

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AGRÍCOLA



DETERMINANTES DE LA OFERTA DE ALGODÓN EN
LA COMARCA LAGUNERA DE COAHUILA

Por:

ÁGUEDA NOEMÍ SÁNCHEZ CORTEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

LICENCIADO EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y AGRONEGOCIOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Septiembre 2016

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS**

**DETERMINANTES DE LA OFERTA DE ALGODÓN EN
LA COMARCA LAGUNERA DE COAHUILA**

Por:

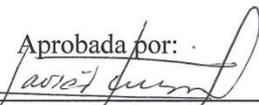
ÁGUEDA NOEMÍ SÁNCHEZ CORTEZ

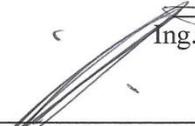
TESIS

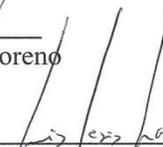
Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito para
obtener el título de:

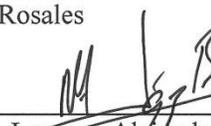
LICENCIADO EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y AGRONEGOCIOS

Aprobada por:


Ing. Vicente Javier Aguirre Moreno
Asesor principal


Dr. Gregorio Castro Rosales
Coasesor


M.C. Luis Jesús Lozano
Coasesor


Dr. Lorenzo Alejandro López Barbosa
Coordinador de la División de Ciencias Socioeconómicas

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Septiembre 2016

**DEL CS. SOCIOECONOMICAS
COORDINACION**

AGRADECIMIENTOS

Al M.C. Vicente Javier Aguirre Moreno, asesor principal de Tesis, por sus ideas, recomendaciones, asesoramiento y revisión de este trabajo.

Al Dr. Gregorio Castro Rosales, coasesor de Tesis, por sus recomendaciones, correcciones y revisión de esta investigación, por sus ideas en los modelos econométricos.

AL M.C. Luis Jesús Lozano, coasesor de Tesis, por sus consejos, conocimientos, y recomendaciones.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), porque en ella adquirí conocimientos que me ayudaron a prepararme como profesionista, a todos sus profesores y personal administrativo que contribuyeron para mi educación.

DEDICATORIA

En especial a mis padres, por los valores y educación que día a día me inculcaron para ser mejor persona, por el apoyo económico y moral que me brindaron en el momento en que más los necesité, simplemente no hay palabras para agradecer todo su apoyo, gracias mamá y papá todo lo que soy ahora es gracias a ustedes.

A mis hermanos y sobrinos, por ser parte de mi vida, por hacerme reír, llorar y enojar, los quiero mucho.

A mis compañeros y amigos, por formar parte de mi vida, gracias a todos aquellos que han compartido momentos tristes y felices conmigo.

A mi comunidad San Pedro el Alto Zimatlán de Álvarez Oaxaca, por la beca que recibí durante mi estancia en la universidad, por creer en mí y contribuir económicamente para mi movilidad en la Universidad de Córdoba, España.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Objetivo.....	3
1.4. Hipótesis.....	4
1.5. Estructura del documento.....	4
2. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL ALGODÓN	5
2.1.1. Situación mundial	5
2.1.2. Situación nacional.....	7
2.1.3. El algodón en la región Lagunera de Coahuila.....	11
3. REVISIÓN DE LITERATURA	15
4. FUNDAMENTOS PARA LA FORMULACIÓN DEL MODELO DE OFERTA.....	18
4.1. El mercado y los determinantes de la oferta	18
4.2. El modelo general de oferta para un producto agrícola	23
4.3. Las elasticidades de la oferta.....	26
4.4. Especificación del modelo de oferta de algodón.....	30
4.5. Relaciones funcionales del modelo de oferta de algodón	32
4.5.1. Relación funcional del precio medio rural del algodón ($PMRA_{t-1}$)	32
4.5.2. Relación funcional del volumen de agua disponible en las presas de la Región Laguna ($VADPRL_t$).....	33
4.5.3. Relación funcional del precio medio rural de melón ($PMRA_{t-1}$)	34
4.6. Elección de la forma algebraica de la función de oferta	35

4.7.	Estimación de parámetros de la función de oferta	36
4.8.	Valoración e interpretación de los resultados de la estimación	38
5.	MODELO DE OFERTA DE ALGODÓN EN LA LAGUNA	39
5.1.	Análisis estadístico de los resultados	39
5.2.	Análisis económico de los resultados	41
5.3.	Análisis de las elasticidades estimadas con el modelo.....	42
6.	CONCLUSIÓN	44
	BIBLIOGRAFÍA	47
	ANEXOS	49

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Origen e historia del cultivo algodón	2
Cuadro 2. Indicadores económicos de la producción de algodón en México 2014.....	8
Cuadro 3. Indicadores económicos de la producción de algodón en Coahuila 2014	12
Cuadro 4. Elasticidad precio cruzada de la oferta	29
Cuadro 5. La información utilizada para la estimación econométrica del modelo.....	37
Cuadro 6. Modelo doble logarítmico.....	40
Cuadro 7. Resultados obtenidos del modelo de regresión doble logarítmico correspondiente a la producción de algodón en la Comarca Lagunera de Coahuila	41

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
Gráfica 1. Principales países productores de algodón hueso	5
Gráfica 2. Principales países productores de algodón en el período 1999-2014	7
Gráfica 3. Principales estados productores de algodón hueso en México	9
Gráfica 4. Participación porcentual de la Producción nacional de algodón hueso 2014	10
Gráfica 5. Rendimiento del Algodón Hueso en México 1999-2014	11
Gráfica 6. Producción (Ton) de algodón hueso en Coahuila 1999-2014.....	13
Gráfica 7. Participación por Distrito en la producción de algodón en Coahuila 2014	14
Gráfica 8. Precio, costo marginal y maximización de beneficios.....	19
Gráfica 9. Precio, costo marginal y maximización de beneficios.....	24
Gráfica 10. Precio, costo marginal y maximización de beneficios.....	28
Gráfica 11. Disponibilidad de agua vs producción de algodón	34

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Principales 14 países productores de algodón hueso (miles de toneladas)	49
Anexo 2. Principales cinco países con mayor rendimiento de algodón.....	49
Anexo 3. Disponibilidad de agua en las presa de La Comarca Lagunera	50
Anexo 4. Variables (Precios deflactados) que se tomaron en cuenta para el modelo pero que la mayoría presentaron problemas de correlación entre sí.....	51
Anexo 5. Cuadro Resultados del modelo econométrico.....	52
Anexo 6. Presentación de combinación del modelo lin-lin, -lin-long y long - long.....	52
Anexo 7. Gráficas de dispersión de la variable dependiente con cada una de las variables independientes.	54

DETERMINANTES DE LA OFERTA DE ALGODÓN EN LA COMARCA LAGUNERA DE COAHUILA

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar los factores que determinan la oferta de algodón hueso en La Comarca Lagunera de Coahuila y medir el efecto de cada uno de ellos sobre la oferta. Se formuló un modelo Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para un periodo de 15 años (1999 – 2014). Los resultados indican que las principales variables que determinan la oferta de algodón en esta región son; el precio medio rural al productor de algodón ($PMRA_{t-1}$), el precio medio rural al productor de melón ($PMRM_{t-1}$), y principalmente el volumen de agua disponible en las presas Las Tórtolas y El Palmito de La Comarca Lagunera ($VADPRL$). Por cada 10 por ciento que se incremente el precio medio rural del algodón hueso de la región Laguna de Coahuila provocaría que la cantidad producida de algodón en la región se incremente en 8.4 por ciento, cada vez que el volumen de agua disponible para riego en las presas El Palmito y Las Tórtolas de la región Laguna se incremente en un 10 por ciento, la producción de algodón en la región Laguna de Coahuila tenderá a incrementarse en 9.88 por ciento, por cada 10 por ciento que se incremente el precio medio rural al productor de melón ($t-1$), provocará que la producción de algodón disminuya en 4.5 por ciento.

Palabras clave: Modelo mínimos cuadrados ordinarios, Región Lagunera, importancia económica del algodón, modelo de oferta del algodón, elasticidad precio, elasticidad cruzada, modelo doble logarítmico.

Correo electrónico: corsannoemi@hotmail.com.mx.

1. INTRODUCCIÓN

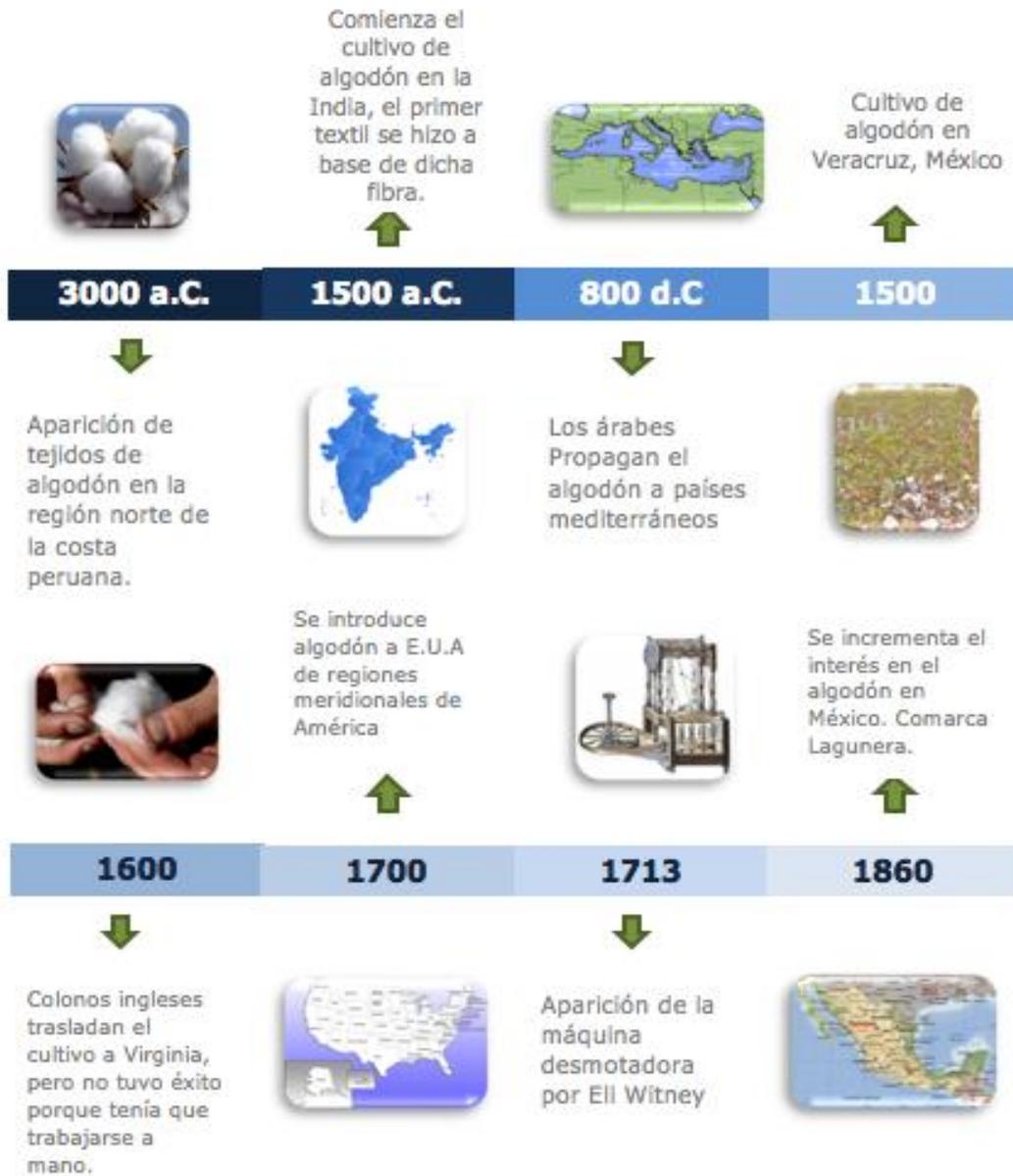
1.1. Antecedentes

El algodón es el cultivo no alimentario más importante en el mundo, así como uno de los más antiguos, considerado de gran tradición, intensivo en mano de obra, uno de los mayores generadores de empleo en el campo, (SAGARPA, 2014).

En México el estado donde se cree que se cultivó el algodón por primera vez fue en Veracruz en el siglo XVI con un volumen de producción de 552,000 toneladas aproximadamente, con el tiempo fue expandiéndose hacia los estados del norte del país, principalmente en las zonas cercanas a Estados Unidos, hasta llegar a ser uno de los cultivos más importantes, ya que por muchos años fue un producto de exportación altamente generador de divisas, (AgroBioMéxico, 2016) .

El algodón fue la fibra textil más importante del mundo durante la mayor parte del siglo XX, cediendo el primer lugar en la década de 1990 al poliéster. Desde la introducción de las fibras sintéticas o artificiales en la década de 1920, la participación del algodón en el consumo mundial de fibras ha tenido una tendencia a la baja. México llegó a ser uno de los principales exportadores de algodón a principios de la década de 1960 y, a partir de la mitad del decenio de 1970, el cultivo comenzó a disminuir debido a que se unieron los crecientes costos de producción, la caída de los precios y la falta de políticas efectivas de apoyo hasta llevar al país a ser uno de los mayores importadores del mundo en la década pasada. Además de la aceleración de la comercialización del poliéster y otras fibras no celulósicas en la década. Posteriormente, los cambios en los gustos condujeron a la reducción o el abandono del cultivo en las décadas de 1980 y 1990, (ASERCA, 2013).

Cuadro 1. Origen e historia del cultivo algodón



Fuente: (AgroBioMéxico, 2016)

1.2. Planteamiento del problema

Actualmente la actividad algodonera en México se encuentra en recuperación. Después de varios años de poco interés hacia el cultivo por la pérdida de rentabilidad derivada de un incremento en los costos, la introducción de innovaciones y las condiciones del mercado internacional han propiciado que este sector reactive su importancia como motor de desarrollo socioeconómico nacional. Las perspectivas de consumos nacionales e internacionales, así como los precios de referencia internacionales, han favorecido un aumento en el volumen de producción. Además, a partir del permiso para el uso comercial de semillas transgénicas, se ha generado un aumento en su aplicación por parte de los productores, ya que han registrado buenos niveles de cosecha a partir de su empleo, pues son más resistentes a las plagas y requieren de menos riegos y menos fertilizantes, además de que permiten la introducción de máquinas pizcadoras, aunque la calidad del algodón es mucho mejor si se pizca a mano (SAGARPA, 2014).

La Comarca Lagunera de Coahuila es una de las principales regiones productoras de algodón a nivel nacional; por más de cien años ha destinado una parte importante de su superficie para este cultivo, el cual llegó a ser un monocultivo en la región (Miranda Wong, 2008). El año con mayor superficie sembrada fue 1944 con 142,277 hectáreas, sin embargo, en el año 1992 prácticamente el cultivo desapareció, ya que sólo se cultivó una superficie de 385 ha, presentando notables altibajos en los últimos 10 años. Actualmente los rendimientos de algodón en la Región (4.7 ton/ha) son superiores a los que se obtienen en China (4.3 ton/ha), principal productor e importador de algodón a nivel mundial.

Dadas estas tendencias de la producción de algodón, resulta pertinente analizar cuáles son los factores que están influyendo en ese comportamiento.

1.3. Objetivo

Analizar los factores que determinan la oferta de algodón hueso en La Comarca Lagunera de Coahuila y medir el efecto de cada uno de ellos sobre la oferta.

1.4. Hipótesis

El comportamiento de la producción de algodón en La Comarca Lagunera de Coahuila está determinado principalmente por la disponibilidad de agua en las presas de la Región Lagunera (El Palmito y Las Tórtolas) y por el Precio Medio Rural pagado a los productores (PMR).

El factor que más influye para determinar la cantidad producida de algodón, es la disponibilidad de agua en las presas de la región Lagunera.

1.5. Estructura del documento

El presente trabajo consta de cinco capítulos. En el primero se habla sobre el origen, antecedentes e importancia del cultivo a nivel mundial, nacional y en la región Lagunera. En el mismo capítulo se incluye el planteamiento del problema, el objetivo, las hipótesis y la metodología de la investigación.

En el segundo capítulo se muestra la importancia económica del algodón a nivel mundial, nacional, estatal y la región Laguna de Coahuila, del período 1999-2014, es decir, se muestran los principales cinco países productores de algodón, se menciona a México dentro de los primeros 14 países en cuanto a producción, importación y rendimiento de este cultivo. Después se presentan los indicadores de producción de algodón de los principales estados productores a nivel nacional y por último los indicadores de producción de algodón del estado de Coahuila, claro, resaltando la región lagunera como la principal productora de este cultivo en la entidad.

En el capítulo tres se describen los fundamentos teóricos para la formulación del modelo de oferta según la teoría económica, así como del modelo de regresión que se corrió en el programa Gretlw32. En el capítulo cuatro se presentan los resultados y análisis de los datos obtenidos del modelo de regresión. Por último, el capítulo cinco muestra las principales conclusiones derivadas de la investigación.

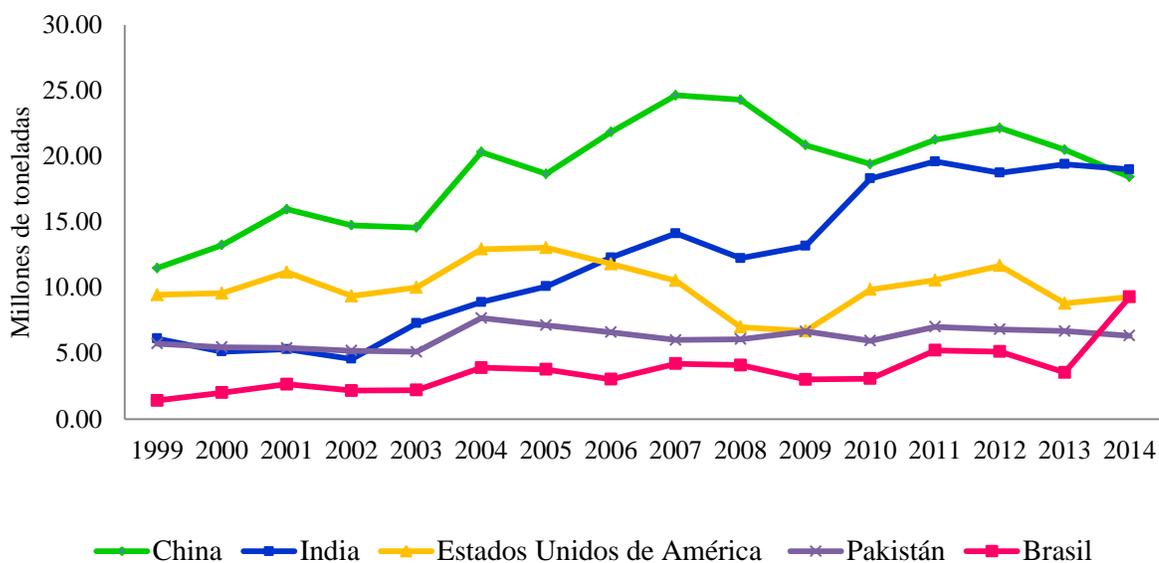
2. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL ALGODÓN

En este capítulo se destaca la importancia del cultivo de algodón a nivel mundial, nacional y en la Comarca Lagunera de Coahuila, tomando en cuenta indicadores de producción, consumo, importaciones y exportaciones.

2.1.1. Situación mundial

Durante el período 1999-2014 a nivel mundial se cultivó un promedio de aproximadamente 33.3 millones de hectáreas de algodón por año. Los principales agentes en la producción del algodón son: China, la India, Estados Unidos de América, Pakistán y Brasil (Gráfica 1).

Gráfica 1. Principales países productores de algodón hueso



Fuente: Elaborado con datos de la Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAOSTAT).

China ha sido el mayor productor y consumidor mundial de algodón desde 1980, (ASERCA, 2013), además, es el líder en la producción de algodón, obteniendo volúmenes que van de 11.49 millones de toneladas hasta 24.65 millones de toneladas, en el período 1999–2014, con una tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 3.89 %.

La India es el segundo mayor productor de algodón en el mundo, con volúmenes de producción que van desde 4.58 millones hasta 19.61 millones de toneladas de algodón por año, con una TMAC de 7.86 % en el período 1999-2014. La mayor producción se concentra en los últimos cuatro años, cuando se registran producciones de más de 18 millones de toneladas. Así mismo, la India ocupa el primer lugar en cuanto a superficie sembrada de algodón, albergando el 31 por ciento de la superficie sembrada de algodón mundial y representa el 20 por ciento de la producción total de este cultivo en cuanto al volumen de producción, pero en cuanto a rendimientos se encuentra en el lugar 34 de más de 70 países productores, esto se debe a que, aproximadamente el 86% de los agricultores Indios son pequeños propietarios, con menos de dos hectáreas de terreno, y aproximadamente un 65% cultiva tierras de temporal, sin instalaciones de riego, (Tirado, 2010).

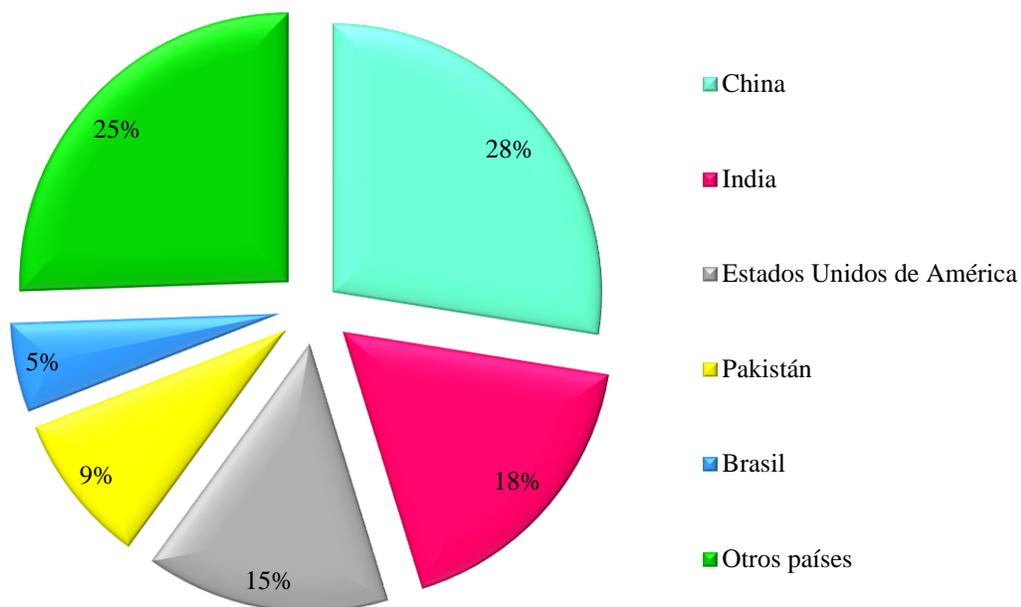
Estados Unidos de América es otro de los países de importancia en cuanto a la producción, generando volúmenes de producción que van de 6.70 millones de toneladas hasta 13.04 millones de toneladas por año durante el período 1999-2014; la mayor producción se registra en el año 2005, mientras que la más baja fue en el año 2009. Se observa también que durante el período Estados Unidos de América muestra una TMAC positiva (0.32 %).

En cuarto lugar se encuentra Pakistán con producciones que van de 5.13 millones de toneladas a 7.68 millones de toneladas, así mismo, durante el período 1999- 2014 presenta una TMAC positiva (0.97 %).

Brasil es el quinto principal país productor de algodón, con volúmenes de producción que varían entre los 1.41 y 9.30 millones de toneladas anuales en el período 1999-2014, con una TMAC positiva (10.1 %). Este país produce prácticamente el 50 por ciento de lo que produce Pakistán.

La participación de los principales países productores en la oferta mundial de algodón se muestra en la Gráfica 2. En esta gráfica no figura México en forma individual pues ocupa el lugar número 14 de entre más de 70 países productores de algodón a nivel mundial.

Gráfica 2. Principales países productores de algodón en el período 1999-2014



Fuente: Elaborado con datos de (FAOSTAT, 2016).

2.1.2. Situación nacional

En el período 2010-2014 en México la superficie sembrada con algodón fue en promedio de 156,657 hectáreas, con un volumen de producción de 660,853 toneladas y un rendimiento promedio de 4.3 ton/ha. La producción nacional de algodón tiene un valor estimado de 5,607 millones de pesos anuales (Cuadro 2). En el período 1999-2014 la producción se incrementó a un ritmo del 4.73% anual, principalmente debido al incremento de los rendimientos, que pasaron de 3.0 a 4.7 ton/ha en el mismo período (Cuadro 2).

Cuadro 2. Indicadores económicos de la producción de algodón en México 2014

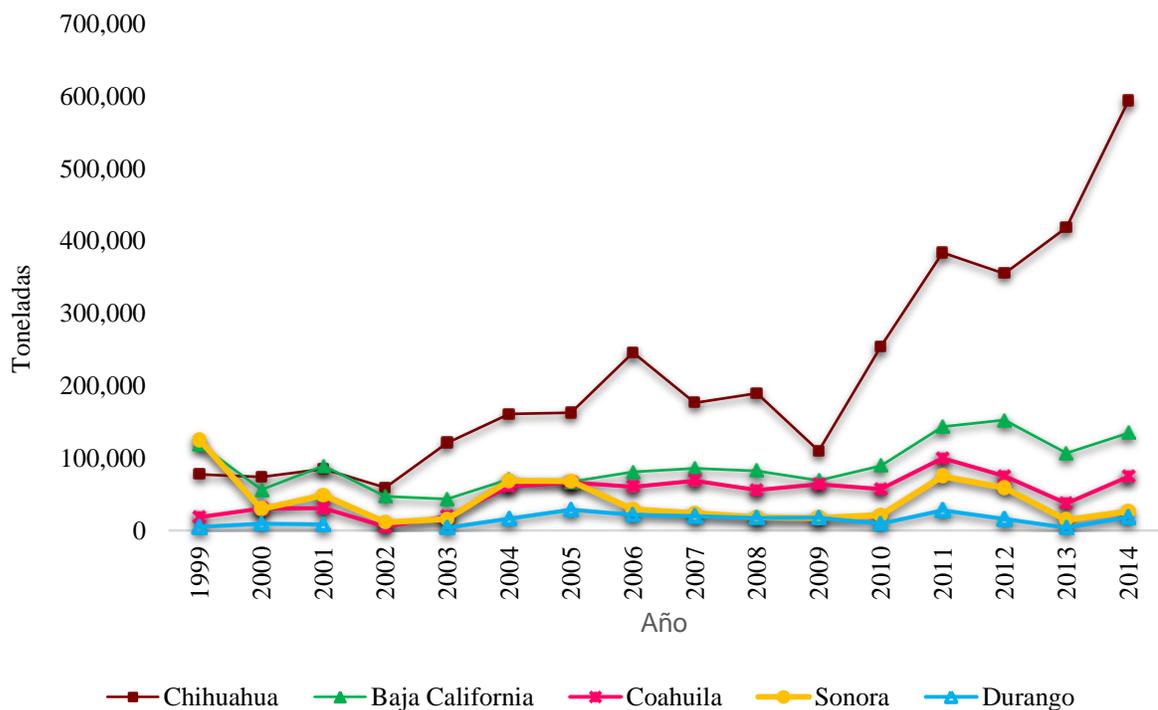
Año	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)	Precio Medio Rural (\$/ton)	Valor producción (miles de Pesos)
1999	149,299	144,995	430,711	3.0	7,025	3,025,599
2000	80,166	77,232	223,844	2.9	6,810	1,524,451
2001	91,899	88,535	276,834	3.1	4,081	1,129,770
2002	40,483	39,598	123,273	3.1	4,930	607,795
2003	62,892	60,634	209,631	3.5	7,958	1,668,334
2004	110,008	109,076	385,360	3.5	6,046	2,269,211
2005	129,533	128,244	400,965	3.1	5,428	2,045,535
2006	117,656	116,567	447,853	3.8	5,987	2,416,644
2007	111,575	108,721	378,870	3.5	6,079	2,309,179
2008	104,781	99,692	365,227	3.7	5,893	1,973,661
2009	72,251	72,049	278,526	3.9	7,302	1,965,697
2010	120,118	112,937	440,489	3.9	8,684	4,109,332
2011	198,440	193,485	746,246	3.9	8,222	6,846,759
2012	155,511	154,995	668,662	4.3	8,142	5,511,974
2013	125,432	124,050	587,337	4.7	7,526	5,134,235
2014	183,783	183,553	861,531	4.7	8,153	6,432,272
TMCA	1.40	1.58	4.73	3.1	1.00	6.53
Promedio	156,657	153,804	660,853	4.3	8,145	5,606,914

Fuente: Elaborado con datos del (SIAP, 2016), precios reales; base 2010.

Para el año 2014 se cultivaron 183,783 hectáreas con un volumen de producción de 861 mil toneladas a nivel nacional, siendo los principales estados productores: Chihuahua, Baja California, Coahuila, Sonora y Durango, que en conjunto conforman el 99 por ciento de la producción nacional (Gráficas 3 y 4).

El estado de Chihuahua es el líder en la producción de algodón hueso, obteniendo volúmenes que van de 59 mil a 594 mil toneladas anuales en el período 1999-2014, siendo el año de mayor producción el de 2014. Esta entidad es la única que en los últimos años ha mostrado gran dinamismo en la producción de algodón (Gráfica 3).

Gráfica 3. Principales estados productores de algodón hueso en México

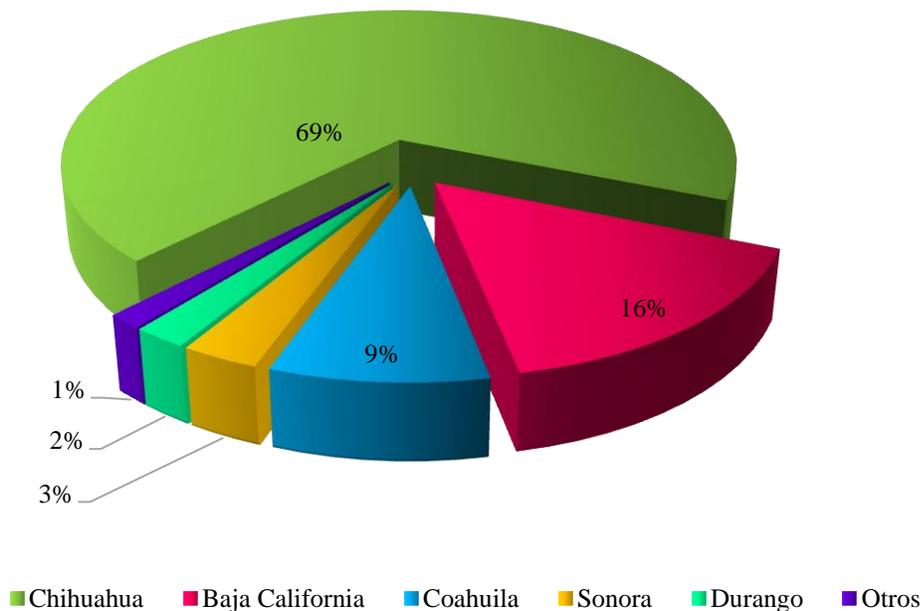


Fuente: Elaborado con datos del (SIAP, 2016).

Baja California es el segundo Estado en producción de algodón, con volúmenes que varían entre 43 y 152 mil toneladas por año en el período 1999-2014, la mayor producción se concentra en los últimos cuatro años, donde se registran volúmenes de más de 100 mil toneladas.

Coahuila es otro de los estados de mayor importancia en cuanto a la producción de algodón, generando volúmenes que van de 5 mil a 100 mil toneladas por año en el período 1999-2014. La mayor producción se concentra en el año 2011 mientras que la producción más baja fue en el año 2002 como consecuencia de la sequía tanto en la región Lagunera como a nivel nacional.

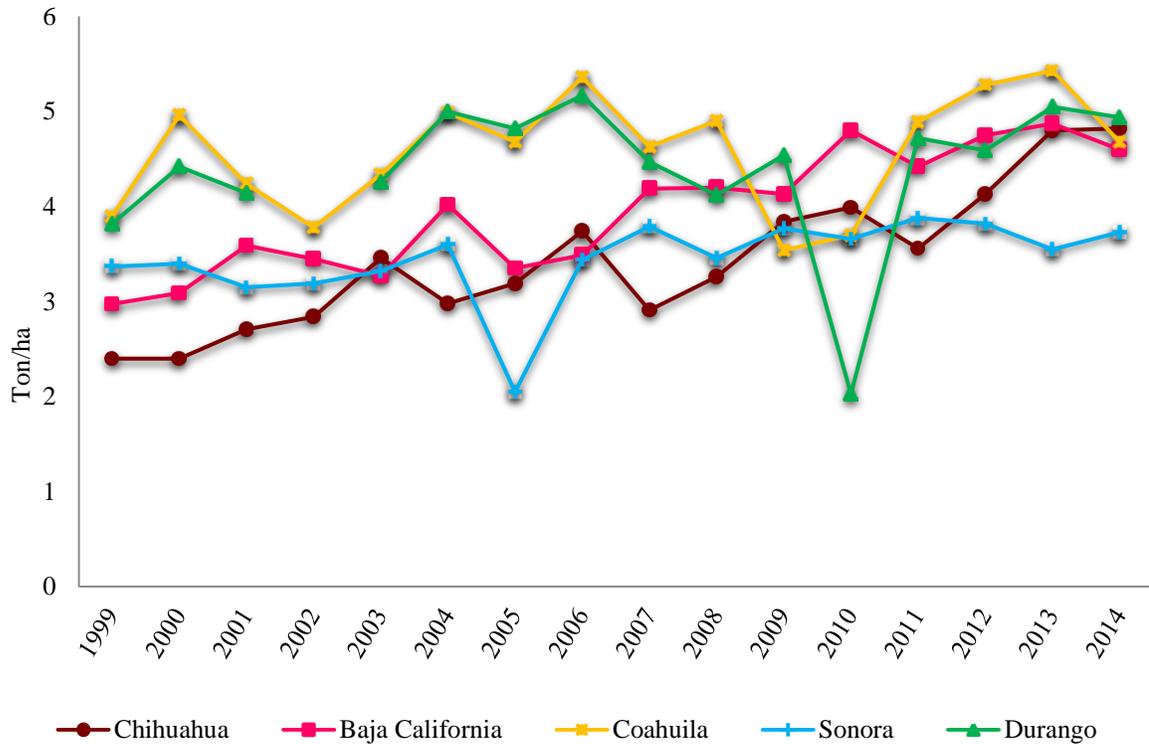
Gráfica 4. Participación porcentual de la Producción nacional de algodón hueso 2014



Fuente: Elaborado con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)

A pesar de que Chihuahua es el líder en la producción de algodón, sus rendimientos se encuentran por debajo que Coahuila, Baja California y Durango, cabe mencionar que el estado que ha obtenido los mayores rendimientos de este cultivo durante el período de análisis es Coahuila, presentando sus valores más altos en el 2006 y 2013 con 5.4 toneladas por hectárea.

Gráfica 5. Rendimiento del Algodón Hueso en México 1999-2014



Fuente: Elaborado con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)

2.1.3. El algodón en la región Lagunera de Coahuila

En el período 2010-2014 en Coahuila la superficie sembrada con algodón fue en promedio de 15,444 hectáreas, con un volumen de producción de 68,966 toneladas y un rendimiento promedio de 4.7 ton/ha. La producción estatal de algodón tiene un valor estimado de 547 millones de pesos anuales (Cuadro 3). En el período 1999-2014 la producción se incrementó a un ritmo del 9.63% anual, principalmente debido a que la superficie cosechada aumentó a un ritmo del 8.33 % anual (Cuadro 3). Coahuila es la entidad con mayor rendimiento promedio a nivel nacional, lo que en gran medida se debe al uso de semilla transgénica.

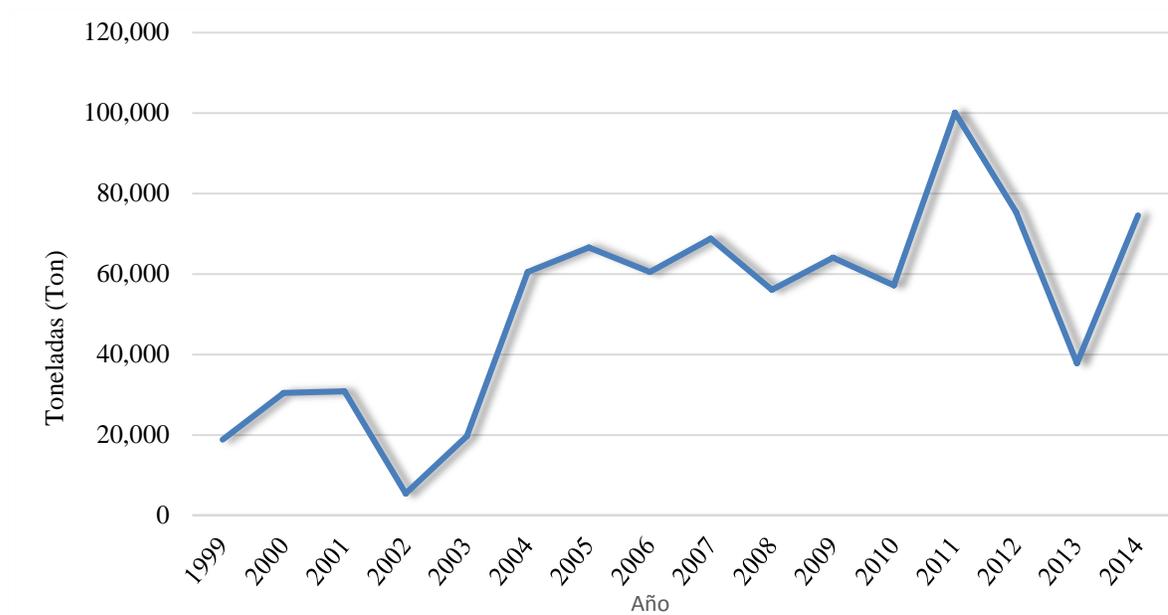
Cuadro 3. Indicadores económicos de la producción de algodón en Coahuila 2014

Año	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)	Precio Medio Rural (\$/ton)	Valor producción (miles de Pesos)
1999	4,793	4,793	18,758	3.91	7,097	133,131
2000	6,131	6,131	30,422	4.96	7,801	237,308
2001	7,260	7,260	30,810	4.24	4,850	149,427
2002	1,458	1,430	5,404	3.78	4,360	23,563
2003	4,569	4,524	19,653	4.34	8,319	163,503
2004	12,120	12,116	60,465	4.95	6,557	360,586
2005	14,299	14,220	66,554	4.56	5,625	417,531
2006	11,291	11,291	60,481	5.36	6,066	366,881
2007	14,858	14,855	68,790	4.63	7,086	487,431
2008	12,046	11,446	56,033	4.2	5,744	400,757
2009	18,077	18,077	64,037	2.26	7,200	582,200
2010	18,993	15,430	57,160	3.85	8,522	515,740
2011	20,454	20,454	100,074	4.37	7,355	1,059,903
2012	14,284	14,270	75,290	4.89	8,462	638,844
2013	7,521	6,965	37,786	5.25	8,119	325,801
2014	15,968	15,908	74,518	4.99	7,784	195,456
TMCA	8.35	8.33	9.63	1.64	0.62	2.59
Promedio	15,444	14,605	68,966	4.7	8,048	547,149

Fuente: Elaborado con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), precios reales; base 2010.

Los años con mayor producción son 2011 y 2012, el primero es al año con el volumen más alto de producción en período 1999-2014 (Gráfica 6), con poco más de 100 mil toneladas, mientras que en el segundo se produjeron 75,000 toneladas; por el contrario en el año 2002 la producción de algodón fue de tan solo 5,404 toneladas, debido principalmente a la sequía que afectó la disponibilidad de agua en las presas que abastecen a la Región Laguna.

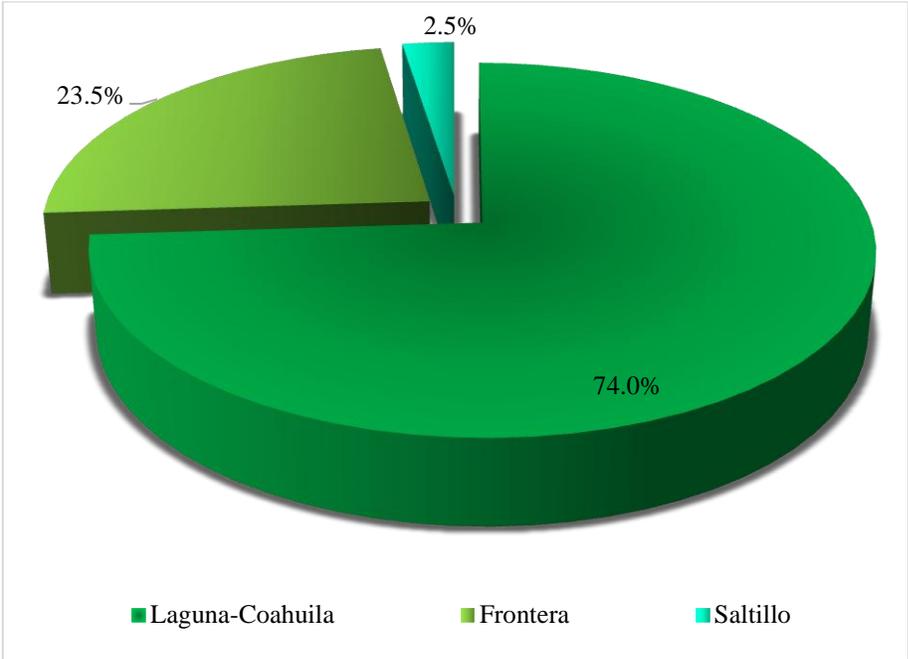
Gráfica 6. Producción (Ton) de algodón hueso en Coahuila 1999-2014



Fuente: Elaborado con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)

El estado de Coahuila de Zaragoza se divide en cinco Distritos de Desarrollo Rural (DDR): Acuña, Sabinas, Frontera, Saltillo y Laguna, pero el más importante en cuanto a la producción de algodón es el DDR Laguna. Cabe destacar que la participación La Laguna en la producción estatal de algodón se ha reducido en los años recientes como consecuencia de la expansión del cultivo en el DDR Frontera, principalmente en los municipios de Cuatro Ciénegas y Sierra Mojada. En el año 2004 La Laguna participó con el 100% de la superficie sembrada y el 100% de la producción; para el año 2014 estas participaciones se redujeron al 76 % y 74 %, respectivamente, mientras que la participación del DDR Frontera llegó al 24 por ciento (Gráfica 7).

Gráfica 7. Participación por Distrito en la producción de algodón en Coahuila 2014



Fuente: Elaborado con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

3. REVISIÓN DE LITERATURA

En este apartado se presentan diversos estudios de caso con el fin de obtener referencias en cuanto a factores determinantes de la producción de algodón e investigaciones que utilizaron un modelo econométrico con algún otro producto, debido a que no se ha encontrado un estudio similar para el algodón.

En la investigación realizada por la UAAAN (2010) analizaron el proceso de identificación y priorización de la problemática de las cadenas productivas de diferentes cultivos del Estado de Coahuila, destacando el cultivo de algodón de la Laguna donde resaltan los principales factores determinantes de la oferta de algodón y cómo han afectado a la producción, donde mencionan que este cultivo es mas intensivo en el uso del agua.

En el estudio de AGROSISTEM (2011) mediante la estimación de un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas compuesto por una ecuación de oferta y una de transmisión de los precios del periodo de 1980 a 2009 se determinaron los factores que explican la oferta de maíz grano obtenida bajo riego en el estado de Guanajuato y se midió el efecto que tienen sus cambios sobre ésta y de acuerdo a los resultados obtenidos concluyeron que las diferentes ecuaciones de regresión del modelo presentaron una alta bondad de ajuste con coeficientes de determinación (R^2) de 0.86 a 0.97. Así mismo, dice que todos los valores de la t de Student indican que todos los coeficientes de las variables explicativas del modelo son estadísticamente significativos, ya que resultaron mayores de 1 en términos absolutos.

En el trabajo de Eugenio Guzmán Soria (2012) determinaron y analizaron los factores que afectan la oferta de maíz grano en México, donde se usó un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas compuesto por dos de oferta, tres de transmisión de los precios y una identidad; durante el periodo 1980 a 2010. De acuerdo a los resultados, el modelo en su forma estructural según los autores, presenta una alta bondad de ajuste con coeficientes de determinación (R^2) de 0.85 a 0.94. Por otro lado, los valores de las t de Student indican que todos los coeficientes de las variables explicativas del modelo son estadísticamente significativas ya resultaron mayores de uno en términos absolutos y que la oferta de maíz grano en México corresponde inelásticamente ante cambios en el precio

medio rural del maíz producido bajo riego y temporal, con elasticidades precio propias de 0.3025 y 0.2282.

Soria (2013) determina el efecto de los cambios en el precio de los insumos y de los principales factores que explican la oferta de cebada grano en México, mediante un modelo de ecuaciones simultáneas y con información estadística anual de 1980 a 2010. Los resultados indicaron que la oferta de cebada grano en México respondió inelástica y elásticamente ante cambios en el precio medio rural de cebada producida bajo riego y temporal, con elasticidades precio-propias de 0.992 y 1.222. Lo que implica que el precio al productor es un instrumento que se puede usar para incrementar la producción y reducir importaciones. Además las ecuaciones presentaron una alta bondad de ajuste con coeficientes de determinación (R^2) de 0.89 a 0.92.

Jiménez (2012) analizó el mercado de huevo para plato y los factores determinantes de la oferta y la demanda de huevo en México, para esto se utilizó un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas alimentado con información secundaria para el periodo 1965 – 2010. Para la ecuación de la oferta estimada el análisis mostró que la cantidad producida de huevo presentó una alta bondad de ajuste con una R^2 ajustada de 0.99.

Guadalupe (2012) analizó mediante un modelo econométrico el funcionamiento del mercado mexicano del aguacate, con los precios de exportación y su transmisión en los internos, la oferta, la demanda y el saldo de comercio exterior, para un periodo de 13 años, de 1997 – 2010. De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo, los coeficientes de determinación (R^2) de las 6 ecuaciones que compusieron este modelo en forma estructural, resultaron con alta bondad de ajuste con un valor mayor a 0.82. Además de que la prueba conjunta de todas las relaciones funcionales ($\text{prob} > F$) resultaron significativas al 1 % por ciento.

Camey (2006) Determinó los factores que han ocasionado el desplazamiento de los granos básicos por forrajes y los factores con mayor influencia en el procesos de reconversión productiva, en el estado de Coahuila'' mediante un modelo de regresión, así mismo, analiza una serie de variables que se supone son las que explican el problema, por otra parte analiza si la tendencia de sustitución seguirá para años futuros o bien para estimar la

influencia que sobre ella tienen otras variables. El cual obtuvo como resultado en el coeficiente de determinación (R^2) de 0.80 el cual se considero que el 80 por ciento de las variaciones de la superficie sembrada de forrajes es explicado por el comportamiento de las variables explicativas y el 20 por ciento restante por otros factores no considerados en el modelo. Por otro lado, se aceptaron los parámetros de $t > 1$. Así mismo, en las funciones logarítmicas el valor de cada uno de los parámetros de regresión (los exponentes de cada variable) indicó la elasticidad de cada variable con respecto a la superficie sembrada.

Debido a que no existe un trabajo sobre el análisis de los factores determinantes de la producción de algodón mediante un modelo econométrico, o algo similar, se consideraron las investigaciones anteriores ya que todas tienen una similitud en cuanto a la metodología, son de productos agropecuarios, y usaron un modelo econométrico mediante ecuaciones simultáneas con periodos mayores a 15 años para llevar a cabo su análisis.

4. FUNDAMENTOS PARA LA FORMULACIÓN DEL MODELO DE OFERTA

En esta sección se establecen los fundamentos económicos y econométricos para la formulación y estimación de un modelo empírico de oferta, como es el caso del que se va a estimar para algodón en la Región Laguna de Coahuila.

4.1. El mercado y los determinantes de la oferta

Según (Caldentey, 1993) el mercado es la confrontación de las fuerzas oferentes y demandantes que intervienen en la formación de los precios. El mercado es el mecanismo que confronta los componentes de la oferta y la demanda a través del proceso de comercialización. Caldentey menciona que un mercado puede analizarse a partir de los siguientes elementos: a) mediante una estructura, es decir, las características, forma o manera en que los elementos constitutivos del mercado están organizados o reunidos, éste es el elemento organizador que determina las relaciones entre los participantes: entre vendedores y compradores, vendedor y vendedor y entre los participantes ya establecidos y los que podrán entrar en el mercado; b) patrones del comportamiento que adopten los participantes del mismo, este se refiere a la forma de ajustarse o adaptarse para la compra o la venta, estrategias asumidas en la fijación de los precios, volumen, productos y servicios que se obtienen.

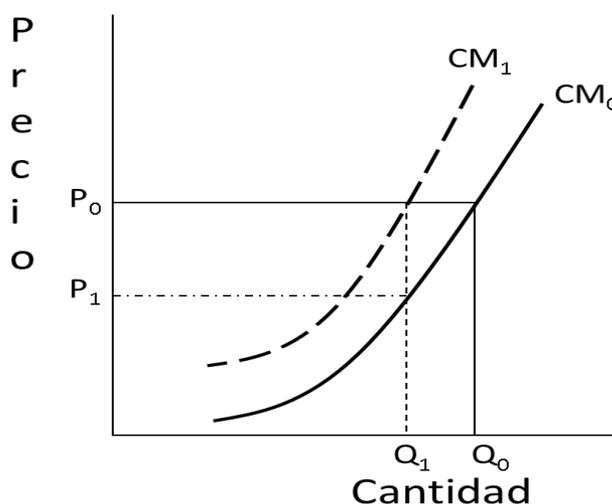
Por sus características, el mercado de algodón se clasificaría como un mercado de competencia perfecta ya que los productores ofrecen el mismo producto, existen muchos vendedores y compradores, entre ellos no hay alteración de los precios, las cantidades y precios son conocidas por ambas partes, vendedores y compradores, además, existe libertad de entrada y salida del mercado.

La oferta representa las cantidades de un bien que un productor está dispuesto y es capaz de ofertar en una unidad de tiempo en la medida en que el precio del mismo varía, manteniendo constantes todos los demás factores (Caldentey, 1993). La curva de oferta agrícola se basa en el supuesto de que los productores buscan maximizar sus ingresos netos; tienen el control sobre la cantidad de los insumos que emplean en la producción, pero no lo

tienen sobre la producción, debido a que el proceso productivo está influenciado por el clima, plagas y enfermedades y son tomadores de precios (Caldentey, 1993).

La teoría económica establece que para que un productor maximice sus beneficios es necesario que logre igualar el precio al que vende su producto con el costo marginal de producción (Salvatore, 2009), de manera que si, suponiendo lo demás constante, el precio aumenta de P_1 a P_0 , la empresa debe incrementar la producción de Q_1 a Q_0 . De igual manera, si se supone que el precio permanece en el nivel P_0 y los costos marginales se incrementan de CM_0 a CM_1 , la empresa debe reducir la producción de Q_0 a Q_1 .

Gráfica 8. Precio, costo marginal y maximización de beneficios



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con lo anterior, además del precio del producto, la oferta es afectada por otros factores como el coste de producción, el precio de otros productos, la tecnología, el estado del clima y la actuación del gobierno, como se verá en el siguiente apartado de este capítulo.

En el mercado, la respuesta de la oferta o de la demanda a los cambios de sus factores determinantes rara vez es instantánea; con frecuencia responde después de cierto período; lapso que recibe el nombre de rezago o retraso. Los rezagos ocupan un lugar

importante en la metodología económica a corto y largo plazo, tal como lo explica Caldentey (1993):

Para el caso de la oferta, la producción observada en año t , Q_t , depende linealmente del precio esperado del producto en el año t , P_t^* y de un término de error (E_t), tal que:

$$Q_t = B_0 + B_1 P_t^* + E_t \quad (4.1)$$

La ecuación anterior no es estimable, ya que P_t^* no es observable. Porque los productores corrigen el precio que esperan predomine cada año en proporción al error que cometieron al estimar el precio del año anterior, matemáticamente:

$$P_t^* - P_{t-1}^* = y(P_{t-1} - P_{t-1}^*) \quad (4.2)$$

Donde y , es el coeficiente de expectativa, que indica la medida en que cada productor considera el indicado error cometido el año anterior. El coeficiente varía entre $0 < y < 1$.

La ecuación $P_t^* - P_{t-1}^* = y(P_{t-1} - P_{t-1}^*)$ expresa que la diferencia entre el precio esperado en t , y el esperado en $t-1$, es decir la corrección de expectativas de precios, es una cierta proporción y de la diferencia entre el precio realmente recibido por el agricultor en $t-1$ (P_{t-1}) y el que ellos esperaban en $t-1$, P_{t-1}^* . Si el coeficiente de expectativas es igual a cero ($y = 0$), estará indicando que el precio esperado en t es igual al precio esperado en $t-1$, es decir, que los productores no corrigen sus expectativas del año anterior. Por otra parte, si $y = 1$, entonces $P_t^* = P_{t-1}^*$ (expectativas estáticas, simples o ingenuas), los productores siempre esperan que el precio que prevalecerá en t sea el mismo que ocurrió en $t-1$. En el primer caso ($y = 0$), todos los precios pasados del producto entran en formulación de expectativas de precios de los productores, ya que si $P_t^* = P_{t-1}^*$, $P_{t-1}^* = P_{t-2}^*$, etc. En el segundo caso ($y = 1$), sólo el precio del año anterior es considerado. Esto puede verse en forma más clara despejando P_t^* en la siguiente ecuación.

$$P^*_t = yP_{t-1} + (1-y)P^*_{t-1} \quad (4.3)$$

Usando rezagos, Nerlove llega a:

$$P^*_t = yP_{t-1} + (1-y)yP_{t-2} + (1-y)^2 yP_{t-2} + (1-y)^3 P^*_{t-3} \dots \quad (4.4)$$

De la ecuación anterior se desprende que si $y = 1$, todos los términos multiplicados por $(1-y)$ se hacen cero, y por tanto $P^*_t = P_{t-1}$; por otro lado, si $y = 0$, el único término que no desaparece es el último, que contiene a P^*_{t-3} , quedando $P^*_t = P^*_{t-3}$.

Para obtener la ecuación Nerloviana de oferta estimable económicamente, se rezaga la ecuación (3.1) en un año y se tiene:

$$Q_{t-1} = \beta_0 + \beta_1 P^*_{t-1} + \varepsilon_{t-1} \quad (4.5)$$

Despejando P^*_{t-1} :

$$P^*_{t-1} = \frac{Q_{t-1} - \beta_0 - \varepsilon_{t-1}}{\beta_1} \quad (4.6)$$

Sustituyendo (3.6) en (3.3) se tiene que:

$$P^*_t = y(P_{t-1}) + (1-y) \left[\frac{Q_{t-1} - \beta_0 - \varepsilon_{t-1}}{\beta_1} \right] \quad (4.7)$$

Reemplazando (3.7) en (3.1) se tiene:

$$Q_t = \beta_0 + \beta_1 \left[y(P_{t-1}) + (1-y) \left(\frac{Q_{t-1} - \beta_0 - \varepsilon_{t-1}}{\beta_1} \right) \right] + \varepsilon_t \quad (4.8)$$

Luego:

$$Q_t = \beta_0 y + \beta_1 y P_{t-1} + (1-y) Q_{t-1} + [\varepsilon_t - (1-y)\varepsilon_{t-1}] \quad (4.9)$$

La ecuación (3.9) todas las variables son observables, por lo tanto puede ser estimada econométricamente:

$$Q_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 P_{t-1} + \hat{a}_2 Q_{t-1} + n_t \quad (4.10)$$

Donde:

$$\hat{a}_0 = \beta_0 y$$

$$\hat{a}_1 = \beta_1 y$$

$$\hat{a}_2 = (1 - y)$$

De estas tres expresiones se concluye que:

$$y = 1 - \hat{a}_2$$

$$\beta_0 = \frac{\hat{a}_0}{y}$$

$$\beta_1 = \frac{\hat{a}_1}{y}$$

La ecuación (3.10) es el modelo de corto plazo. Para obtener el modelo de largo plazo, basta con dividir por y a todos los coeficientes de (3.9) y (3.10) y eliminar a Q_{t-1} , de esta manera se tiene la ecuación de largo plazo:

$$Q_t = \frac{\hat{a}_0}{y} + \frac{\hat{a}_1}{y} P_{t-1} = \beta_0 + \beta_1 P_{t-1} + n_t$$

Lo anterior significa que, debido al rezago con que las decisiones de siembra del productor agrícola tienen su efecto sobre la oferta del mercado, en la estimación de un modelo de oferta para un producto agrícola debe utilizarse como variable explicativa el precio de un período anterior en lugar del precio del mismo período para el cual se está analizando la oferta

4.2. El modelo general de oferta para un producto agrícola

La cantidad ofrecida de un producto agrícola en el mercado depende en primer lugar de las expectativas de beneficio de los agricultores, ya que si éstos estiman altos beneficios para el próximo año, la producción y en consecuencia la cantidad ofrecida aumentarán y viceversa. Por tanto la oferta (Q) está determinada en el período (t) por los siguientes factores, (Pozos, 2012):

X_1 = Precio del producto.

X_2 = Precio de los insumos o factores de la producción (semilla, fertilizantes, mano de obra, entre otros)

X_3 = Precio de los productos que compiten por los mismos recursos en las zonas productoras

X_4 = Tecnología (t)

X_5 = El clima (t)

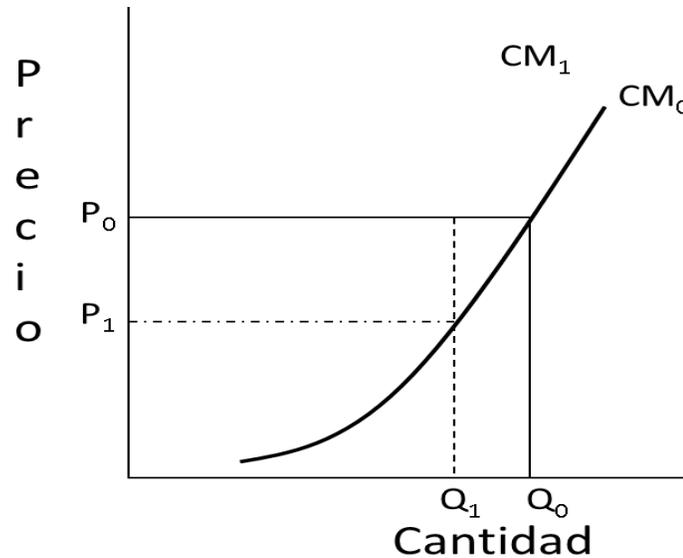
Considerando los factores mencionados líneas arriba, en forma general el modelo de oferta para un producto agrícola se puede expresar de la siguiente manera:

$$Q_i = F(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, \dots, X_n)$$

El precio del producto, suponiendo a los demás constantes, provoca cambios en la cantidad ofrecida, mientras que la curva de oferta permanece fija; los otros determinantes de la oferta establecen el nivel o posición de dicha curva, por ello se les denomina factores de cambio de la oferta (Caldentey, 1993).

Los cambios en el precio del producto, *ceteris paribus*, provocan variaciones en la cantidad ofrecida a lo largo de la curva de la oferta la cual permanece fija (gráfica 9).

Gráfica 9. Precio, costo marginal y maximización de beneficios



Fuente: Elaboración propia.

La teoría económica Varian (2010) establece que suponiendo lo demás constante, si el costo de producción de una empresa se eleva, ésta estará dispuesta a producir menos debido a que se reducirían sus beneficios. Por lo tanto se asume que si el precio de los insumos o factores de la producción aumenta (disminuye), *ceteris paribus*, desplaza hacia arriba (hacia abajo) a las curvas de costos medios y marginales de producción y en consecuencia a la oferta y la cantidad ofrecida disminuye (aumenta).

Las innovaciones tecnológicas son una de las causas principales de cambios estructurales de función de oferta agrícola en el largo plazo. Es el medio que les permite a las empresas producir una mayor cantidad de producto con la misma cantidad de insumos y por tanto con el mismo costo de producción o producir la misma cantidad de producto con menos insumos y por tanto con menos costo total de producción (Pozos, 2012). Los cambios en la tecnología modifican las funciones de producción y en forma estructural a la oferta.

Otro factor que afecta a la oferta es el precio de los productos competitivos, que son aquellos que pueden ser producidos en las mismas áreas de producción con los mismos recursos (Pozos, 2012). La curva de oferta y la cantidad ofrecida de un producto dado disminuyen (aumentan), *ceteris paribus*, si el precio de un producto competitivo aumenta (disminuye).

Dado que la producción agrícola es afectada por factores no controlados por los agricultores, factores como el clima (precipitación pluvial anual, disponibilidad de agua para riego), influyen positivamente en forma significativa y directa en el nivel de la producción que se puede obtener en cada cultivo. Por ejemplo, un aumento (disminución) de la precipitación media anual o de la existencia de agua para riego en las presas, *ceteris paribus*, ocasiona que aumente (disminuya) la oferta y la cantidad producida de un producto agrícola.

Según Caldentey (1993), la oferta estática se refiere a los cambios de la cantidad ofrecida que ocurren a lo largo de la curva de oferta, que son provocados por las variaciones del precio del bien, permaneciendo los demás constantes.

La oferta dinámica, se refiere, en primer lugar a desplazamientos de la oferta que son provocados, *ceteris paribus*, por cambios en la tecnología, en los precios de los insumos, en el precio de los productos competitivos, acoplados, entre otras variables y los que ocurren con el paso del tiempo; en segundo lugar, se refiere a los retrasos en los ajustes de la cantidad ofrecida que no ocurren instantáneamente, debido al conocimiento imperfecto y al tiempo requerido para hacer los ajustes. Este concepto de ajuste rezagado asociado con el paso del tiempo, conduce a diferenciar a la oferta de corto y largo plazo. La oferta en el largo plazo es definida como la cantidad que será vendida por el empresario agrícola después del tiempo requerido para que todos los ajustes se completen.

En relación con los aspectos dinámicos, se tienen a los desplazamientos simples o paralelos y estructurales de la oferta. El desplazamiento simple o paralelo se presenta cuando al variar uno de los factores de cambio (precio de los insumos, precio de los productos competitivos y acoplados, agua, entre otros), *ceteris paribus*, esta se desplaza modificando su intercepto. El desplazamiento estructural de la oferta se presenta cuando, por ejemplo, varía la tecnología, la capacidad de la administración, si aumenta el número y tamaño de las empresas,

si se desarrollan nuevas áreas productivas o existen cambios en los programas gubernamentales, los que afectan la pendiente de la curva de la oferta, permaneciendo lo demás constante, *ceteris paribus*.

4.3. Las elasticidades de la oferta

Por su importancia para hacer predicciones de la oferta y para definir medidas de política agrícola, aquí se presentan los conceptos de elasticidad precio y elasticidad cruzada, con base en el desarrollo realizado por Pozos (2012).

La elasticidad precio de la oferta (e_{ii})

Es el cambio porcentual en la cantidad ofrecida de un producto, ante un cambio porcentual en el precio, *ceteris paribus*., El rango de variación de la e_{ii} va de cero hasta infinito ($0 \geq e_{ii} \leq \infty$) y se interpreta como el cambio porcentual en la cantidad ofrecida en respuesta a un cambio de uno por ciento en el precio, *ceteris paribus* (Gujarati, 2010), es decir:

$$e_{ii} = \frac{\text{Cambio porcentual en } Q_i \text{ por unidad de tiempo}}{\text{Cambio porcentual en } P_i}, \text{ ceteris paribus.}$$

La fórmula matemáticamente para medir la elasticidad precio de la oferta en un punto es la siguiente:

$$e_{ii} = \frac{\Delta\% Q}{\Delta\% P} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \left[\frac{\Delta Q}{\Delta P} \right] \left[\frac{P}{Q} \right]$$

O Cuando se conoce la función de demanda:

$$e_{ii} = \frac{dQ}{dP} \cdot \frac{P}{Q}$$

Debido a que normalmente un aumento en la cantidad ofrecida está asociado a un incremento en el precio, el signo del coeficiente de elasticidad precio normalmente es positivo.

Si $e_{ii} = 0$, esto significa que la oferta es rígida, es decir que no hay respuesta de la cantidad ofrecida a un cambio en el precio, *ceteris paribus*. En este caso se trata de una oferta perfectamente inelástica, gráficamente se representa por una línea vertical,

$$e_{ii} = \frac{\Delta\%Q}{\Delta\%P} = \frac{0}{\Delta\%P} = 0$$

Si $e_{ii} = \infty$, esto significa que hay una respuesta muy grande por parte de los productores a un precio determinado, se trata de una oferta, perfectamente elástica. Gráficamente se representa por una línea horizontal.

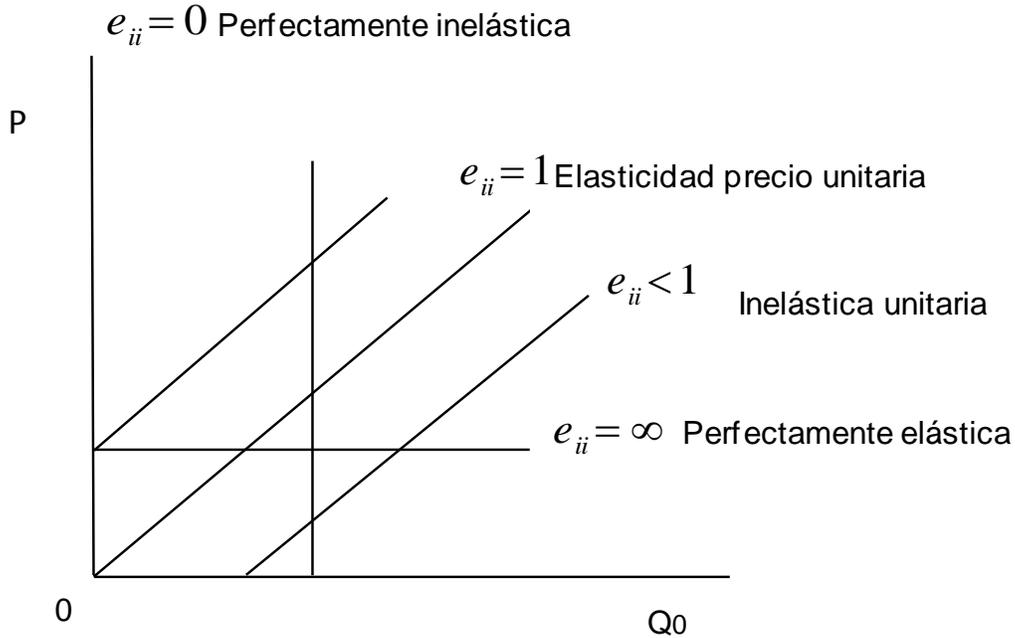
$$e_{ii} = \frac{\Delta\%Q}{\Delta\%P} = \frac{\Delta\%Q}{0} = \infty$$

Si $0 < e_{ii} < 1$, implica que $\Delta\%Q < \Delta\%P$, la elasticidad precio de la oferta es inelástica. La curva de oferta intercepta al eje de la cantidad (intersección horizontal positiva) por lo que e_{ii} es siempre menor que uno y mayor que cero, pero se aproxima a uno conforme Q aumenta. Esto significa que la cantidad ofrecida responde menos que proporcionalmente al cambio en el precio

Si $e_{ii} > 1$, implica que el $\Delta\%Q > \Delta\%P$, lo cual indica que la e_{ii} es elástica. La curva de la oferta intercepta al eje de las ordenadas (eje del precio), e_{ii} se acerca a uno a medida que la cantidad aumenta, y

Si $e_{ii} = 1$, la elasticidad precio es unitaria, es decir que $\Delta\%Q = \Delta\%P$. La curva de oferta intercepta al origen (la intersección horizontal es igual a cero) por lo que la elasticidad es una constante igual a uno, (Pozos, 2012).

Gráfica 10. Precio, costo marginal y maximización de beneficios



Fuente: Elaboración propia.

Elasticidades precio cruzada de la oferta (e_{ab})

Mide la variación porcentual en la cantidad ofrecida de un producto a en respuesta a la variación porcentual en el precio de un producto relacionado b , *ceteris paribus*. Se interpreta como el cambio porcentual en la cantidad ofrecida del bien a en respuesta a un cambio de uno por ciento en el precio del bien b , *ceteris paribus*. La fórmula para la elasticidad en un punto es la siguiente:

$$e_{ab} = \frac{\Delta\% Q_a}{\Delta\% P_b} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \left[\frac{\Delta Q_a}{\Delta P_b} \right] \left[\frac{P_b}{Q_a} \right]$$

O cuando se conoce la función de demanda:

$$e_{ab} = \frac{dQ_a}{dP_b} \cdot \frac{P_b}{Q_a}$$

Productos competitivos por los mismos recursos. En este caso el coeficiente de la e_{ab} aparece con signo negativo ($e_{ab} < 0$)

$+\Delta P_b \Rightarrow +\Delta Q_b \Rightarrow -\nabla O_a \Rightarrow -\nabla Q_a$. Se mantiene constante el precio del producto a .

Productos asociados o conjuntos; para esto, el coeficiente de la e_{ab} aparece con signo positivo ($e_{ab} > 0$). $+\Delta P_b \Rightarrow +\Delta Q_b \Rightarrow +\Delta O_a \Rightarrow +\nabla Q_a$ Se mantiene constante el precio del producto a , (Pozos, 2012).

Cuadro 4. Elasticidad precio cruzada de la oferta

Tipo	Formula		Posible resultado	Causa	Clasificación del producto
	No se conoce la función	Sí se conoce la función			
Elasticidad precio	$E_p = \frac{\Delta Q}{\Delta P} * \frac{P}{Q}$	$E_p = \left[\frac{\partial Q}{\partial P} \right] \left[\frac{\bar{P}}{\bar{Q}} \right]$	> 1	$\Delta Q\% > \Delta P\%$	Bien Elástico
			$= 1$	$\Delta Q\% = \Delta P\%$	Bien Unitario
			$0 < E_p < 1$	$\Delta Q\% < \Delta P\%$	Bien Inelástico
Elasticidad Cruzada	$E_{ab} = \frac{\Delta Q_a}{\Delta P_b} * \frac{P_b}{Q_a}$	$E_p = \left[\frac{\partial Q_a}{\partial P_b} \right] \left[\frac{\bar{P}_b}{\bar{Q}_a} \right]$	$Signo (+) > 0$	$\uparrow P_b$ y $\uparrow Q_a$	Bien Asociado
			$Signo (-) < 0$	$\uparrow P_b$ y $\downarrow Q_a$	Bien Competitivo

Fuente: (Pozos, 2012)

4.4. Especificación del modelo de oferta de algodón

Para alcanzar los objetivos propuestos y verificar la hipótesis planteada se formuló un modelo econométrico de la oferta de algodón hueso en La Comarca Lagunera de Coahuila. En este modelo se tomaron en cuenta las principales variables económicas que inciden en la oferta de este producto como son el precio medio rural, que es el que toma en cuenta el productor para tomar sus decisiones de siembra, la disponibilidad de agua en las presas que abastecen de agua para riego a la Región, y el precio medio rural del melón dado que es uno de los principales productos que compiten por recursos con el algodón en esta región.

Para la estimación del modelo econométrico se utilizó una serie histórica de datos para el período 1999-2014. La estimación de los parámetros se realizó a través del método de mínimos cuadrados ordinarios, utilizando el programa Gretl. La validez estadística del modelo se evaluó a través del coeficiente de determinación (R^2) que mide la bondad de ajuste de la ecuación de regresión estimada; la significancia global de los coeficientes de cada ecuación se obtendrá con la prueba F y la significancia individual de cada coeficiente con la t de Student o razón de “t”. En lo económico, se validó el modelo de acuerdo con los signos esperados de los coeficientes de cada ecuación desde el punto de vista de la teoría económica y por la magnitud de las elasticidades (Gujarati, 2010).

Los datos estadísticos de la producción y el PMR de algodón del período 1999-2014 se obtuvieron del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la disponibilidad de agua en las presas de la región lagunera se obtuvieron del Sistema Integral de Información Geoespacial Agroalimentario y Pesquero (SIIGAP, 2016). Los datos que corresponden a precios fueron deflactados con el Índice de Precios al Consumidor Base diciembre 2010, para manejarlos a términos reales y evitar distorsiones debidos a efectos de la inflación.

En este apartado se especifican las relaciones funcionales que conforman el modelo de oferta de algodón en la Comarca Lagunera de Coahuila. Según Caldentey (1993), la estimación de un modelo empírico se realiza con el objetivo de hacer previsiones respecto al comportamiento de una variable dependiente en un período futuro, o bien para estimar la influencia que sobre ella tiene otras variables. En este trabajo el objetivo de la estimación es

analizar los principales factores que intervienen positiva o negativamente a la producción de algodón en la región Laguna de Coahuila.

Las variables para la estimación del modelo de oferta de algodón en La Laguna se eligieron con base a la teoría económica, tal como se explica en el apartado 3.1. El proceso de estimación se inició considerando doce variables que suponía que contribuyen a determinar el comportamiento de la oferta de algodón en la región lagunera de Coahuila, como son:

Producción de algodón (t-1)

PMR al productor de algodón (t)

PMR al productor de algodón (t-1)

PMR al productor de melón (t-1)

PMR al productor sorgo forrajero (t-1)

PMR al productor maíz forrajero (t-1)

PMR al productor avena forrajera (t-1)

Precio real del fertilizante (t)

Precio real de la mano de obra (t)

Precio real de la semilla de algodón (t)

Volumen de agua disponible en las presas de la región laguna (t)

Sin embargo, al correr el modelo con diferentes formulaciones en el Programa de Cómputo Gretel, se detectaron problemas de altos valores de R cuadrada y valores muy bajos del estadístico “t” para los parámetros individuales, lo que denota problemas de multicolinealidad (Gujarati 2010), por lo que se realizó una análisis de correlación simple entre todas las variables, incluida la oferta (producción de algodón), con el propósito de seleccionar las variables independientes que tuviesen mayor correlación con la producción de algodón y no estuviesen correlacionadas entre sí. Bajo este criterio el modelo de oferta que se formuló es el siguiente:

$$QPA_t = f(PMRA_{t-1}, VADPRL_t, PMRM_{t-1})$$

Donde:

QPA_t : Cantidad producida de algodón en el año t (toneladas).

$PMRA_{t-1}$: Precio medio rural del algodón en el año $t-1$ (pesos por tonelada)

$VADPRL_t$: Disponibilidad de agua en las presas de la región lagunera en el año t (millones de M^3).

$PMRM_{t-1}$: Precio medio rural del melón en el año $t-1$ (pesos por tonelada)

$t = \text{años (1999, 2000, \dots, 2014)}$

Como resultado de la estimación se espera una relación directa de la cantidad producida de algodón con el precio del algodón al productor y el volumen de agua. Por el contrario, se espera una relación inversa de la producción de algodón con el precio del melón al productor.

4.5. Relaciones funcionales del modelo de oferta de algodón

4.5.1. Relación funcional del precio medio rural del algodón ($PMRA_{t-1}$)

Dado que lo que se está estimando es un modelo de oferta de algodón, necesariamente se debe considerar el precio medio rural del algodón ($PMRA_{t-1}$) como una de las variables explicativas. Se espera que al haber un incremento en el precio medio rural del algodón en la Comarca Lagunera de Coahuila, se incremente también la producción de este cultivo en la región, pues *ceteris paribus*, según la teoría económica esto supone mayores beneficios para los productores.

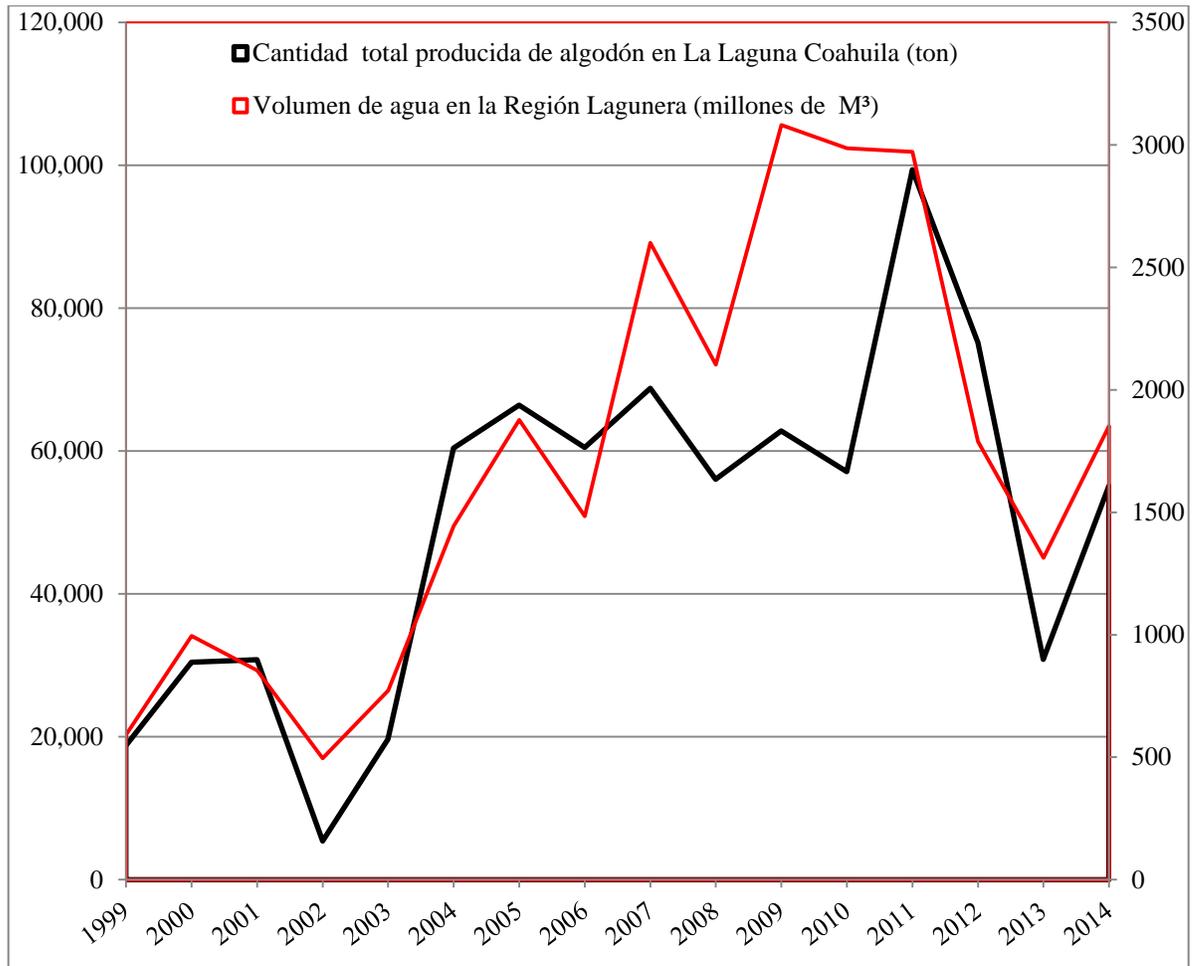
4.5.2. Relación funcional del volumen de agua disponible en las presas de la Región Laguna (VADPRL)

Según (Cogeca, 2010) el agua es un factor de producción clave para la agricultura. La agricultura depende del clima y de las condiciones naturales y el clima es una de las principales variables independientes según la teoría económica. Por tanto el riego es una herramienta vital que sustenta a la producción en diferentes áreas. En ausencia del riego, aparece el riesgo del abandono de las tierras y las graves dificultades económicas. La agricultura bajo riego depende principalmente del agua superficial de los ríos, presas, o del agua subterránea de los acuíferos (FAO, 2002).

El algodón es un cultivo exigente de agua, ya que la planta tiene gran cantidad de hojas provistas de estomas por las que transpira cuando hay un exceso de calor. Debido a lo anterior y a que en la Comarca Lagunera la precipitación promedio anual es de 260 mm/año (CONAGUA, 2015), el cultivo debe realizarse bajo riego. Los riegos deben aplicarse durante todo el desarrollo de la planta a unas dosis de entre 4,500 y 6500 m³/ha, (SAGARPA, 2014).

Considerando que el cultivo de algodón en la Comarca Lagunera solamente es factible bajo condiciones de riego y que la superficie que se siembra de los diferentes cultivos en la Comarca está determinada fundamentalmente por la disponibilidad de agua en las presas que la abastecen de agua para riego - presas El Palmito y Las Tórtolas -, se analizó la relación entre la producción de algodón y el volumen de agua disponible en estas presas (Gráfica 11), encontrando que, en términos generales, a mayor disponibilidad de agua corresponde una mayor producción de algodón.

Gráfica 11. Disponibilidad de agua vs producción de algodón



Fuente: Elaborado con datos del SIAP.

Con base en esta información se considera que una de las variables que más contribuyen a explicar el comportamiento de la producción de algodón en La Laguna es el volumen de agua disponible, de manera que al incrementarse la disponibilidad de agua se incrementará la producción de algodón.

4.5.3. Relación funcional del precio medio rural de melón ($PMRA_{t-1}$)

El melón es de los cultivos que entra en mayor competencia con el algodón en relación al uso de recursos en la Comarca Lagunera, principalmente por agua y tierra, pues se siembra en la misma época y por el mismo tipo de productores. En consecuencia se espera que a medida que el precio medio rural de melón aumente, *ceteris paribus*, disminuya la producción de algodón,

pues al mejorar la rentabilidad relativa del melón los productores optarán por sembrar melón en lugar de algodón.

4.6. Elección de la forma algebraica de la función de oferta

El modelo a estimar se puede expresar de forma general de la siguiente manera:

$$QPA_t = f(PMRA_{t-1}, CADPRL_t, PMRM_{t-1})$$

Esta función puede tomar diversas formas algebraicas, pero debido a que la estimación dio un mejor ajuste estadístico y, además, los parámetros estimados representan el coeficiente de elasticidad para la variable correspondiente, se decidió estimar un modelo de tipo exponencial, del tipo

$$Q_t = \beta_0 PMRA_{t-1}^{\beta_1} CADPRL_t^{\beta_2} PMRM_t^{\beta_3}$$

Caldentey (1993) menciona que la estimación de este modelo se puede hacer linealizando la ecuación mediante logaritmos, de manera que la ecuación se convierte en:

$$\text{Log}Q_t = \alpha + \beta_1(\text{Log}PMRA_{t-1}) + \beta_2(\text{Log}CADPRL_t) + \beta_3(\text{Log}PMRM_{t-1})$$

De manera que la estimación se realiza como si fuese un modelo de regresión lineal múltiple en términos de los logaritmos de las variables. Una vez estimado el modelo lineal, se le saca el antilogaritmo a la constante α de la función lineal para obtener el valor de β_0 para la función exponencial; los exponentes de esta función sería iguales a los parámetros obtenidos mediante la estimación de la función logarítmica.

4.7. Estimación de parámetros de la función de oferta

La estimación de un modelo de regresión se realiza con el objetivo de saber que va a suceder respecto al comportamiento de una variable dependiente en un período futuro, o también para estimar la influencia que sobre ella tienen otras variables. En este caso el objetivo de la estimación es analizar la influencia que tiene la producción de algodón en la Región Laguna de Coahuila con sus principales determinantes que son; el PMR al productor de algodón y melón y el volumen de agua disponible en las presas El Palmito y Las Tórtolas.

Para conocer el comportamiento de la producción de algodón de la Región Laguna de Coahuila, se utilizó una serie histórica de 15 años para las variables que se cree que son las que determinan el incremento de la producción de algodón en la región. Las variables monetarias, consideradas en el modelo, precios de algodón y precio del melón a nivel de productor, están expresados en términos reales, es decir, se han deflactado con los índices de precios base diciembre 2010 para eliminar de los valores corrientes la influencia de las variaciones del poder adquisitivo de la moneda.

La información utilizada para la estimación econométrica del modelo se presenta en el Cuadro 5. Los precios están expresados en términos reales a precios del año 2010.

Cuadro 5. La información utilizada para la estimación econométrica del modelo

Año	Producción de algodón en La Laguna Coahuila t (ton)	Precio Medio Rural del algodón T-1 (\$/ton)	Disponibilidad de agua en la Comarca Lagunera (M³)	Precio Medio Rural del melón t-1 (\$/ton)
1999	18,758	9638	592	3429
2000	30,422	7097	995	2806
2001	30,810	7801	855	1711
2002	5,404	4850	496	1936
2003	19,653	4360	772	2179
2004	60,404	8319	1444	1504
2005	66,417	5962	1877	1107
2006	60,481	6276	1484	2612
2007	68,790	6066	2600	1446
2008	56,026	7086	2103	2460
2009	62,817	7153	3081	2797
2010	57,128	9167	2986	2931
2011	99,382	9023	2972	2730
2012	75,164	10623	1789	2317
2013	30,816	8485	1314	2790
2014	55,129	8663	1852	2979

Fuente: Elaborado con datos del SIAP.

4.8. Valoración e interpretación de los resultados de la estimación

El análisis de resultados la estimación se efectúa desde el punto de vista estadístico y de su congruencia con el marco de la teoría económica. El análisis estadístico permite evaluar la validez del modelo en general y de cada uno de los coeficientes de regresión en lo particular. Por su parte el análisis económico juzga si los signos de los parámetros obtenidos a través de la estimación son lógicos desde el punto de vista de la teoría económica y sus magnitudes son razonables.

Gujarati (2010), menciona que el coeficiente de determinación (R^2) mide la bondad de ajuste de una ecuación; es decir; es una medida que indica qué tan bien se ajusta la línea de regresión a los datos de la muestra estudiada; sus valores fluctúan entre cero y uno: cero cuando la recta de regresión no se ajusta nada al comportamiento de los valores de la muestra y, en caso contrario, uno cuando se ajusta perfectamente. La R^2 indica el porcentaje en que las variaciones de la variable dependiente son explicadas por las variables independientes.

El estadístico (t) sirve para estimar el nivel de significancia de la relación entre cada una de las variables explicativas y la variable dependiente. En esta investigación se aceptaron los parámetros cuando el valor de t de student resultó mayor a 1.5.

En funciones logarítmicas el valor de cada uno de los parámetros de regresión (los exponentes de cada variable) indica la elasticidad de cada variable con respecto a la cantidad producida.

5. MODELO DE OFERTA DE ALGODÓN EN LA LAGUNA

En este capítulo se analizan los resultados obtenidos con la estimación del modelo econométrico para la oferta de algodón en La Comarca Lagunera de Coahuila propuesto en el capítulo 3, con el fin de corroborar la hipótesis planteada y lograr los objetivos propuestos. El análisis de resultados se efectúa desde el punto de vista estadístico y fundamentalmente, conforme a su congruencia con el marco de la teoría económica planteada. El análisis estadístico permite aceptar o rechazar la significancia de los coeficientes de regresión de la ecuación.

La evaluación económica de resultados se lleva al considerar tanto los signos como la magnitud de los parámetros estimados. En el primer caso, los signos de la ecuación estimada deben de coincidir con la teoría económica, y en segundo caso, la magnitud de los parámetros del modelo debe ser razonable al compararla con los resultados de otros modelos de oferta de productos agrícolas.

En el anexo 6 se presentan todos los modelos; lineal-lineal, semi logarítmico y doble logarítmico para ver la robustez de los resultados.

5.1. Análisis estadístico de los resultados

El análisis estadístico de los resultados se realiza con base a los valores de los coeficientes estimados en el modelo, los estadísticos t , R^2 , y F . En el cuadro 7 se presenta un resumen de los resultados obtenidos para el modelo con mejor ajuste en términos estadísticos y económicos para la estimación de la oferta de algodón en la Laguna de Coahuila.

En el cuadro 6 se presenta el modelo doble logarítmico de la oferta de algodón en la región Laguna de Coahuila para el periodo 1999 - 2014, considerando las diversas variables consideradas en la revisión teórica realizada en el capítulo tres, así como las consideradas por otros autores en diferentes trabajos que se mencionan en el capítulo 1. Bajo estas consideraciones se puede decir que resultados de la estimación del modelo de oferta de algodón en La Laguna. El coeficiente de determinación (R^2) de la ecuación de regresión que compone el modelo de la oferta de algodón en la Comarca Lagunera resultó con un valor de 0.80, lo cual implica que las variables independientes – en este caso el precio medio rural del

algodón al productor (t-1), el volumen de agua disponible en las presas de la región laguna (t) y el precio medio rural al productor de melón – explican el 80 por ciento de la variación total de oferta de algodón en la Comarca Lagunera de Coahuila, mientras que el 20% restante lo explican otras variables no consideradas en el modelo.

Aunque se probaron formulaciones del modelo en las que se incluyeron variables como el precio real del fertilizante (PRF) y el precio real de la semilla de algodón (PRSA), estas variables no resultaron significativas (Cuadro 6). Así que el 20 por ciento de los cambios en la producción de algodón en la Comarca Lagunera de Coahuila podría estar explicado por otras variables como la temperatura, la precipitación pluvial, el precio de la semilla para siembra, el costo de la producción, entre otros, pero no se dispuso de una serie completa de de observaciones para estas variables.

Cuadro 6. Modelo doble logarítmico

	Coefficiente	Estadístico t	Valor p	
Conste	-8.18034	-1.0209	0.33136	
PMRPA (t-1)	1.18562	2.2814	0.04568	**
VADPRL (t)	0.926731	5.5620	0.00024	***
PMRPM (t-1)	-0.280292	-0.8393	0.42091	
PRSA (t)	-0.45977	-0.8989	0.38985	
PRF (t)	0.481479	0.9545	0.36233	
				R ² = 79

Fuente: elaboración propia

Debido a que no resultaron significativas, se quitaron las dos últimas variables PRSA(t), PRF (t), quedando el modelo que se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. Resultados obtenidos del modelo de regresión doble logarítmico correspondiente a la producción de algodón en la Comarca Lagunera de Coahuila

Función estimada	Constante	PMRA (t-1)	VADPRL (t)	PMRM (t-1)
Coefficientes	0.564039	0.840541	0.987788	-0.450686
t Student		2.0802	6.3344	-1.5086
				R ² =0.80

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la prueba t de student las relaciones funcionales estimadas resultaron significativas (>1.5), obteniendo un valor de t de 2.08 para el PMR al productor de algodón, de 1.51 para el PMR al productor de melón y de 6.33 para la variable volumen de agua disponible, siendo ésta la más significativa. Con base a la significancia de cada parámetro, estos son significativos de acuerdo a en la teoría económica planteada en el capítulo tres y trabajos realizados sobre modelos de mínimos cuadrados ordinarios que se mencionan en el capítulo 1, donde tomaron como aceptable valores de bondad de ajuste (R^2) a partir de 0.80, con valores t Student mayores a 1, por tanto, se dice que los resultados del modelo de esta investigación son aceptables.

5.2. Análisis económico de los resultados

En el análisis económico se puede apreciar el efecto de las variables independientes sobre la endógena, producto de la simultaneidad del modelo. Además, se estimaron las elasticidades relacionadas con la variable endógena. El modelo de oferta de algodón en la Laguna Coahuila, los signos esperados de la ecuación coinciden con lo indicado por la teoría económica. Los parámetros de las variables precio medio rural al productor de algodón (t-1) y el volumen de agua disponible en las presas de la región laguna mostraron signos positivos, quiere decir que al aumentar cada una de estas variables ocasionara que la cantidad producida de algodón en la Región Laguna de Coahuila se incremente. En cambio, el signo negativo que presentó el precio medio rural al productor de melón (t-1) quiere decir que al haber un incremento en el precio de este producto, se estimulará a los productores a cambiar de cultivo y como

consecuencia el volumen de la producción de algodón disminuirá ya que el melón compite con el algodón por los recursos productivos.

Además de los signos esperados, lo más importante es medir la magnitud de los cambios que ocurren en la variable dependiente ante las variaciones, *ceteris paribus*, de una de las variables explicativas, análisis que se lleva a cabo con base a los coeficientes de las elasticidades correspondientes a la ecuación.

5.3. Análisis de las elasticidades estimadas con el modelo

Según Gujarati, en un modelo doble logarítmico los resultados de los parámetros estimados corresponden a los coeficientes de elasticidad en economía. La elasticidad mide el porcentaje en que cambia la variable dependiente por cada uno por ciento que se incremente (disminuya) la variable explicativa.

La ecuación exponencial obtenida como resultado de la estimación del modelo doble logarítmico de la oferta de algodón en la región Laguna de Coahuila, es:

$$Q_t = 0.56404 PMRA_{t-1}^{0.841} VADPRL_t^{0.988} PMRM_{t-1}^{0.451}$$

Donde:

Q_t : Cantidad producida de algodón en el año t .

$PMRA_{t-1}$: Precio medio rural del algodón en el año $t-1$.

$VADPRL_t$: Disponibilidad de agua en las presas de la región lagunera en el año t .

$PMRM_{t-1}$: Precio medio rural del melón en el año $t-1$.

La elasticidad de la oferta de algodón en la región laguna de Coahuila respecto al precio medio rural al productor de algodón con un año de retraso, para el periodo de 15 años, resultó inelástica (0.84). Por tanto, podemos decir que por cada 10 por ciento que se

incremente el precio medio rural del algodón hueso de la región Laguna de Coahuila provocaría que la cantidad producida de algodón en la región se incremente en 8.4 por ciento.

Respecto al volumen de agua disponible para riego en las presas El Palmito y Las Tórtolas también resultó inelástico (0.988), ésta indica que cada vez que el volumen de agua disponible para riego en las presas El Palmito y Las Tórtolas de la región Laguna se incremente en un 10 por ciento, la producción de algodón en la región Laguna de Coahuila tenderá a incrementarse en 9.88 por ciento, por tanto, el resultado es congruente con la teoría que se plantea en el capítulo tres en conjunto con la grafica numero 11 donde se muestra cómo el volumen de la producción del algodón en la comarca lagunera de Coahuila tienen el mismo movimiento con el volumen de agua disponible en las presa Las Tórtolas y El Palmito, además de que en el capítulo dos se menciona que la India ocupa el primer lugar en cuanto a superficie sembrada de algodón, pero en cuanto a producción se ubica en el segundo lugar, y según (Tirado, 2010) dice que se debe principalmente a que aproximadamente un 65% cultiva tierras de temporal, sin instalaciones de riego.

Así mismo, para el precio medio rural al productor de melón con un año de retraso la oferta también resultó inelástica (-0.451), esto quiere decir que por cada 10 por ciento que se incremente el precio medio rural al productor de melón (t-1), provocará que la producción de algodón disminuya en un 4.5 por ciento. Esto corrobora lo mencionado en el capítulo tres, donde se menciona que el melón es uno de los cultivos que entra en mayor competencia con el algodón en relación al uso de recursos en la Comarca Lagunera, principalmente por agua y tierra, pues se siembra en la misma época y por el mismo tipo de productores.

6. CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos y al análisis en ésta investigación, se presenta la siguiente conclusión.

El algodón fue el cultivo de gran impulsor económico de la Comarca lagunera en los inicios de su historia, aun que ha sufrido un decrecimiento considerable en cuanto a la superficie sembrada y cosechada en los últimos 20 años, ocasionado por diversos factores que se menciona en el capítulo 1. Debido a la disminución de la producción en la Laguna de Coahuila y a la expansión en el DDR Frontera el volumen producido en la Comarca Lagunera de Coahuila pasó de representar del 100 % de la producción estatal en 2004 al 76 % en el año 2014.

En general México ha permanecido entre el lugar 11 y 14 en el período 1999-2014 en cuanto a su volumen de producción a nivel mundial, pero también en promedio se encuentra en tercer lugar como principal país importador con un valor porcentual de 6.7 % del total, debido a que la producción nacional no logra abastecer la demanda interna además de que las industrias de textiles prefieren el algodón importado de Estados Unidos, por la calidad.

En el ámbito nacional Chihuahua y Baja California, se encuentran en primero y segundo lugar en cuanto a volumen de producción y número de hectáreas destinadas al cultivo de algodón, pero Coahuila los supera en cuanto a rendimiento, alcanzando en algunos años poco más de 5 ton/ha, pero en promedio durante el periodo 1999-2014 presenta un valor de 4.7 ton/ha, rendimiento superior a China que es el principal país productor e importador de algodón.

La producción de algodón en la Región Laguna de Coahuila ha tomado gran importancia dentro de la agricultura, tanto que, es considerado como un producto básico muy importante en la economía regional, estatal y nacional, ya que genera empleo y sustento a las familias donde se siembra, por eso es llamado "cultivo social", pero aun sí, algunos productores han optado por convertir sus actividades por otras que sean más rentables, como es el caso del melón.

Con base a los resultados de la investigación, tanto en lo relativo al análisis comparativo de las variables analizadas en este trabajo, como en los resultados del modelo de regresión múltiple, se concluye que en el periodo 1999 – 2014 las principales variables que determinan la oferta de algodón en la Región Laguna de Coahuila son; el precio medio rural al productor de algodón ($PMRA_{t-1}$), el precio medio rural al productor de melón ($PMRM_{t-1}$), y principalmente el volumen de agua disponible en las presas Las Tórtolas y El Palmito de La Comarca Lagunera ($VADPRL$).

La elasticidad precio de la oferta de algodón en La Comarca Lagunera de Coahuila resultó ser inelástica (0.84), por lo que deduce que el precio del algodón no es un fuerte incentivador de la oferta, es decir, los productores responden menos que proporcionalmente a los cambios en el precio del algodón.

La elasticidad cruzada de la oferta respecto al precio medio rural al productor de algodón ($PMRA_{t-1}$) y el precio medio rural al productor de melón ($PMRM_{t-1}$), resulto ser negativo (0.451), y por tanto, son productos competitivos ya que para su producción se necesitan los mismos recursos.

La oferta de algodón en la Comarca Lagunera de Coahuila es muy elástica en respuesta a la disponibilidad de agua para riego en la región ($VADPRL$), de manera que por cada uno por ciento que aumente la disponibilidad, la oferta aumentará en un 6.33%, ceteris paribus.

En lo que respecta a las hipótesis de investigación planteadas, estas fueron aceptadas ya que los resultados del modelo indican que la oferta de algodón en La Comarca Lagunera de Coahuila responde directamente a los cambios registrados en el precio medio rural del algodón y principalmente de la disponibilidad de agua en las presas Las Tórtolas y el Palmito y, de manera inversa ante cambios en el precio medio rural del melón.

Posibles líneas de investigación

En esta investigación se determinaron y analizaron las principales determinantes de la oferta de algodón en la Región Lagunera de Coahuila mediante un modelo de mínimos cuadrados doble logarítmico, las elasticidad precio y la elasticidad cruzada de la oferta. Con base en lo anterior y si se tuviese información o datos de las otras variables que no se agregaron en el modelo, se pueden derivar pautas de investigación futura como:

- Ampliar la serie con su respectivo análisis.
- Cuáles son las otras variables que determinan la oferta del algodón en la región.
- Análisis comparativo regional de cada uno de los principales estados productores de algodón, como es Chihuahua, Baja California, Sonora y Durango.
- Cuáles son las variables que determinan la oferta de algodón en cada región o estado.

BIBLIOGRAFÍA

- AgroBioMéxico. (19 de Mayo de 2016). <http://www.agrobiomexico.org.mx>. Obtenido de http://www.agrobiomexico.org.mx/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=94&Itemid=28
- AGROSISTEM, T. a. (2011). Determinantes de la producción de maíz bajo riego en Guanajuato. *Pistas educativas* , 10.
- ASERCA. (2013). El Algodón pierde participación frente a las fibras sintéticas. *Claridades Agropecuarias* , 45.
- Caldentey, P. (1993). *Economía de los Mercados Agrarios*. Madrid: Mundi Prensa.
- Camey, O. I. (2006). Factores explicativos de la expansión de forrajes en el Estado de Coahuila. Saltillo Coahuila: Tesis.
- Cogeca. (2010). European agri-cooperatives. Obtenido de <file:///C:/Users/noemi/FoxTabVideoConverter/Downloads/FICHA%20T%C3%89CNICA%20%20El%20agua%20y%20la%20agricultura%20en%20el%20contexto%20de%20un%20clima%20cambiante%20%20.pdf>
- CONAGUA. (2015). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero principal - Región Laguna (0523), estado de Coahuila . Coahuila: Comisión Nacional del Agua.
- Eugenio Guzmán Soria, M. T. (2012). Determinantes de la oferta de maíz grano en México. *Agronomía Mesoamericana* , 12.
- FAO. (2002). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Aliementación. Obtenido de ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/cropsdrops_s.pdf
- FAOSTAT. (2016). Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas .

- García M.R, G. S. (2003). Teoría del mercado de productos agrícolas. México: Colegio de Postgraduados.
- Guadalupe, A. P. (2012). Mercado del aguacate mexicano . Tesis del Colegio de Postgraduados , 261.
- Gujarati, D. N. (2010). Econometría básica. México: 5° edición McGraw-Hill.
- Jiménez, S. C. (2012). El mercado del huevo en México 1965 -2010. Tesis del Colegio de Postgraduados , 142.
- Miranda Wong, R. (2008). Caracterización de la producción del cultivo de algodón (Gossypium hirsutum,L.) en La Comarca Lagunera. Revista Mexicana de Agronegocios , 11.
- Pozos, M. G. (2012). Colegio de Postgraduados.
- SAGARPA. (2014). Análisis de la cadena de valor en la producción de algodón en México. México: ISBN 978-92-5-308239-1.
- Salvatore, D. (2009). Microeconomía. México: McGraw-Hill, Cuarta Edición.
- SIAP. (2016). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- SIIGAP. (2016). Sistema Integral de Información Geoespacial Agroalimentario y Pesquero .
- Soria, E. G. (2013). La oferta de cebada grano en México: un análisis econométrico. JOURNAL , 12.
- Stamer, H. (1969). Teoría del mercado agrario. León, España: Academia.
- Tirado, R. (2010). Análisis comparativo de la economía de los agricultores que siembran algodón transgénico y Ecológico en el Sur de la India. Reino Unido: Greenpeace.
- UAAAN, U. A. (2010). Diagnóstico de la problemática y oportunidades de desarrollo del sector rural de Coahuila. Coahuila: UAAAN.
- Varian, H. R. (2010). Microeconomía intermedia. España.

ANEXOS

Anexo 1. Principales 14 países productores de algodón hueso (miles de toneladas)

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TMCA
1	China	20,316	18,661	21,843	24,647	24,309	20,860	19,410	21,265	22,152	20,503	0.58
2	India	8,896	10,103	12,292	14,138	12,239	13,178	18,316	19,612	18,750	19,399	5.73
3	United States of America	12,931	13,044	11,807	10,540	6,995	6,697	9,852	10,573	11,673	8,808	-2.50
4	Pakistan	7,684	7,144	6,615	6,022	6,083	6,667	5,959	7,025	6,828	6,695	-1.56
5	Brazil	3,913	3,778	3,023	4,208	4,100	3,009	3,073	5,225	5,134	3,548	-0.03
6	Uzbekistan	3,571	3,836	3,711	3,688	4,004	3,223	3,314	3,385	3,362	3,272	-0.11
7	Turkey	2,619	2,395	2,717	2,414	1,937	1,833	2,286	2,743	2,466	2,339	-1.08
8	Australia	896	1,670	1,557	748	349	856	1,004	2,231	2,823	2,589	5.67
9	Turkmenistan	1,016	1,019	741	1,000	1,056	733	755	673	677	656	-2.19
10	Greece	1,072	1,124	899	812	764	681	590	738	697	774	-3.00
11	Syrian Arab Republic	1,046	1,068	763	653	672	697	519	631	529	237	-4.65
12	Burkina Faso	545	662	718	386	635	493	575	472	635	763	0.85
13	Argentina	312	426	382	482	442	355	682	931	641	503	5.73
14	México	387	408	444	398	367	265	424	720	631	494	1.78
	Total	65,205	65,339	67,510	70,136	63,952	59,546	66,761	76,223	76,996	70,581	0.50
	Resto del mundo	8,024	7,745	6,670	6,242	5,426	4,712	4,991	5,842	6,394	6,168	-2.79
	Producción mundial	73,229	73,083	74,180	76,377	69,378	64,259	71,752	82,065	83,390	76,749	0.18
	Principales productores %	89	89	91	92	92	93	93	93	92	92	0.32
	Resto del mundo %	11	11	9	8	8	7	7	7	8	8	-2.95
	% Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2. Principales cinco países con mayor rendimiento de algodón

Rendimiento Tonelada /hectáreas										
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Australia	4.25	4.85	4.30	4.80	5.11	4.85	4.51	3.66	4.81	6.03
Turkey	3.84	4.11	4.33	4.29	3.68	4.11	4.48	4.76	4.75	4.99
Israel	4.46	3.75	4.13	4.31	4.37	4.63	4.65	4.90	4.46	3.18
Mexico	3.53	3.13	3.84	3.48	3.66	3.87	3.90	3.86	4.31	4.73
China	3.33	3.39	3.48	3.86	3.91	3.86	3.69	3.92	4.38	4.36

Fuente: elaboración propia.

Anexo 3. Disponibilidad de agua en las presa de La Comarca Lagunera

Año	LAS TÓRTOLAS	EL PALMITO	TOTAL
1999	88.2	503.7	591.9
2000	108.1	887.3	995.4
2001	102.5	752.0	854.5
2002	39.5	456.3	495.8
2003	119.1	653.2	772.3
2004	258.8	1,185.4	1,444.2
2005	221.0	1,656.2	1,877.2
2006	101.6	1,382.4	1,484.0
2007	140.4	2,459.9	2,600.3
2008	69.7	2,033.0	2,102.7
2009	303.1	2,778.0	3,081.1
2010	208.3	2,778.0	2,986.3
2011	193.6	2,778.0	2,971.6
2012	70.9	1,718.2	1,789.1
2013	63.1	1,250.9	1,314.0
2014	124.3	1,727.8	1,852.1

Fuente: elaboración propia.

Anexo 4. Variables (Precios deflactados) que se tomaron en cuenta para el modelo pero que la mayoría presentaron problemas de correlación entre sí.

Año	PMR algodón	Precio de la semilla de algodón	PMR forrajero	Precio del fertilizante	PMR forrajero	PMR forrajera	PMR melón	Salario mínimo
1998	9,638	270	326	377,500	479	450	3,429	53
1999	7,097	166	291	279,161	376	559	2,806	50
2000	7,801	180	280	287,849	280	249	1,711	51
2001	4,850	149	357	308,386	328	268	1,936	53
2002	4,360	156	535	269,253	507	282	2,179	54
2003	8,319	175	285	308,746	271	312	1,504	55
2004	5,962	152	285	321,903	243	258	1,107	54
2005	6,276	132	374	332,528	309	216	2,612	55
2006	6,066	146	512	302,983	413	237	1,446	55
2007	7,086	207	461	352,393	404	289	2,460	55
2008	7,153	267	596	550,330	488	325	2,797	54
2009	9,167	182	366	293,326	262	366	2,931	54
2010	9,023	177	451	253,252	401	401	2,730	55
2011	10,623	277	521	310,045	447	386	2,317	55
2012	8,485	259	606	297,575	535	370	2,790	55
2013	8,663	243	539	256,809	475	505	2,979	55
2014	7,760	240	472	242,367	375	328	3,595	55

Fuente: elaboración propia.

Anexo 5. Cuadro Resultados del modelo econométrico

Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1-16
Variable dependiente: y

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	-0.572631	3.13544	-0.1826	0.85814	
X1	0.840541	0.404069	2.0802	0.05960	*
X2	0.987788	0.155939	6.3344	0.00004	***
X3	-0.450686	0.298749	-1.5086	0.15728	

Media de la vble. dep.	10.63513		D.T. de la vble. dep.	0.727465
Suma de cuad. residuos	1.268167		D.T. de la regresión	0.325086
R-cuadrado	0.840243		R-cuadrado corregido	0.800303
F(3, 12)	21.03796		Valor p (de F)	0.000045
Log-verosimilitud	-2.422889		Criterio de Akaike	12.84578
Criterio de Schwarz	15.93613		Crit. de Hannan-Quinn	13.00403

Fuente: elaboración propia.

Anexo 6. Presentación de combinación del modelo lin-lin, -lin-long y long - long

Modelo línea - lineal: MCO, usando las observaciones 2-17 (n = 16)
Variable dependiente: y

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	6619.43	16244.9	0.4075	0.69083	
x1	4.63985	2.24675	2.0651	0.06121	*
x2	21.804	3.99753	5.4544	0.00015	***
x3	-12.2187	5.81972	-2.0995	0.05759	*

Media de la vble. dep.	49850.06		D.T. de la vble. dep.	24759.14
Suma de cuad. residuos	2.01e+09		D.T. de la regresión	12931.90
R-cuadrado	0.781755		R-cuadrado corregido	0.727194
F(3, 12)	14.32804		Valor p (de F)	0.000286
Log-verosimilitud	-171.8808		Criterio de Akaike	351.7616
Criterio de Schwarz	354.8520		Crit. de Hannan-Quinn	351.9199

Fuente: elaboración propia.

Modelo lineal-logaritmo: MCO, usando las observaciones 2-17 (n = 16)

Variable dependiente: y

	Coficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	-265703	112848	-2.3545	0.03641	**
l_x1	22316.8	14542.9	1.5346	0.15083	
l_x2	34360.8	5612.43	6.1223	0.00005	***
l_x3	-17323.3	10752.3	-1.6111	0.13313	

Media de la vble. dep.	49850.06	D.T. de la vble. dep.	24759.14
Suma de cuad. residuos	1.64e+09	D.T. de la regresión	11700.20
R-cuadrado	0.821349	R-cuadrado corregido	0.776686
F(3, 12)	18.39001	Valor p (de F)	0.000088
Log-verosimilitud	-170.2793	Criterio de Akaike	348.5587
Criterio de Schwarz	351.6490	Crit. de Hannan-Quinn	348.7169

Fuente: elaboración propia.

Modelo logaritmo - logaritmo: MCO, usando las observaciones 2-17 (n = 16)

Variable dependiente: l_y

	Coficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	-0.572631	3.13544	-0.1826	0.85814	
l_x1	0.840541	0.404069	2.0802	0.05960	*
l_x2	0.987788	0.155939	6.3344	0.00004	***
l_x3	-0.450686	0.298749	-1.5086	0.15728	

Media de la vble. dep.	10.63513	D.T. de la vble. dep.	0.727465
Suma de cuad. residuos	1.268167	D.T. de la regresión	0.325086
R-cuadrado	0.840243	R-cuadrado corregido	0.800303
F(3, 12)	21.03796	Valor p (de F)	0.000045
Log-verosimilitud	-2.422889	Criterio de Akaike	12.84578
Criterio de Schwarz	15.93613	Crit. de Hannan-Quinn	13.00403

Fuente: elaboración propia

Modelo logaritmo - lineal: MCO, usando las observaciones 2-17 (n = 16)
Variable dependiente: L_y

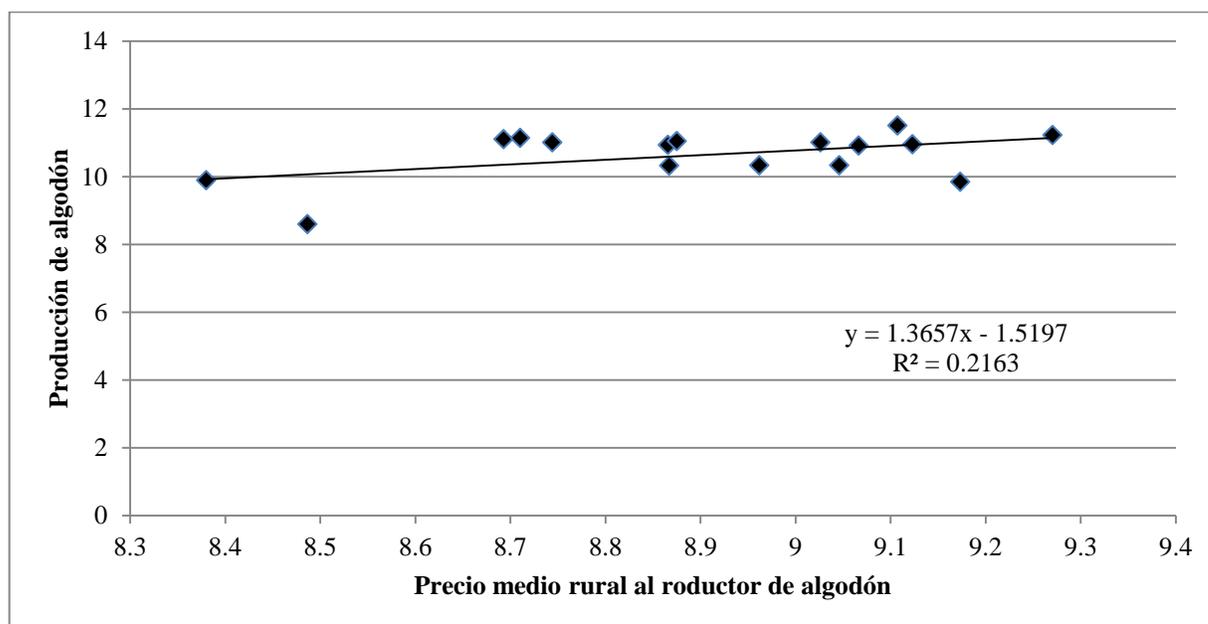
	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	9.19188	0.55331	16.6125	<0.00001	***
x1	0.000155018	7.65257e-05	2.0257	0.06562	*
x2	0.000586373	0.000136158	4.3066	0.00102	***
x3	-0.00030621	0.000198223	-1.5448	0.14835	

Media de la vble. dep.	10.63513	D.T. de la vble. dep.	0.727465
Suma de cuad. residuos	2.328152	D.T. de la regresión	0.440469
R-cuadrado	0.706711	R-cuadrado corregido	0.633389
F(3, 12)	9.638419	Valor p (de F)	0.001614
Log-verosimilitud	-7.282907	Criterio de Akaike	22.56581
Criterio de Schwarz	25.65617	Crit. de Hannan-Quinn	22.72407

Fuente: elaboración propia.

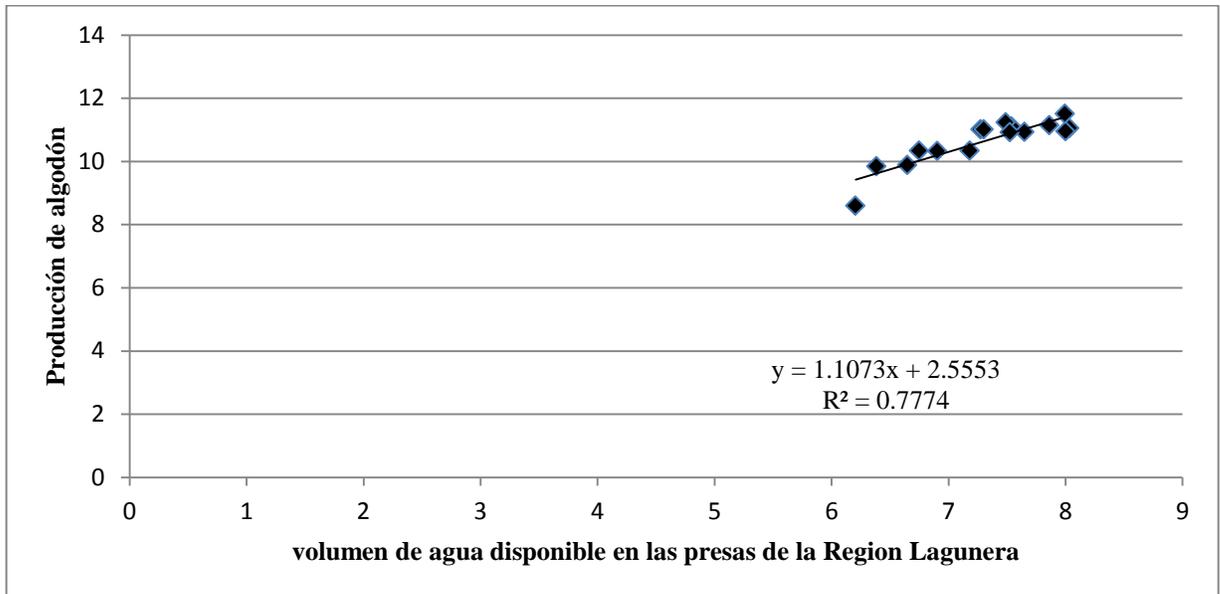
Anexo 7. Gráficas de dispersión de la variable dependiente con cada una de las variables independiente.

Grafica. Producción de algodón en la Laguna versus PMRP (1999-20149



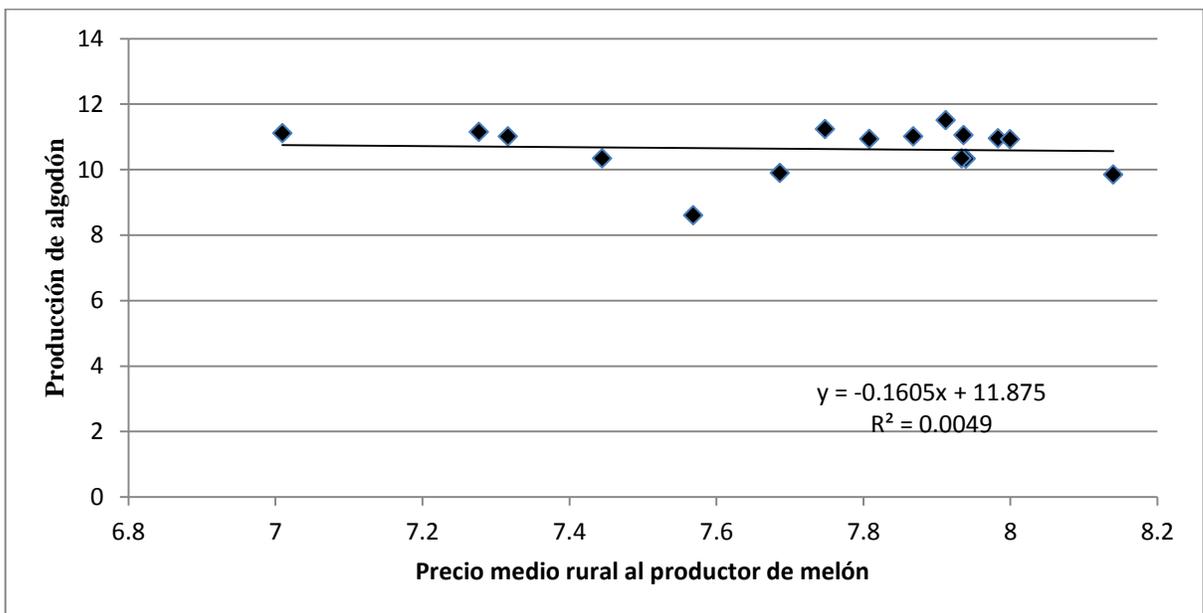
Fuente: elaboración propia

Grafica. Grafica. Producción de algodón en la Laguna versus VADRL (1999-20149)



Fuente: elaboración propia

Grafica. Grafica. Producción de algodón en la Laguna versus PMRM (1999-20149)



Fuente: elaboración propia.