamoros. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo Coahuila.

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ASERCA	Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios
CANACAR	Cámara Nacional de Autotransporte de Carga
CANACINTRA	Cámara Nacional de la Industria de la Transformación
CENTA	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal
CONASUPO	Comisión Nacional de Subsistencias Populares
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación
FAPRI	Instituto de Investigación en Políticas Agrícolas y Alimentación
FIRA	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
GAMS	General Algebraic Modeling System
GAMS P/W	General Algebraic Modeling System para Windows
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
SAGARPA	Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación
SAT	Servicio de Administración Tributaria
SE	Secretaría de Economía
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
t	Toneladas
TMCA	Tasa Media de Crecimiento Anual
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
USITC	Comisión del Comercio Internacional de los Estados Unidos
VSN	Valor Social Neto

ANEXOS

Figura 10.1 Semilla de sorgo grano



Fuente: FAO (2014).

Figura 10.2 Siembra de sorgo grano



Fuente: SAGARPA (2015).

Figura 10.3 Sorgo grano (Sorghum vulgare Pers)



Fuente: SIAP (2014).

Figura 10.4 Inflorescencias de sorgo grano



Fuente: SIAP (2014).

Figura 10.5 Riego de sorgo grano 11



Fuente: ASERCA (2015).

Figura 10.6 Comercialización del sorgo grano



Fuente: ASERCA (2015).

Figura 10.7 Sorgo grano (El Bajío)



Fuente: Elaboración propia (2015).

Figura 10.8 Sorgo grano (El Bajío)



Fuente: Elaboración propia (2015).