



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONOMICO-ADMINISTRATIVAS  
DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

## ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN EN MÉXICO

TESIS

Que para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

Presenta:

**MARICRUZ GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ**

Bajo la supervisión de:

**DIXIA DANIA VEGA VALDIVIA, DOCTORA**

Chapingo, Edo. De México, noviembre de 2021.




**APROBADA**





# ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN EN MÉXICO


Tesis realizada por **Maricruz Gutiérrez Hernández**, bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo, y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA**

DIRECTOR:   
Dra. Dixia Dania Vega Valdivia

ASESOR:   
Dra. Laura Elena Garza Bueno

ASESOR:   
Dr. Ignacio Caamal Cauich

LECTOR EXTERNO:   
Dra. Verna Gricel Pat Fernández

## ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS.....	viii
AGRADECIMIENTOS.....	x
DEDICATORIAS.....	xii
DATOS BIOGRÁFICOS DEL AUTOR.....	xiii
RESUMEN GENERAL.....	xiv
GENERAL ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	6
1.3 Justificación e importancia.....	7
1.4 Objetivos.....	8
1.5 Hipótesis.....	8
1.6 Presentación.....	9
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
2.1 Teorías sobre valor económico y precios.....	11
2.2 Los precios en los mercados agrícolas.....	14
2.3 Costos de producción.....	21
2.4 Análisis del ingreso y beneficio.....	25
2.5 Competitividad de la empresa y competitividad nacional.....	26
2.6 La competitividad en el sector agrícola en México.....	29
2.7 Principales aspectos del cultivo de algodón.....	34

2.8	Problemática del cultivo algodnero .....	40
2.9	Organismos Genéticamente Modificados: algodón .....	45
2.10	Literatura citada.....	51
CAPÍTULO III. DESEMPEÑO COMPETITIVO DEL ALGODÓN EN MÉXICO EN EL PERIODO 2004-2019.....		56
3.1	Resumen .....	56
3.2	Abstract .....	56
3.3	Introducción .....	57
3.4	Materiales y métodos.....	58
3.5	Resultados.....	62
3.6	Conclusiones .....	74
3.7	Literatura citada.....	76
CAPÍTULO IV. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD DEL ALGODÓN EN LOS PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE MÉXICO.....		80
4.1	Resumen .....	80
4.2	Abstract .....	80
4.3	Introducción .....	81
4.4	Capítulo descriptivo y metodológico .....	87
4.5	Resultados y discusión .....	93
4.6	Conclusiones .....	105
4.7	Literatura citada.....	107
CAPÍTULO V. PRODUCCIÓN Y COMPETITIVIDAD DEL ALGODÓN MEXICANO EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL.....		112
5.1	Abstract .....	112
5.2	Resumen .....	113

5.3	Introducción .....	114
5.4	Materiales y métodos.....	114
5.5	Resultados y discusión .....	116
5.6	Conclusiones .....	123
5.7	Literatura citada.....	124
CAPÍTULO VI. CONCLUSIÓN GENERAL.....		126

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variación de la producción (miles de toneladas), 2014-2019.....	63
Cuadro 2. Algodón en el valor de la producción agrícola estatal, 2019 .....	68
Cuadro 3. Variación de la producción de algodón, toneladas.....	69
Cuadro 4. Descomposición crecimiento, 2004-2019.....	69
Cuadro 5. Consumo Aparente Nacional, miles de toneladas.....	72
Cuadro 6. Costos directos por tonelada del cultivo de algodón, 2018 .....	94
Cuadro 7. Indicadores para Chihuahua y Baja California, 2018 .....	100
Cuadro 8. Utilidad para Chihuahua con el costo total constante .....	103
Cuadro 9. Utilidad para Chihuahua con el rendimiento constante .....	103
Cuadro 10. Utilidad para Baja California con el costo total constante.....	104
Cuadro 11. Utilidad para Chihuahua con el rendimiento constante .....	105

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Superficie sembrada y producción mundial de algodón pluma .....	62
Figura 2. Superficie y producción algodonera en México .....	64
Figura 3. Rendimientos algodón pluma (kg/ha) .....	66
Figura 4. Participación del algodón en la producción agrícola y de cultivos industriales.....	67
Figura 5. Importaciones y exportaciones de algodón pluma en Mexico.....	71
Figura 6. Tasa de Penetración de las importaciones .....	73
Figura 7. Índice de Ventajas Comparativas Reveladas con EE. UU.....	74
Figura 8. Producción y superficie sembrada de algodón hueso en México .....	85
Figura 9. Superficie cosechada y producción de algodón pluma en México...	117
Figura 10. Importaciones y exportaciones de algodón pluma de México.....	119
Figura 11. Tasa de penetración de las importaciones de algodón en México	120
Figura 12. Coeficiente de las exportaciones de algodón en México .....	121
Figura 13. Índice de transabilidad del algodón en México .....	121
Figura 14. Índice de Lafay (IL) del algodón en México .....	122
Figura 15. Tasa de exposición a la competencia internacional del algodón mexicano .....	123

## LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

<b>ABC</b>	Agencia Brasileña de Cooperación
<b>Bt</b>	Bacillus thuringiensis
<b>CAN</b>	Consumo Aparente Nacional
<b>CCI</b>	Centro de Comercio Internacional
<b>CEDRSSA</b>	Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria
<b>CEPAL</b>	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
<b>CIBIOGEM</b>	Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados
<b>CIP</b>	Centro De Información Del Paraquat
<b>CNSPA</b>	Comité Nacional Sistema Producto Algodón
<b>CONAGUA</b>	Comisión Nacional del Agua
<b>EE. UU.</b>	Estados Unidos
<b><i>et al.</i></b>	y otros
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
<b>FIRA</b>	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
<b>GATT</b>	Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros
<b>GM</b>	Genéticamente Modificado
<b>ha</b>	Hectáreas
<b>IL</b>	Índice de Lafay
<b>INIFAP</b>	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias



<b>IT</b>	Indicador de Transabilidad
<b>IVCR</b>	Índice de Ventajas Comparativas Reveladas
<b>kg</b>	kilogramos
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
<b>OCT</b>	Observatorio de Corporaciones Trasnacionales
<b>OGM</b>	organismos genéticamente modificados
<b>OGM</b>	Organismos genéticamente modificados
<b>PE</b>	Punto de Equilibrio
<b>RCB</b>	Relación Costo-Beneficio
<b>SADER</b>	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
<b>SAGARPA</b>	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
<b>SEMARNAT</b>	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>SIACON</b>	Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
<b>SIAP</b>	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
<b>SIAVI</b>	Sistema de Información Arancelaria Vía Internet
<b>SNICS</b>	Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas
<b>t</b>	toneladas
<b>TECI</b>	Tasa de Exposición a la Competencia Internacional
<b>TLCAN</b>	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
<b>TMAA</b>	Tasa Media Anual Acumulada
<b>TPI</b>	Tasa de Penetración de las Importaciones
<b>TV</b>	Tasa de Variación
<b>USDA</b>	United States Department of Agriculture

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento que me fue otorgado para poder realizar mis estudios de maestría en tiempo y forma.

A la Universidad Autónoma Chapingo y en especial, a la División de Ciencias Económico-Administrativas por la excelente oportunidad que se me brindó para la realización de mis estudios de posgrado en esta prestigiosa institución.

A la Dra. Dixia Dania Vega Valdivia por los conocimientos transmitidos en su cátedra, por el apoyo y por el apoyo y asesorías brindados para la realización de la investigación.

A la Dra. Laura Elena Garza Bueno, por haber aceptado formar parte de este proceso y por todas las recomendaciones que sirvieron de mucho para la culminación de la presente investigación.

Al Dr. Ignacio Caamal Cauich por los conocimientos transmitidos en su cátedra, por el apoyo y asesorías brindados y por formar parte del comité asesor.



## DEDICATORIAS

Dedico cada una de estas páginas a mis padres, gracias por el apoyo y el cariño incondicional que han depositado en mí, han sido sus palabras, sacrificios, desvelos y oraciones lo que hoy me ha permitido llegar hasta aquí.

A mis hermanos, porque a pesar de nuestras diferencias y de la distancia, he contado siempre con su apoyo y comprensión. Gracias, hermanos por confiar en mí, y a mis queridos sobrinos por ser la razón que motiva mi vida.

A mis compañeros de clase que con su apoyo no sólo académico sino también personal han sido parte importante de este logro, especialmente agradezco a Jorge por su amistad desinteresada y su ayuda en momentos cruciales.

A mis profesores que durante mi estancia en esta institución me compartieron sus conocimientos y experiencia a fin de hacer de mí no sólo una profesionista integra sino también una mejor persona.

## **DATOS BIOGRÁFICOS DEL AUTOR**

La M. en C. Maricruz Gutiérrez Hernández nació en Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo, el 03 de enero de 1990. Realizó sus estudios de Educación Básica en el mismo municipio, en la primaria “Prof. Francisco Cesar Morales” de 1997 a 2002, y en la secundaria “Prof. Teófilo Rivera” de 2002 a 2005. Posteriormente realizó sus estudios de Educación Media en el Centro de Bachilleratos Tecnológico industrial y de servicios No.5 “Vicente Ordoñez Rangel” de 2005 a 2008, obteniendo el título de Técnico en Contabilidad con número de cedula 8311569.

En 2008 ingresó a la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional, egresó en 2012 obteniendo el título de Lic. en Economía con número de cedula 8828327.

En el año 2014 ingresó a la Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales que imparte la Universidad Autónoma Chapingo en la División de Ciencias Económico-Administrativas, egresó en 2016 con número de cedula 10588950.

En 2017 comenzó sus estudios de Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola, en la misma casa de estudios, siendo becaria del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología durante los cuatro años de tal programa.

## RESUMEN GENERAL

### ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN EN MÉXICO<sup>1</sup>

El cultivo del algodón en México es de gran importancia por la cadena de valor que genera en la industria textil y la cantidad de empleos que genera. En 2018 se ubicó como el décimo cultivo de mayor valor después de un periodo de franca recuperación tanto de la producción como de la productividad con lo que se perfila un reposicionamiento del país como importante exportador. De 2004 a 2019 la producción de algodón tuvo un crecimiento medio anual de 5.9% que contrasta notoriamente con la caída de la producción en la década de los noventa cuando México, después de ser un importante exportador, presentó una balanza comercial deficitaria en este cultivo. Ante este cambio en el comportamiento del cultivo resulta importante profundizar en el análisis de la evolución de la producción, los factores que la determinaron y su incidencia en la rentabilidad y competitividad del cultivo. Los resultados de dicho análisis muestran que el comportamiento favorable de los precios de la fibra y la adopción de variedades genéticamente modificadas (GM) han sido los factores determinantes de la recuperación del cultivo. Así mismo, los precios internacionales favorables y el uso de semillas GM han incidido en la rentabilidad del cultivo en los principales estados productores de algodón en el ciclo primavera-verano 2018. En tanto, las semillas GM permiten mejor control de plagas, menores erogaciones en insecticidas y rendimientos superiores, a pesar de ser más costosas que las semillas convencionales. El cultivo fue rentable en el ciclo analizado, pero la rentabilidad es altamente sensible a las variaciones del precio internacional de la fibra. Por último, respecto a la competitividad los indicadores obtenidos muestran que a pesar de la recuperación de la producción y la productividad el algodón mexicano es poco competitivo derivado, entre otros, de la fuerte competencia internacional.

**Palabras clave:** competitividad, *Gossypium hirsutum*, rentabilidad, semillas genéticamente modificadas.

---

<sup>1</sup>Tesis de Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo.  
Autor: Maricruz Gutiérrez Hernández.  
Directora de tesis: Dra. Dixia Dania Vega Valdivia.

## GENERAL ABSTRACT

### ECONOMIC ASPECTS OF COTTON PRODUCTION IN MEXICO<sup>2</sup>

Cotton cultivation in Mexico is of great importance because of the value chain it generates in the textile industry and the number of jobs it generates. In 2018, it ranked as the tenth highest-value crop after a period of frank recovery in both production and productivity, leading to a repositioning of the country as a major exporter. From 2004 to 2019, cotton production had an average annual growth of 5.9%, which contrasts sharply with the fall in production in the 1990s when Mexico, after being a major exporter, showed a deficit trade balance in this crop. In view of this change in the behavior of the crop, it is important to deepen the analysis of the evolution of production, the factors that determined it and its impact on the profitability and competitiveness of the crop. The results of this analysis show that the favorable behavior of fiber prices and the adoption of genetically modified (GM) varieties have been the determining factors in crop recovery. Similarly, favorable international prices and the use of GM seeds have affected crop profitability in the major cotton producing states in the spring-summer 2018 cycle. Meanwhile, GM seeds allow better pest control, lower erogations in insecticides and higher yields, despite being more expensive than conventional seeds. Cultivation was profitable in the cycle analyzed, but profitability is highly sensitive to variations in the international price of fiber. Finally, regarding competitiveness, the indicators obtained show that, despite the recovery in production and productivity, Mexican cotton is uncompetitive derived, among others, from strong international competition.

**Key words:** competitiveness, *Gossypium hirsutum*, profitability, genetically modified seeds.

---

<sup>2</sup>Thesis, Universidad Autónoma Chapingo.  
Author: Maricruz Gutiérrez Hernández.  
Advisor: Dra. Dixia Dania Vega Valdivia.

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL**

El algodón es la planta textil de fibra suave más importante del mundo y su cultivo es de los más antiguos (CIBIOGEM, 2014). Es un cultivo domesticado desde hace milenios y que ha desempeñado un papel fundamental a lo largo de la historia (FAO y ABC, 2018). Los primeros registros que se tienen sobre su cultivo datan de los años 1,500 A.C., sin embargo, existe evidencia arqueológica más antigua sobre su aprovechamiento (3,000- 2,500 A.C.) en el Alto Egipto, la zona Andina y en Mesoamérica (AGROBIO, 2018).

Es cultivado principalmente por la fibra y las semillas; es la planta de fibra suave más usada en el mundo para la confección de prendas de vestir, material de curación, tapicería y papel moneda (AGROBIO, 2018). El algodón representa alrededor del 30% de las fibras empleadas en la industria textil mundial y forma parte del sustento de vida de 350 millones de personas alrededor del mundo (FAO y ABC, 2018). De la semilla se extrae aceite comestible, mientras que su cáscara es empleada como forraje crudo, combustible o abono (Solleiro y Mejía, 2016).

Este cultivo representa un papel estratégico para muchos países, especialmente para los que se encuentran en vías de desarrollo; su cadena de valor permite que se consolide como un significativo proveedor de empleo y como una fuente de ingreso para los agricultores. En África 37 de los 53 países son productores de algodón, mientras que 30 se han consolidado como exportadores. Muchas naciones de Asia Central también dependen de este cultivo (SAGARPA-FAO, 2014).

Es una planta nativa de países tropicales, sin embargo, su cultivo se ha expandido por todo el mundo gracias a los avances en las técnicas de cultivo y a la aparición de nuevas variedades (SNICS, 2014). Alrededor de 100 países destinan al cultivo del algodón el 2.5% de la tierra cultivable en todo el mundo, lo que lo convierte en uno de los cultivos más importantes en términos de utilización del suelo. El algodón es un producto básico agrícola con el que se comercia



intensamente; en su exportación o importación involucra a más de 150 países (CCI, 2007).

En 2019 la producción mundial ascendió a 26.4 millones de toneladas, abarcando una superficie de 34.9 millones de hectáreas. Los principales países productores de algodón son India, China, Estados Unidos y Brasil, que en conjunto representaron el 74% de la producción mundial (USDA, 2021).

En 2019 en México se obtuvo una producción de 341.8 mil toneladas de algodón pluma y se destinó una superficie de 207.9 mil hectáreas a su cultivo. Los principales estados productores fueron Chihuahua, Baja California y Coahuila, en conjunto representan el 92% de la producción nacional de algodón.

En México la importancia del cultivo se vincula con la creciente demanda de fibra de la industria, así como con la cantidad de empleo que éste genera a lo largo del año, por lo tanto, el algodón tiene un alto impacto en el campo mexicano. Los empleos derivados del algodón superan los empleos creados por los principales cultivos generadores de divisas en el país como café, aguacate y caña de azúcar (SAGARPA-FAO, 2014).

### **1.1 Antecedentes**

La primera región en la que se cree que se sembró algodón en México fue en Veracruz. En el siglo XVI se tenía una producción de 116 millones de libras, pero ésta disminuyó con la llegada de los españoles. A partir de 1860 aumentó de manera considerable el interés en el cultivo en varias regiones del país, principalmente las zonas situadas al norte y cerca de EE. UU. (CIBIOGEM, 2014).

En México el algodón representó durante una buena parte del siglo XX una de las mayores oportunidades de progreso regional. Se desarrolló una economía centrada en dicho cultivo en las zonas algodonerías del norte como la Comarca Lagunera, Chihuahua y el Valle de Mexicali (Cerutti, 2013). En la Comarca Lagunera durante las décadas de 1940 y 1950, el algodón fue el cultivo

tradicional por excelencia, llegándose a sembrar hasta 100,000 hectáreas por ciclo, lo cual impactó positivamente en la generación de empleos directos e indirectos (Fernández, 2001). En el valle de Mexicali, los inicios de la actividad algodonera contaron con la presencia de inversiones estadounidenses. En la zona se registraron los mayores niveles de producción desde 1920 hasta finales del decenio de 1960, que fueron posibles por la introducción de moderna infraestructura de irrigación, los encadenamientos productivos externos y la oferta de servicios financieros (Almaraz, 2015).

De acuerdo con Cerutti (2013) la relevancia alcanzada por el algodón en la posguerra puede ser verificada por varias razones. En 1955 se cosecharon más de dos millones de pacas; en 1950, 1954 y 1955 el algodón contribuyó con más del 25% del valor de la producción agrícola total; en algunos años de la década de los cincuenta el algodón representó más de la cuarta parte del valor exportado y respecto a lo recaudado por el gobierno como impuestos al total de las exportaciones, en 1962 y 1965 llegó a contribuir con más de 55% y 62%, respectivamente, del total recaudado. Con el desempeño competitivo del cultivo fue factible alimentar las políticas de desarrollo y de bienestar social en el país. La política de irrigación iniciada en 1925 se concretó con grandes obras entre 1940 y 1970, con lo que por medio de gigantescos distritos de riego se logró humedecer y reverdecer significativas porciones del desierto.

México llegó a ser uno de los principales países exportadores de algodón a principios de la década de los sesenta (SAGARPA-FAO, 2014). Las regiones productoras del norte del país cosechaban y comercializaban una fibra de muy diversa calidad que se colocaba en el mercado internacional con regularidad y eficiencia. Hubo años en los que se colocó en el extranjero más del 85% de las pacas cosechadas, por lo que de 1955 a 1959 México figuró entre los tres primeros exportadores, junto a potencias como la Unión Soviética, Egipto y Pakistán (Cerutti, 2013).

Sin embargo, México siguió la misma ruta de otras naciones de América Latina y, a partir del decenio de 1970, el cultivo comenzó a perder presencia y apoyo hasta casi desaparecer (SAGARPA-FAO, 2014). El aumento en el consumo de las fibras sintéticas y la existencia de cultivos alternativos causaron la disminución de la superficie algodonera que, a principios de la década de los ochenta, representó aproximadamente 40% de lo que se sembraba a finales de la década de los cincuenta (CEPAL, 1985).

De acuerdo con Carrillo (2013) la brusca disminución y el abandono paulatino del cultivo de algodón en las regiones productoras se debió a factores como el poco competitivo precio internacional de la fibra, la acelerada sustitución de la fibra de algodón por las fibras sintéticas en el mercado textil, la elevación de los costos de producción, la vulnerabilidad asociada a factores naturales como ataque de plagas y enfermedades, y la salinidad en los mantos freáticos. Sin embargo, cada región experimentó una combinación de factores; en Tamaulipas el bajo rendimiento por hectárea y la erosión de la tierra causaron esta disminución; el alto grado de salinidad en los suelos en Mexicali redujo la producción algodonera; el sobreendeudamiento y la fuerte carga impositiva sumada a los altos costos del despepite causaron el declive en Delicias, Chihuahua.

La significación del algodón para la economía mexicana mostró un estancamiento en los niveles de producción y una alta prioridad para industria textil nacional, por lo que el descenso de la producción algodonera se vinculó con su baja presencia en las exportaciones. Además, la importancia del algodón en el total de bienes exportados disminuyó en virtud del gran auge de otros rubros de exportación como es el caso de las manufacturas y los combustibles; en 1978 la participación del algodón fue de 4.78% en las exportaciones totales de México. Mientras que en 1955 México contribuyó con el 10.1% de las exportaciones mundiales de algodón, en 1978 su participación cayó a 3.8% (CEPAL, 1985).

Entre 1992 y 1993 ocurrió el llamado “colapso algodonnero” como consecuencia, principalmente, del alto costo de producción derivado del control de plagas de lepidópteros (SNICS, 2020). La incorrecta utilización de plaguicidas, la caída de los precios de la fibra en el mercado internacional, así como la falta de políticas y mecanismos adecuados de apoyo al cultivo, son otros de los factores que causaron el declive de la superficie algodonnera en México (Fernández, 2001; Solleiro y Mejía, 2016).

De acuerdo con Fernández (2001) a inicios de la década de los noventa, en México el agricultor mexicano dejó producir algodón por la falta de rentabilidad y debido a que la fibra era importada desde EE. UU. a un precio más bajo y a través de mecanismos crediticios que motivaban a los textileros mexicanos a adquirir la fibra desde ese país.

Palomo *et al.*, (2003) señalaron que los altos costos de producción del cultivo de algodón se debían a la siembra de variedades de ciclo tardío con altos requerimientos de insumos que, aunado al bajo precio de la fibra en el mercado internacional, causan que el algodón no fuera rentable, por ende, señalan que es necesario reducir los costos e incrementar la productividad mediante sistemas de producción que acorten el ciclo del cultivo.

Históricamente en México se habían usado semillas de variedades convencionales que provenían de empresas semilleras transnacionales y de instituciones mexicanas como el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Estas variedades producían un algodón de buena calidad y con rendimientos altos que le permitieron al país ser competitivo en el mercado internacional, sin embargo, desde comienzos de la década de los noventa, la producción se vio afectada por el ataque de plagas, por lo que el uso de agroquímicos se hizo excesivo generando problemas ambientales, elevación de costos y baja rentabilidad (SNICS, 2020).

## 1.2 Planteamiento del problema

La producción algodонера ha ido recobrando importancia después de varios años de enfrentar el desinterés de los agricultores, derivado de la pérdida de rentabilidad. De 2009 a 2018 la superficie algodонера creció 233%, mientras que la producción la producción creció 265% al pasar de 103.41 toneladas de algodón pluma a 377.75 mil toneladas. Los rendimientos aumentaron 25% en el mismo periodo (USDA, 2021). Este importante incremento de la producción y la productividad del cultivo del algodón obliga a profundizar en el conocimiento de las causas que lo originaron, así como la medida en qué esta evolución lleva al país a posicionarse nuevamente en el mercado internacional a través de una menor dependencia de importaciones y con la generación de excedentes de exportación.

Sin embargo, en las zonas áridas del norte de México donde se cultiva el algodón, las condiciones climáticas adversas son frecuentes y la falta de agua afecta gravemente al cultivo en dichas regiones. Los gastos realizados en equipos especiales de siembra y fertilizantes, así como en sistemas de riego, causan altos costos de producción, que afectan la rentabilidad del cultivo (Rocha-Munive *et al.*, 2018). De manera que, aún con el uso de semillas mejoradas genéticamente, existe poca claridad respecto a la rentabilidad del cultivo, lo cual explica las fluctuaciones de la superficie destinada al mismo y de la producción. Por ende, se hace necesaria la indagación sobre cuáles son los factores que inciden sobre la rentabilidad del cultivo en las principales regiones algodonerías del país.

México es cada vez menos competitivo en el sector externo debido a la creciente importación productos agroalimentarios, lo que implica una menor capacidad de producirlos y distribuirlos como ha sido el caso del algodón. La apertura comercial no ha repercutido en el aumento de la competitividad del sector agrícola (Ayala *et al.*, 2011). Bajo este contexto, la reciente recuperación del cultivo podría indicar un mejor desempeño competitivo con respecto a sus socios

comerciales, por lo que es necesario analizar la competitividad del algodón mexicano en el mercado mundial.

### **1.3 Justificación e importancia**

La disponibilidad de alimentos y de insumos agrícolas es necesaria para la supervivencia humana, lo cual es responsabilidad del sector agroalimentario desde el productor hasta el consumidor. En tanto, es elemental satisfacer a los consumidores de alimentos sanos y a los sectores industriales de materias primas de alta calidad, en cantidad y diversidad adecuadas y a precios accesibles.

El sistema agroindustrial debe innovar en productos, procesos, organización y utilización de los recursos naturales, todo ello bajo el contexto del crecimiento demográfico, disminución de recursos hídricos y de fuentes clásicas energéticas y cambio climático. En este marco, la ciencia y la política deben lograr el aumento de la producción agrícola a través de actividades coordinadas y eficientes sobre los factores productivos, el comercio y la industria (Briz Y De Felipe, 2013).

Bajo este contexto, es de suma importancia dedicar tiempo y recursos a la investigación de productos estratégicos para la economía de México como es el caso del algodón. La utilidad de la investigación radica en la importancia económica que este cultivo tiene para la industria textil puesto que la fibra de algodón es una de las materias primas por excelencia de esta industria. Aunado a ello, su cadena de valor genera otros subproductos de importancia comercial en la en la fabricación de papel, extracción de aceite comestible y alimentación de ganado. La industria textil es una de las más dinámicas y es extensiva en el uso de mano de obra, por lo que resulta vital garantizar el abasto de fibra de calidad para que ésta se desarrolle y potencie sus capacidades productivas en pro de la generación de empleos.

Dadas la condiciones actuales a las que se enfrentan los productores de algodón asociadas al desabasto de semillas y a la negativa de las autoridades para

autorizar nuevos eventos biotecnológicos, el sector académico debe enfatizar a través de sus investigaciones sobre la necesidad de proponer alternativas factibles que coadyuven a mejorar el abasto de insumos agrícolas, ya que los productores poseen los conocimientos necesarios para incrementar la productividad y la competitividad del cultivo, pero se requiere de políticas públicas y de instituciones que promuevan el desarrollo tecnológico en el sector primario así como una correcta vinculación de éste con el sector industrial del país.

## **1.4 Objetivos**

### **General**

Estudiar los aspectos económicos relacionados con la producción y competitividad del algodón en México.

### **Particulares**

- Determinar los factores asociados a la recuperación de la producción y la productividad de algodón en México en el periodo 2004-2019 y evaluar la competitividad del cultivo en el comercio exterior.
- Identificar los principales factores que inciden en los diferentes niveles de rentabilidad del cultivo en Chihuahua y Baja California, para el ciclo primavera-verano 2018.
- Examinar la competitividad del algodón mexicano en el mercado mundial, a través del cálculo de indicadores de competitividad para el periodo 1960-2017.

## **1.5 Hipótesis**

### **General**

La producción algodonera en México se ha recuperado en años recientes por la adopción de semillas genéticamente modificadas y la tendencia favorable de los

precios de la fibra en el mercado internacional. Sin embargo, la producción nacional es insuficiente para satisfacer los requerimientos de la industria textil nacional.

### **Particulares**

- El comportamiento favorable de los precios de la fibra y la adopción de variedades GM, han impactado en la recuperación del cultivo; existe una tendencia positiva hacia la competitividad del cultivo de algodón.
- La introducción de variedades de algodón GM y el comportamiento de los precios de la fibra son los aspectos de mayor relevancia en la rentabilidad del cultivo en los principales estados productores de algodón en México en el ciclo primavera-verano 2018.
- Con el descenso de la producción, México perdió la competitividad en el cultivo de algodón desde principios de la década de los noventa, situación que no se ha logrado revertir.

### **1.6 Presentación**

La presente investigación se estructura en cinco capítulos. El capítulo I se refiere a la introducción general, en la cual se describen los antecedentes de la investigación, el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos e hipótesis planteados, así como la presentación del contenido de la tesis.

El capítulo II corresponde a la revisión de la literatura realizada para la elaboración de la investigación; incluye un análisis de los principales aspectos teóricos que permitieron la formulación de las hipótesis como es el caso del análisis de los factores que determinan los precios de los productos agrícolas y los aspectos relevantes de la competitividad, así como aspectos específicos del problema planteado como la descripción del cultivo algodónero, su problemática, la descripción de los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) y la adopción en México de estos.



El capítulo III de la investigación se titula “Desempeño competitivo del algodón en México en el periodo 2004-2019”, en el cual se analiza la situación actual de la producción de algodón a nivel mundial, en el caso de México y en los principales estados productores, para identificar los factores determinantes de la recuperación de la producción nacional algodонера y evaluar la competitividad del cultivo en el comercio exterior.

El capítulo IV de la investigación se titula “Costos de producción y rentabilidad del algodón en los principales estados productores de México” en el cual se analizan los factores que inciden en los diferentes niveles de rentabilidad del cultivo de algodón en Chihuahua y Baja California, para el ciclo primavera-verano 2018.

El capítulo V de la investigación se titula “Producción y competitividad del algodón mexicano en el contexto internacional”, y corresponde a un artículo de investigación publicado en la revista *Agroproductividad* del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, volumen 12, número 12, diciembre de 2019. El objetivo de este artículo fue analizar la producción y competitividad del algodón mexicano en el mercado mundial utilizando diferentes indicadores.

En el capítulo VI se presentan las conclusiones generales del trabajo de investigación dando cuenta de la importancia del cultivo de algodón ara la economía de México.

## **CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Teorías sobre valor económico y precios**

La rentabilidad es el beneficio derivado de la diferencia entre el ingreso y el costo total. El ingreso total depende, fundamentalmente del precio. Sin embargo, el precio es resultado de varios factores causales. De ahí que es importante revisar el concepto y la manera en que los expertos explican su comportamiento.

La teoría de los precios representa el núcleo de la teoría económica; la noción de precio es el concepto central de la ciencia de la sociedad de mercado (Klimovsky, 2011). El papel central conferido al análisis de los precios deriva del hecho de que no exista proposición ni variable económicamente relevante en el mundo moderno, que no tenga que ser expresada en términos de precios (Leriche y Moreno, 2000).

Las corrientes del pensamiento económico se pueden clasificar a partir de las teorías del valor económico que sustentan, cuyo objetivo es determinar los factores causales que afectan el proceso de formación de precios relativos en los mercados de productos y de factores (Di Filippo, 2006). En una sociedad los individuos deciden qué, cómo, cuándo y dónde producen y consumen; la teoría de los precios pretende demostrar que, en una sociedad compuesta por individuos egoístas e independientes, existe un mecanismo ajeno a su voluntad que hace compatibles sus decisiones: el funcionamiento del sistema de precios (Klimovsky, 2011).

De acuerdo con Klimovsky (2011), existen dos diferentes teorías de los precios, las cuales no poseen el mismo grado de desarrollo. La primera es la teoría neoclásica del equilibrio general, es por mucho la teoría más avanzada y representa el enfoque dominante aceptado por la mayoría de los economistas; la segunda es la teoría clásica de los precios de producción. En ambas teorías se deja de lado la moneda, lo que plantea el problema de su integración en la teoría del valor, es decir, los precios son determinados a través de las teorías del valor.

La teoría clásica de los precios tiene sus elementos fundamentales en los trabajos de Ricardo. El capitalismo es una sociedad asimétrica, formada por capitalistas, trabajadores y terratenientes, que tienen diferente poder de decisión, por lo que la actividad económica deriva de la acción preferente de la clase dominante, la capitalista. Éstos, representan al agente básico de la sociedad y, por consiguiente, las relaciones fundamentales entre los agentes son las de compra y venta de medios de producción y trabajo. La producción es concebida como un proceso circular que produce mercancías por medio de mercancías de modo que, éstas son a la vez resultado y punto de partida del proceso productivo, en el que se va generando un excedente. El problema económico consiste en entender como el resultado del proceso productivo se convierte en la condición para la continuación de este y como se distribuye tal excedente. El sistema de precios debe garantizar la reproducción del sistema, es decir, permitir que se reestablezcan las condiciones de producción. La regla para la repartición del excedente es la uniformidad de la tasa de ganancia, en este caso, el precio del excedente se distribuye en proporción al precio de los medios de producción adelantados. El equilibrio competitivo se alcanza donde la ganancia es la misma en todos los sectores, mientras que los precios de producción son precios de equilibrio.

La teoría neoclásica del equilibrio general parte de la concepción del problema económico como la utilización de recursos escasos para el logro de fines alternativos. El intercambio a los precios de equilibrio reasigna eficientemente los recursos disponibles, es decir, el mercado se presenta como un proceso neutro que permite el logro de la eficiencia. Bajo este enfoque, el capitalismo es una sociedad simétrica en la que la actividad económica es el resultado de la acción de todos los individuos por igual, que solo se diferencian por sus gustos y sus dotaciones iniciales; los individuos son tomadores de precios y se agrupan en consumidores y productores que participan en una economía de intercambio puro. Los precios de los bienes y servicios de los factores se determinan simultáneamente con las cantidades a partir de un principio único: el de la oferta

y la demanda que constituyen dos fuerzas simétricas que aseguran el equilibrio de los mercados y de los individuos admitiendo la existencia de un sistema centralizado de transacciones.

El sistema de producción capitalista moderno caracterizado por un alto grado de división del trabajo requiere para su funcionamiento de un conjunto de mercados donde se compren y vendan los bienes y servicios producidos (Mochón, 2006). En la economía contemporánea, el proceso de formación de precios en el mercado está regido por los principios económicos de la oferta y la demanda (León, 2010).

El mecanismo de mercado es el conjunto de mercados que integran la economía de mercado y es lo que permite que la economía funcione apropiadamente. En esta economía los recursos se asignan por medio de las decisiones descentralizadas de muchas empresas y hogares conforme actúan en los mercados y, por ende, funciona con un alto grado de eficiencia y libertad económica. Los movimientos de los precios son señales que inducen a los productores a comportarse de forma correcta, asimismo, el mercado motiva a los individuos a utilizar cuidadosamente los recursos escasos; los precios funge racionando las escasas cantidades disponibles (Mochón, 2006).

La cantidad demandada de un bien o servicio es la cantidad de éste que los consumidores planean comprar durante un periodo dado a un precio específico; se mide en términos de cantidad por unidad de tiempo, y a pesar de que depende de muchos factores, el precio del bien es el determinante más importante. La ley de la demanda establece que, si los demás factores permanecen constantes, cuanto más alto sea el precio de un bien menor será la cantidad demandada del mismo, y cuanto más bajo sea el precio de un bien mayor será la cantidad demandada del mismo (Parkin y Loría, 2010).

La oferta es la relación entre la cantidad ofertada de un bien y su precio cuando todos los demás factores que influyen en los planes de venta permanecen constantes; la ley de la oferta indica que cuanto más alto sea el precio de un

bien, mayor será la cantidad ofertada (Parkin y Loría, 2010). La oferta depende varios factores: el precio del bien condiciona la cantidad ofrecida en sentido positivo; los precios de los recursos que se utilizan para su producción (costos) se relacionan de manera inversa con el nivel de producción; el número de proveedores en el mercado afecta de manera positiva el nivel de la oferta; los precios esperados en el futuro se relacionan de manera inversa con la oferta actual, es decir, si se espera que el precio aumente es conveniente reducir la oferta y vender en el futuro; la tecnología, es decir, la introducción de nuevos sistemas de producción y organización, influyen en sentido directo sobre la oferta al permitir una mayor producción con la misma dotación de factores; la dotación de recursos se relaciona positivamente con la oferta, una mayor dotación de recursos permite un nivel de producción alto (León, 2010).

Al precio de equilibrio tanto la cantidad demandada como la cantidad ofrecida son iguales; con precios por encima del precio de equilibrio, surge un excedente y el precio baja; con precios por debajo del precio de equilibrio, surge un faltante y los precios tienden a subir. Un aumento en la demanda provoca un alza del precio en el mercado y un incremento en la cantidad ofrecida, y viceversa. En cuanto a los cambios en la oferta, un incremento provoca una baja en el precio y el aumento de la demanda, mientras que una disminución en la oferta provocará un aumento en el precio y una reducción en la demanda (Parkin y Loría, 2010).

## **2.2 Los precios en los mercados agrícolas**

Los mercados de productos agrícolas han sido considerados frecuentemente como los más próximos a los esquemas diseñados en la teoría económica; la oferta agraria se muestra a través de un gran número de agricultores incapaces de influir individualmente sobre la cantidad ofrecida y sobre los precios. Los precios son flexibles tanto al alza como a la baja y en el corto plazo se determinan por la intersección de la oferta y la demanda. Sin embargo, la realidad se aleja de esta situación, la producción agrícola no es tan flexible a las órdenes que

imparte el mercado, con lo que se presentan frecuentemente fenómenos de sobreproducción y escasos (Guillem, 1968).

De acuerdo con Lam (2010) algunos de los principales factores que afectan la oferta son: variación en los costos de producción, las innovaciones tecnológicas aplicadas al sector, la variación en la productividad, el acceso a los factores de producción e información y las variaciones aleatorias.

De acuerdo con Montero y Rodríguez (2017), el precio de un producto agrícola se puede plantear de manera general como una función de diferentes variables:

$$P = f(Q, P_{ins}, T, CI, P_c, P_a, R, N, G, Exp)$$

Donde:

- $P$ : precio del producto;
- $Q$ : cantidad ofrecida;
- $P_{ins}$ : precio de los insumos (semillas, fertilizantes, mano de obra, etc.);
- $T$ : tecnología empleada
- $CI$ : factores climáticos, plagas y enfermedades;
- $P_c$ : precio de productos competitivos por los mismos recursos;
- $P_a$ : precio de cultivos asociados;
- $R$ : inventarios o reservas existentes;
- $N$ : número de hectáreas o estructura de producción;
- $G$ : políticas gubernamentales (comercialización, normas fitosanitarias, etc.)
- $Exp$ : expectativas y actitudes del productor;

Existe una relación causal directa entre la cantidad ofrecida y el precio del producto, esto quiere decir que, a un precio mayor, mayor cantidad ofrecida puesto que ante alzas en el precio, los productores tienen mayores incentivos para producir y vender (Montero y Rodríguez, 2017). Sin embargo, la irregularidad es la principal característica de la oferta agrícola; la producción anual depende fuertemente de los factores climáticos y biológicos, como la incidencia de plagas y enfermedades, que causan importantes oscilaciones en los rendimientos, por lo que las cosechas anuales varían considerablemente a pesar de que el uso de factores sea prácticamente constante (Guillem, 1968).

El algodón se enfrenta a diversas dificultades para su adecuado desarrollo al requerir de altas temperaturas para su crecimiento, así como de una gran cantidad de agua durante todo su desarrollo. La planta tiene un desarrollo inicial lento y está expuesto al ataque de insectos y a la competencia por malezas agresivas. Estas situaciones disminuyen los rendimientos y elevan los costos de producción, lo cual afecta negativamente los niveles de producción obtenidos.

El proceso de formación de precios en los mercados agrícolas depende de manera intrínseca de las características de las diferentes regiones productoras, así como del cultivo del que se trate. Existen diferencias significativas entre las zonas productoras con respecto al uso de la tecnología, el acceso al agua, los mercados de destino y las facilidades de transporte; estos elementos inciden fuertemente en la selección de cultivos y en la rentabilidad de su producción. En este sentido, el precio de los insumos agrícolas, que suele representar entre el 20 y el 60% de los costos totales de los factores, está relacionado de manera inversa con la oferta, es decir, ante aumentos en precio de los insumos, la oferta disminuye y con ello aumenta el precio en el mercado (Montero y Rodríguez, 2017; Lam, 2010).

Otro determinante del precio corresponde a la tecnología aplicada; entre mayor sea el grado tecnológico, se espera que el sistema productivo resulte más eficiente (Montero y Rodríguez, 2017). La mayor eficiencia productiva se puede

dar a través de una mayor cantidad de producto por unidad de insumo o la misma cantidad de producto a menor costo de producción. Por lo tanto, la oferta se relaciona de manera directa con la tecnología (Lam, 2010).

El cultivo de algodón se realiza en las zonas áridas del norte de México, donde las condiciones climáticas adversas son frecuentes, así como la falta de agua. Su producción requiere de maquinaria especializada, sistemas de riego y de recolección, así como una cantidad significativa agroquímicos, por ende, el comportamiento de los precios de tales insumos afecta la rentabilidad. El alza de los precios de los insumos agrícolas y del costo de los energéticos, han afectado el precio internacional de la fibra.

La discontinuidad es otra característica de la oferta que afecta al precio; el rígido ciclo biológico con que trabaja el sector determina que las cosechas se recolecten por lo general una vez al año y durante un intervalo de tiempo muy corto (Guillem, 1968). En el sector agropecuario se deben respetar los ciclos de producción de plantas y animales, por lo que una de las mayores limitantes de la oferta es la disponibilidad inmediata del producto para su comercialización; el ciclo de producción de cualquier cultivo debe contemplarse como un factor determinante (Montero y Rodríguez, 2017). La industrialización y el empleo de medios técnicos, así como la mayor extensión geográfica de los mercados, han limitado la irregularidad y la estacionalidad de la oferta, al compensarse las buenas y malas cosechas y de cierta forma, escalonarse relativamente en el tiempo (Guillem, 1968).

La oferta es inducida por la producción, pero no siempre es igual a la producción, es decir, suele ocurrir en los mercados agrícolas que, los productores almacenen sus productos cuando los precios son muy bajos y, los saquen al mercado cuando los precios aumenten (Shepherd, 2001). Los niveles de stocks o inventarios de los oferentes juegan un papel muy importante en la formación del precio de un producto. La forma en que se maneja la información sobre el nivel de inventarios puede ser causante de cambios bruscos en los precios



agrícolas, por lo que se considera que, un buen manejo de inventarios es una acción de gestión de riesgo, de tal manera que las economías que tienen políticas sólidas de gestión de inventarios presentan menores niveles de volatilidad en sus precios y son menos vulnerables a los vaivenes del mercado internacional (Montero y Rodríguez, 2017).

El precio internacional del algodón ha estado influenciado por los niveles de producción, consumo e inventarios. A comienzos de 2009 el precio mostró una tendencia alcista como consecuencia de una producción baja acompañada de mayores niveles de demanda. Los precios altos estimularon la producción por lo que ésta superó al consumo, los inventarios se acumularon y a principios de 2016, el precio de referencia reportó tendencia a la baja.

El agricultor puede enfrentarse a diversas opciones de cultivo, por lo que la existencia de otros productos que son competitivos por los mismos recursos es otro determinante del precio del producto en cuestión. Los principales factores de la producción son la tierra, el trabajo y el capital; el hecho de que se introduzca un nuevo cultivo en una zona determinada tendrá importantes consecuencias sobre la oferta de los cultivos existentes porque requerirá de factores productivos considerados escasos (Montero y Rodríguez, 2017).

La preferencia de los agricultores por otros cultivos, en especial los de alimento de ganado como el sorgo y el maíz, han causado caídas de la producción y de la superficie aldonera en México. Esto ocurre cuando estos cultivos tienen precios más competitivos que los de la fibra de algodón en el mercado internacional y doméstico.

El precio tiene una connotación política, es decir, se ve influenciado por las decisiones de política económica que desarrolle el gobierno en turno (Fernández y Loíacono, 2001). De acuerdo con Norton (2004) las políticas gubernamentales tienen diferentes propósitos. Algunas buscan reducir la diferencia entre los precios al productor y al consumidor, a través de mejoras en la eficiencia de la cadena de mercadeo; otras están enfocadas a reducir las fluctuaciones

estacionales mediante un mayor acceso al almacenamiento y a mecanismos mejorados para la llegada oportuna de importaciones; otras tratan de inducir a los agricultores y comerciantes rurales a elevar la calidad de sus productos para poder obtener un precio mayor en el mercado.

De acuerdo con Montero y Rodríguez (2017) las decisiones de producción y de consumo están ligadas entre sí, es decir, los productores cultivan aquellos productos que tienen la certeza que van a ser demandados en el mercado en mayor medida, por lo que es necesario analizar los patrones de consumo, los cuales están influenciados por una serie de factores conocidos como determinantes de la demanda. En la siguiente función se presenta el precio agrícola como función de las principales variables que influyen en la demanda:

$$P = f(Q, I, GP, G, P_e, E_s, P_r)$$

Donde:

- $P$ : precio del producto;
- $Q$ : cantidad demandada;
- $I$ : ingreso de los consumidores;
- $GP$ : gustos y preferencias;
- $G$ : políticas gubernamentales (impuestos, subsidios, etc.);
- $P_e$ : perecibilidad de los productos;
- $E_s$ : especificaciones socioambientales;
- $P_r$ : precios de productos relacionados (complementarios y sustitutos);

El precio desempeña un papel muy importante en la determinación de la cantidad de bienes y/o servicios que el consumidor está dispuesto y es capaz de comprar. En este sentido, a medida que el precio de un determinado bien aumenta, la

cantidad demandada disminuye, y viceversa. Es importante que los productores agrícolas comprendan el grado en el que la demanda responde a las variaciones de los precios; esto permite una mejor estrategia de precios, así como el cálculo del impacto de los precios en sus ventas e ingresos totales (Gumirakiza y Curtis, 2014).

La cantidad demandada de un bien no solo está en función de su precio, sino también del precio de otros productos; el efecto que éste tenga depende de qué tipo de producto sea, sustituto o complementario. Si el producto es sustituto, la relación entre su precio y la demanda del bien en cuestión es positiva, mientras que, si el producto es complementario dicha relación es negativa (Lam, 2010).

El precio del algodón en el mercado internacional se encuentra constantemente bajo presión de la demanda de fibras sintéticas, principalmente del poliéster. Los precios del algodón han sido históricamente más altos que los precios del poliéster. El consumo de algodón se ha estancado en los últimos años debido a la competencia que enfrenta en el mercado con otras fibras.

En cuando al comportamiento de la demanda en el corto plazo, vale destacar su relativa rigidez. La correlación que existe entre oferta, demanda y precios es muy compleja; un cambio en el precio de un producto puede afectar su demanda y, a la vez, el precio de otro producto. En general, se observa que la oferta fluctúa más que la demanda, por ende, los cambios en la producción tendrán una repercusión más grande sobre los precios que los cambios en la demanda (Shepherd, 2001).

Otro factor de importancia al analizar la formación de precios es el comportamiento del consumidor a partir de sus gustos y preferencias; a pesar de que se hable de productos agrícolas en general, hay diferencias importantes entre los productos frescos y los productos que pueden almacenarse y que tienen una vida útil mucho más larga. Los productos con algún sello distintivo son claro ejemplo de cómo la demanda varía de acuerdo con los gustos y preferencias y al ingreso de los consumidores. Las certificaciones de productos

orgánicos intentan demostrar al consumidor que su producción está regida por una serie de especificaciones relacionadas, en su mayoría con estándares medioambientales, por las que el consumidor muestra disposición a pagar un monto adicional al asegurarse que dicho producto es de mayor calidad. En este sentido vale destacar que, la calidad de un producto la establece el mercado en función del valor que le atribuyen los consumidores, a partir de un conjunto de características y propiedades consideradas superiores con respecto al resto de los productos disponibles en los mercados (Montero y Rodríguez, 2017).

La demanda agrícola se ve afectada en el largo plazo principalmente por las variaciones de la población y por los cambios en la renta percibida. El crecimiento poblacional resulta ser un factor positivo que hace aumentar la demanda en términos absolutos, mientras que, el aumento de la renta resulta ser un factor menos relevante en las variaciones de la demanda. Con el paso del tiempo y dependiendo de las características del mercado, la demanda considerada globalmente, se estabilizará en un determinado nivel (Guillem, 1968).

### **2.3 Costos de producción**

A donde quiera que vaya la producción, los costos la siguen como una sombra, debido a que el papel de los costos va más allá de influir en la producción y en las utilidades de la empresa, sino que afectan las elecciones de insumos, las decisiones de inversión e incluso, determinan la opción de continuar o no en el negocio (Samuelson y William, 2006). Para todo agente económico realizar una acción o dejar de realizarla le implica un costo, ya sea monetario, de tiempo, etc. Los costos representan un importante concepto en cada etapa del proceso productivo. La empresa busca la maximización de sus beneficios y una de las formas más eficientes de hacerlo es a través del control y gestión de costos (Cuadros *et al.*, 2012).

Los principales elementos de los costos de una empresa son sus costos fijos y sus costos variables; los costos totales son iguales a los costos fijos más los variables. Los costos fijos son los que la empresa paga incluso si la producción

es igual a cero y no varían incluso si la producción lo hace. En ocasiones se denominan costos indirectos o hundidos, incluye el alquiler de la fábrica, pago de intereses, salarios fijos, etc. Los costos variables son aquellos que se modifican cuando la producción cambia, por ejemplo, la cantidad de materiales necesarios para el proceso productivo, la energía, entre otros (Samuelson y William, 2006). Los costos fijos se suponen constantes, pero podrían cambiar como resultado de factores asociados con el tiempo y el nivel de producción de la empresa. Los costos variables dependen del nivel de producción y son crecientes; a mayor producción, mayor costo variable (Cadena, 2011).

En el corto plazo las empresas pueden ajustar su producción cambiando la cantidad de factores variables, mientras los factores fijos no pueden ajustarse plenamente (Mochón, 2006). Una empresa que desea generar más producción debe utilizar más trabajo, lo que significa que debe incrementar sus costos. El costo variable y total aumentan a una tasa decreciente a niveles de producción pequeños y después comienzan a aumentar a una tasa creciente. Para comprender estos patrones de cambio se utilizan los conceptos de costo marginal y de costo medio.

El costo marginal es el aumento en el costo total como resultado del incremento en la producción en una unidad y se calcula como el incremento del costo total dividido entre el aumento de la producción. Con niveles de producción pequeños, el costo marginal disminuye a medida que la producción aumenta como resultado de la mayor especialización y división del trabajo, sin embargo, conforme la producción sigue aumentando, el costo marginal termina por aumentar por la ley de los rendimientos decrecientes, la cual indica que cada trabajador adicional hace una aportación cada vez menor a la producción y para obtener una unidad adicional se requieren más trabajadores (Parkin y Loría, 2010).

El costo fijo medio es el costo fijo total por unidad de producción; el costo variable medio es el costo variable por unidad de producción, mientras que el costo total medio es el costo total por unidad de producción. De acuerdo con la teoría

económica, las curvas de costos son no lineales por la ley de rendimientos marginales (Cadena, 2011). La distancia vertical entre las curvas del costo total medio (CTM) y la curva de costo variable medio (CVM) es igual al costo fijo medio; esta distancia se acorta conforme la producción aumenta. La curva de costo marginal (CMg) se cruza con la curva de costo variable medio y la de costo total medio en sus puntos mínimos (Parkin y Loría, 2010).

La lección fundamental de la teoría económica al suponer los costos no lineales radica en la importancia que tiene para la empresa controlar y minimizar sus costos variables y fijar sus precios en niveles rentables. Los costos medios, así como los costos marginales tienen forma de U, es decir, primero decrecen y luego crecen como resultado de la ley de los rendimientos decrecientes; eso permite determinar el costo mínimo con el objeto de maximizar el beneficio. En el punto mínimo del costo del costo medio variable, donde se corta con el costo marginal, se presenta el punto de cierre o de inicio de la empresa; de inicio porque la empresa ha invertido en infraestructura y se encuentra perdiendo costos fijos y de cierre, porque a un precio inferior la empresa pierde los costos fijos y parte o la totalidad de los costos variables. Si la empresa vende su único producto por debajo de los costos variables significa quiebra (Cadena, 2011).

Las posiciones de las curvas de costos a corto plazo dependen de dos factores: la tecnología y los precios de los factores de la producción. Un cambio tecnológico aumenta la producción, es decir, una mejor tecnología permite que los mismos factores de producción puedan producir más, así los costos de producción se reducen y las curvas de costos se desplazan hacia abajo. Un aumento en el precio de uno de los factores de la producción incrementa los costos de la empresa y provoca un desplazamiento en las curvas de costo que va a depender de cuál sea el factor que cambie de precio: un aumento en un costo fijo desplaza las curvas de costo fijo hacia arriba y también la de costo total, mientras que las de costo variable y marginal permanecen constantes (Parkin y Loría, 2010).

En el largo plazo la empresa puede variar tanto la cantidad de trabajo como la cantidad de capital, por lo tanto, en el largo plazo, todos los costos de la empresa son variables y su comportamiento depende de la función de producción, es decir, de la relación entre la máxima producción alcanzable y las cantidades de los factores: la curva de costo medio a largo plazo indica el costo total medio más bajo posible para cada nivel de producción cuando se pueden variar las cantidades de los insumos tanto de capital como de trabajo (Parkin y Loría, 2010).

Para las empresas los costos son de vital importancia, por lo que es común que muchos de sus planes estratégicos estén en función de la reducción de estos, esto con la finalidad de obtener una ventaja en costos. Los costos se atribuyen al desempeño de una actividad en particular, sin embargo, éstos pueden verse afectados por las interacciones entre las actividades del proceso productivo (Porter, 2012). El comportamiento de los costos se debe a diversos factores, éstos representan la causa estructural del costo de una actividad y pueden o no estar bajo control de la empresa, en tanto que, realizar el diagnóstico de los factores de costo permite a la empresa conocer y modificar su posición respecto a la competencia. De acuerdo con Porter (2012) los principales factores de los costos son los siguientes:

- *Economías o deseconomías de escala*: las economías de escala se originan en la capacidad de ejecutar actividades de modo diferente y con más eficiencia en grandes cantidades o en la capacidad de amortizar el precio de los intangibles en volúmenes altos; una actividad que funcione a toda su capacidad resulta más eficiente a una mayor escala.
- *Aprendizaje y desbordamiento*: el costo de una actividad puede disminuir a medida que el aprendizaje mejora su eficiencia. Las razones que pueden hacer esto posible son varias: cambios de diseño, perfeccionamiento de procesos, mayor eficiencia en la mano de obra, etc.

- *Patrón de utilización de la capacidad:* se refiere a los costos fijos de una actividad que se ven afectados por la utilización de la capacidad de la empresa. Los costos fijos afectan la subutilización de la infraestructura; la utilización de la capacidad está íntimamente vinculada con la estacionalidad de la demanda, las fluctuaciones de la oferta no relacionadas con la posición competitiva de la empresa.
- *Nexos:* los costos de una actividad se ven afectados por la manera en que se realizan otras actividades, por ende, los nexos entre actividades dentro de la cadena y con otras cadenas son un elemento clave en la ventaja de costos.
- *Integración:* el nivel de integración vertical en una actividad influye en su costo; toda actividad utiliza o podría utilizar insumos comprados, de modo que las decisiones implícitas o explícitas de tal actividad influyen en la integración. La integración puede ayudar a disminuir los costos, permite eliminar los costos de recurrir al mercado y prescindir de proveedores.
- *Políticas discrecionales ajenas a otros factores:* las decisiones de política afectan el comportamiento de los costos, estas decisiones reflejan la estrategia organizacional de la empresa y suponen un compromiso con el costo y la diferenciación del producto.

## **2.4 Análisis del ingreso y beneficio**

La teoría económica en materia de ingresos establece una diferencia entre competencia perfecta e imperfecta. En la primera se supone que los precios son fijados por el mercado, es decir, las empresas son tomadoras de precios y éste tiende a ser constante en el corto plazo, lo cual supone que la curva de demanda de una empresa en el corto plazo es una línea horizontal con pendiente cero y elasticidad constante e infinita. Al ser constante el precio, a medida que se venden más unidades, la curva de ingreso total aumenta a una misma tasa, cuya pendiente se denomina ingreso marginal; en competencia perfecta la demanda



es igual al precio y éste es igual al ingreso marginal. La curva de ingreso total es creciente, positiva y nunca decrece.

En competencia imperfecta el productor tiene poder de mercado para fijar los precios de sus artículos y, en consecuencia, la curva de demanda lineal o no, tiene pendiente negativa, es decir, que, si la empresa quiere vender más unidades, puede hacerlo a través de la disminución del precio del producto. Esta forma de la curva de demanda implica que a medida que se venden más unidades, la curva de ingreso total inicia en cero, crece a una tasa que depende de la forma que tenga la curva de demanda, alcanza un máximo y luego decrece (Cadena, 2011).

En cualquier mercado de competencia imperfecta, el beneficio vendrá dado por la diferencia entre el ingreso y el costo totales. Por lo tanto, la maximización del beneficio se alcanza cuando la diferencia entre los ingresos y los costos totales es máxima. Este punto se alcanza dónde la pendiente del ingreso total es igual a la pendiente del costo total, es decir, cuando el ingreso marginal es igual al costo marginal. En este sentido, el ingreso marginal se define como el cambio en el ingreso total que se produce cuando se altera en una unidad la cantidad de producción. La empresa maximiza su beneficio en aquel punto en el que no es posible obtener ningún beneficio adicional incrementando la producción, lo cual ocurre cuando la última unidad producida añade lo mismo al ingreso que el costo (Mochón, 2006).

## **2.5 Competitividad de la empresa y competitividad nacional**

Desde principios del decenio de los ochenta, el concepto de competitividad ha llegado a ser ampliamente utilizado por los gestores de política y generantes empresariales (Bougrine, 2001). De acuerdo con Buendía (2013) el discurso de la competitividad ha sido adoptado en todo el mundo, ya que la apertura económica ha significado oportunidades de crecimiento y a la vez, una mayor competencia en la economía mundial. La competitividad es un aspecto que adquiere cada vez más relevancia en el campo empresarial debido a las

exigencias del entorno económico actual enmarcado en el proceso de globalización (Saavedra, 2012).

En ocasiones se emplea el concepto de competitividad como sinónimo de ventajas comparativas, sin embargo, son conceptos relacionados pero distintos. La ventaja comparativa se refiere a una situación teórica que permite explicar el patrón de especialización de un país en el comercio internacional cuando no existen distorsiones en el mercado, por lo que depende, principalmente, de la dotación relativa de factores. La competitividad es un concepto ajeno a la teoría económica y hace referencia a la situación real que presenta un producto en el mercado internacional distorsionado por las fallas del mercado, así como por la intervención de los gobiernos. La competitividad de un producto se refiere al nivel de rentabilidad privada que ofrece y a su capacidad de posicionamiento en el mercado internacional bajo una estructura de precios dada (Contreras, 1999).

La competitividad se identifica entonces con la capacidad de las empresas para captar mercados y para mantener o incrementar de forma sostenida su cuota de mercado, para lo cual debe desarrollar aptitudes y actitudes en un ambiente de confrontación y hostilidad (Nájera, 2013).

Saavedra (2012) indica que cuando se habla de competitividad no se puede dejar de lado el trabajo de Porter, quien marcó la separación de los enfoques tradicionales basados en las ventajas comparativas, enfatizando la ventaja competitiva como la clave de la competitividad. Al respecto, destaca que las ventajas comparativas se heredan, mientras que las ventajas competitivas se crean.

De acuerdo con Porter (1990) las empresas logran ventaja competitiva a través de la innovación, es decir, se enfocan tanto en nuevas tecnologías como en nuevas formas de hacer las cosas. Una vez que la empresa logra la ventaja competitiva podrá mantenerla mediante una mejora continua. El entorno competitivo se logra mediante cuatro factores que forman un sistema en el que

las empresas aprenden y desarrollan su competitividad. Es el campo de juego que cada nación establece para sus sectores y se conforma por:

1. *Condiciones de los factores*: situación de la nación en cuanto a la disponibilidad de factores de producción necesarios para competir en un sector determinado, tales como mano de obra especializada o infraestructura.
2. *Condiciones de la demanda*: naturaleza de la demanda del bien en el mercado interior.
3. *Sectores afines y auxiliares*: presencia o ausencia en la nación de sectores proveedores y afines que gocen de competencia internacional.
4. *Estrategia, estructura y rivalidad de las empresas*: condiciones que rigen el modo en que las empresas se crean, organizan y gestionan, así como la naturaleza de la competencia interna.

La empresa obtiene ventajas competitivas cuando la situación nacional le permite una acumulación más rápida de recursos y destrezas especializados, le brinda información continua y precisa sobre las necesidades del producto y del proceso y la presiona para innovar e invertir, haciendo que su ventaja competitiva perdure a lo largo del tiempo.

Para alcanzar niveles de calidad y productividad satisfactorios, la empresa debe implementar un sistema de calidad abarcando todas las etapas de su proceso, desde el diseño de la unidad de producción hasta la postventa, con el fin de reducir al mínimo los errores y retrasos y disminuir los costos de producción. Esto implica que la empresa debe tener capacidad de reacción para adaptarse con velocidad a cambios constantes del entorno económico que causan turbulencia e incrementan la incertidumbre (Paredes, 2007).

Por lo tanto, la competitividad depende en un principio, de las ventajas comparativas asociadas a los factores naturales variables y a menores costos

relativos de producción, sin embargo, la estructura y los costos de transporte y comercialización, también inciden sobre cuán competitivo es un producto. La calidad del producto, el grado de diferenciación de mismo, la estacionalidad de la producción y las políticas gubernamentales tanto del país exportador como del importador, influyen sobre la competitividad (Contreras, 1999).

El término competitividad se asocia al comportamiento comparativo de la economía de un país, entendido como su capacidad para defender su mercado interno y evitar la excesiva penetración de las importaciones (Nájera, 2013). Por lo tanto, una nación para ser exitosa en el comercio internacional necesita que sus empresas logren ventaja competitiva y ganen participación en el mercado tanto nacional como internacional, en función de los precios y de la calidad de sus productos, de esta forma la economía del país logrará un crecimiento económico sostenido en el largo plazo. El papel económico de la competencia consiste en disciplinar a los agentes económicos para superar el desempeño de sus competidores, debido a costos de producción más bajos o un producto de mayor calidad (Buendía, 2013).

En este sentido, el término competitividad se usa ampliamente para referirse al desempeño macroeconómico de los países. Por ejemplo, cuando un país registra déficit comercial se indica que no es un país competitivo, no al menos en el rubro en cuestión, el país dispone de una renta por exportaciones menor que su pago externo por sus importaciones, esto supone un desequilibrio se puede interpretar como una debilidad nacional. La competitividad crea una economía y una sociedad capaces de vender bienes y servicios en el mercado mundial, de tal forma que, las empresas logren una ganancia apropiada que les permita pagar jornales justos, proveer trabajos seguros, ofrecer buenas condiciones de trabajo y respetar al medio ambiente (Bougrine, 2001).

## **2.6 La competitividad en el sector agrícola en México**

En la actualidad es necesaria la existencia de empresas competitivas en el ámbito de la economía mundial; éstas deben revisar y mejorar continuamente

los procesos en todas sus áreas, como producción, gerencia, administración, mercadeo y ventas, investigación y desarrollo e innovación. Este es un requisito para lograr el éxito en un mundo con cambios cada vez más veloces. La actividad agrícola no queda fuera de este escenario (Paredes, 2007).

En México prevalece un modelo económico caracterizado fundamentalmente por la economía de libre mercado, bajo la premisa del *laissez-faire*, es decir, dejar que los mercados funcionen con base en la oferta y la demanda y que se ajusten libremente para lograr el crecimiento económico. Sin embargo, no se deja de lado la intervención estatal para que prevalezca un marco jurídico que brinde a las organizaciones seguridad para el desarrollo de sus actividades y condiciones para competir en los mercados globales. La actividad agrícola se desarrolla bajo este modelo económico y bajo la influencia del fenómeno de globalización, a través de la firma de tratados de libre comercio con varios países (Infante, 2016).

Durante mediados de la década de 1980, México era una de las economías más cerradas del mundo con aranceles de 100% o superiores para muchos de sus productos como parte de la estrategia de sustitución de importaciones que tenía como premisa el desarrollo económico interno. El incremento de la deuda externa, la devaluación de la moneda, y la crisis económica que detonó a inicios de 1980, forzaron al país a abandonar este modelo de sustitución de importaciones (Málaga y Williams, 2010). El sector agrícola jugó un papel fundamental en el acelerado proceso de industrialización registrado en México de 1940 a los años setenta; el déficit comercial generado por la industria protegida y no competitiva fue financiado por la agricultura (Zermeño, 1996).

El sector externo de México sufrió importantes cambios que han tenido efecto en la estructura productiva nacional, particularmente en el peso de las importaciones en el conjunto de la actividad económica y productiva. Destaca la entrada de México en 1986 al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT, por sus siglas en inglés), y la entrada en vigor en 1994 del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), con lo que se aceleró

la apertura comercial (Cardera y Galindo, 1999). Los cambios registrados en la agricultura mundial han afectado profundamente las posibilidades de la agricultura mexicana. Las grandes potencias industriales como EE. UU. y algunos países europeos se convirtieron en potencias agrícolas y han sido por decisión política y capacidad económica, las protagonistas de los avances tecnológicos agrícolas (Zermeño, 1996).

De acuerdo con García *et al.*, (2015) la competitividad en el sector agrícola ha sido medida a través de diversos enfoques que involucran factores técnicos, factores relacionados con la innovación y el conocimiento, y factores sociales. La inclusión de factores técnicos se orienta hacia la medición de la productividad de la unidad de estudio. En el segundo enfoque se analiza como la inversión en investigación y desarrollo puede modificar el nivel de competitividad a través de un mejor desempeño de los sistemas de producción reflejado en mayores tasas de rendimiento por hectárea, mejores precios en la venta y uso más eficiente de los recursos disponibles. La inclusión de los factores sociales en la medición de la competitividad permite determinar cómo se relaciona la productividad económica con la calidad de vida, como la afectan las políticas públicas, la organización de productores, los niveles salariales, la migración, el financiamiento, entre otros. En tanto que, los factores que se incluyan en la medición deben determinarse en función de la disponibilidad y confiabilidad de estos. Algunos estudios que se han realizado para analizar y cuantificar la competitividad del sector agrícola en su conjunto o en algunos productos en específico se mencionan a continuación.

Escalante y Catalán (2008) señalan que las tendencias del mercado mundial han influido en la estructura del sector agropecuario nacional al dotar a la producción agrícola de un carácter mucho más comercial, la competencia le impone estándares de calidad, lo que obliga a las unidades productoras a una continua modernización de sus procesos y a la diversificación de productos y nichos de mercados. Esto ha traído como consecuencia una mayor heterogeneidad entre las unidades productoras; las pequeñas empresas no cuentan con las

condiciones para competir; mientras que la especialización de las empresas del sector agropecuario en ciertos productos rentables ha generado un estancamiento en la producción de alimentos, y un aumento de las importaciones del sector.

Málaga y Williams (2010) indican que las exportaciones mexicanas aumentaron en 72% durante los primeros años del TLCAN, mientras que las exportaciones agrícolas aumentaron 48%. EE. UU. se consolidó como el principal destino de las exportaciones mexicanas. Aplicaron la metodología de la Ventaja Comparativa Revelada al sector agrícola y demostraron que, a pesar del dinamismo de las exportaciones agrícolas mexicanas, el país carece de ventajas comparativas en la producción y exportación de productos agrícolas. Las exportaciones que han sido competitivas en los mercados norteamericanos son las de cerveza y en menor escala aguacate, tomate, pimientos y uvas.

De acuerdo con Ayala *et al.* (2011) México es cada vez menos competitivo debido a que existe una creciente importación productos agroalimentarios, lo que implica una menor capacidad de producirlos y distribuirlos; es el país más abierto del mundo con tratados de libre comercio con más de 42 países, sin embargo, es uno de los menos competitivos. Con base en el índice de competitividad revelada aditiva del sector agropecuario, señalan que a partir de 1979 la competitividad era negativa y continuó con una tendencia decreciente. La apertura comercial no ha repercutido en el aumento de la competitividad del sector agrícola por lo que es necesario fortalecer la productividad, promover la articulación de la economía y capitalizar la incorporación de tecnologías e innovación.

Nájera (2013) señala que en materia de competitividad en México destaca la creciente competencia externa, disminución de los márgenes de ganancia, obsolescencia de la planta productiva, poca transferencia tecnológica, liberalización de los mercados, firma de tratados de libre comercio y cooperación, surgimiento de nuevas potencias industriales, entre otros.

Del Moral y Murillo (2015) indican que la producción agropecuaria ha sido insuficiente para hacer frente a los requerimientos internos de alimentos e insumos agrícolas por lo que se ha tenido la necesidad de importar parte de los productos agropecuarios para satisfacer las necesidades de la población mexicana, dando como resultado déficits en la balanza comercial de productos agropecuarios. A pesar del dinamismo de las exportaciones agropecuarias, el saldo de la balanza comercial ha mostrado cifras negativas, algunos productos estratégicos para la economía mexicana han aumentado hasta superar su producción nacional.

Ayvar *et al.*, (2018) indican en su estudio comparativo de la competitividad entre EE. UU., México y Canadá a través del análisis de las Ventajas Comparativas Reveladas, que de 1990 a 2015 el sector agropecuario de México no mostró una competitividad revelada con relación a sus vecinos del norte. El proceso de apertura comercial que sufrió el sector agropecuario mexicano con la firma del TLCAN no ha sido acompañado de estrategias que incrementen su competitividad y posicionamiento internacional. El comportamiento de variables como el valor agregado, la formación bruta de capital, el personal ocupado, las remuneraciones, las exportaciones y las importaciones ponen de manifiesto la existencia de una importante desigualdad entre estas economías.

Infante *et al.*, (2021) analizaron el posicionamiento competitivo de los productos agrícolas en Norteamérica en el periodo 1990-2017. Con base en el cálculo del índice de las Ventajas Comparativas Reveladas aplicado a 37 productos de la cesta básica, determinaron que México carece de ventajas comparativas en los productos básicos para la alimentación. Por lo tanto, indican que México depende de las importaciones para la seguridad alimentaria.

Omaña y Quintero (2014) a través de la metodología de la matriz de análisis de política analizó la competitividad y rentabilidad del algodón para Baja California, Chihuahua y Sonora en los años 1991 y 2014. Las políticas han perjudicado al productor debido a que los insumos son pagados a precios superiores, en



especial los fertilizantes, a pesar de ello, el algodón es un cultivo rentable. Las políticas se han enfocado en su mayoría en la adquisición de maquinaria y créditos.

## **2.7 Principales aspectos del cultivo de algodón**

Se presume que el algodón es uno de los cultivos más antiguos de la humanidad; en un principio la palabra algodón significaba tejido fino. Los primeros escritos referentes al algodón se encontraron en himnos hindúes que datan 1500 años a. C. y en libros religiosos de 800 años a. C. Los especímenes más antiguos fabricados con algodón datan de hace 3000 años a. C., son fragmentos de tejidos hallados en la región norte de la costa peruana. Fueron los árabes los que propagaron este cultivo en los países mediterráneos y a partir del año 800 d. C. se encuentran menciones de fibras y tejidos de algodón en los países orientales. En el siglo XVII Inglaterra se convirtió en un importante centro de producción de algodón, y fue en el siglo XVIII que el algodón se introduce en EE. UU. proveniente de las regiones meridionales de América. Años más tarde el algodón tuvo importantes mejoras y adaptaciones que hoy en día lo llevan a ocupar distintas regiones alrededor del mundo (CIBIOGEM, 2014).

La planta es nativa de países tropicales, sin embargo, en la actualidad su producción no está limitada a los trópicos, esto ha sido posible gracias a la aparición de nuevas variedades y a los avances en las técnicas de cultivo, que condujeron a la expansión de su cultura alrededor de todo el mundo. Es una planta que gusta del sol y es sumamente vulnerable a temperaturas congelantes. La germinación de la semilla ocurre cuando se alcanza una temperatura superior a los 14°C, la floración necesita una temperatura media de 20 a 30°C, mientras que la maduración de la cápsula ocurre entre los 27 y 30°C (CNSPA, 2012).

El algodón pertenece a la familia de las malváceas y al género *Gossypium* (G.) que incluye 51 especies (SNICS, 2020). En estado salvaje puede crecer hasta 10 metros, mientras que domesticado bajo el enfoque comercial crece en un

rango de uno y dos metros de altura con la finalidad de facilitar su recolección (SAGARPA-FAO, 2014).

Existen muchas variedades y distintos tipos de algodón, por ende, su valor depende de sus características. A nivel mundial se cultivan alrededor de 34 millones de hectáreas, siendo tres los principales grupos de variedades comerciales más importantes:

- Primer grupo: *Gossypium hirsutum* nativo de México y América Central, su planta es de talla media con las fibras blancas, finas y de mediana longitud que van de 7/8" hasta 1 5/16". Esta variedad tiene una participación mundial de 80 a 90% y es conocido como algodón Upland americano.
- Segundo grupo: *Gossypium bardense* tiene su origen en América del Sur, su longitud es muy variada y va de 1 1/4" hasta 1 9/16". En EE. UU. es conocido como Pima americano o algodón de Fibra Extra Larga.
- Tercer grupo: está integrado por la variedad *Gossypium arboreum* cuya planta es de mayor envergadura llegando a alcanzar los dos metros, sus fibras son cortas, de color amarillento y ásperas al tacto. También incluye el *Gossypium herbaceum* (Egipto) es considerado de mejor calidad al tener el pelo muy largo, suave y muy blanco (OCT, 2005).

Existen también variedades con fibras coloreadas que han surgido al cruzarse variedades silvestres con las de cultivo y han sido de interés en el ámbito de los textiles naturales. Se han cultivado variedades de color café claro a caoba, verde claro y verde, azul muy claro y beige. Sin embargo, el algodón coloreado desmotado suele ser de muy baja calidad, la fibra es débil y de una longitud más corta (SAGARPA-FAO, 2014).

Las características topográficas, físicas, químicas y de fertilidad de los suelos son importantes y determinan el rendimiento del cultivo, en general, los mejores

suelos para la planta deben presentar buena aireación, adecuada retención de agua y riqueza en materia orgánica. Los suelos arcillo-arenosos son muy recomendables, la raíz de la planta puede penetrar profundamente y así desarrollarse en condiciones favorables. El desarrollo de la planta dura de cinco a siete meses y en ese tiempo requiere que el campo tenga la humedad adecuada; excesiva sequedad o humedad puede ser perjudicial para la calidad y cantidad de algodón e incluso puede llegar a matar la planta (CIBIOGEM, 2014).

Esta planta posee un tallo erecto con ramificación regular, sus hojas tienen un color verde intenso, son pecioladas, grandes y con los márgenes lobulados, están provistas de brácteas. Sus flores son dialipétalas, grandes, solitarias y penduladas, mientras que su corola está formada por un manojito de estambres que rodean el pistilo. Esta es una planta autógama, aunque algunas flores abren antes de la fecundación produciéndose así semillas híbridas. Su fruto es una cápsula en forma ovoide que tiene de tres a cinco carpelos y cada uno posee de seis a diez semillas, es color verde durante su desarrollo y oscuro en el proceso de maduración, las células epidérmicas de las semillas constituyen la fibra llamada algodón (CNSPA, 2012).

El algodón es considerado el cultivo no alimentario más importante del mundo; es una fibra celulósica natural que posee atributos tales como suavidad y confortabilidad, buena absorción, retención de calor, es manejable para hacer impresiones, lavable en máquina y manualmente, y es muy fácil de confeccionar, por lo que se presta para la elaboración de géneros textiles muy variados (OCT, 2005). Estos atributos lo colocan como un insumo textil altamente valorado en la industria. Su importancia económica es debida a la propia fibra destinada a la industria textil, sin embargo, en la planta se aprovechan otros derivados que son empleados por otras industrias. La fibra (filamentos o fibra de hilo) es empleada en la elaboración de textiles, los linters que son los filamentos más cortos se procesan para obtener fibras de celulosa, cuerdas, material de relleno y para la fabricación de papel, mientras que el aceite extraído de la semilla es comestible,

la cáscara de la semilla es empleada como forraje crudo para el ganado, como abono o combustible (SAGARPA-FAO, 2014).

El cultivo de algodón suele ser anual y su recolección comienza con la aparición de las primeras cápsulas abiertas. La recolección se puede realizar manualmente o de forma mecánica. La primera suele realizarse en los países donde se dispone de mano de obra barata (OCT, 2005). Esta recolección es muy sencilla y consiste en recolectar el algodón de la planta introduciéndolo en sacos hasta alcanzar un peso de 25 kg., con lo que se obtiene un algodón de mejor calidad ya que el recolectado es más limpio, pero el principal inconveniente es que la mano de obra es más costosa que el uso de maquinaria (Retes *et al.*, 2015).

Existen dos tipos de maquinaria para la recolección mecánica. La cosechadora de cápsulas que extrae las cápsulas de la planta por un mecanismo de arranque y posteriormente se realiza la limpieza a través de un mecanismo que separa las brácteas de la cápsula de lo que es el algodón en sí. Y la cosechadora de fibra que realiza la extracción del algodón bruto mediante un husillo de acero con el cual arrastra mediante giro las fibras de algodón haciendo que se separe por completo de la bráctea. Posteriormente un peine retira las fibras de los husillos y las introduce mediante una trompa de aire a la tolva de la máquina (Retes *et al.*, 2015).

La recolección mecánica se realiza con grandes cosechadoras de gran capacidad horaria de trabajo, las cuales facilitan la cosecha en fincas de gran tamaño o muy productivas y sofisticadas, sin embargo, presenta inconvenientes como una menor calidad de la cosecha, eliminación de jornales, problemas de compactación de suelo que dificultan la penetración del agua y mayores problemas de erosión por arrastre (OCT, 2005).

Una vez que el algodón es recolectado es importante disponer de instalaciones adecuadas para almacenar el algodón en rama ya que la exposición a la intemperie puede dañar su calidad. Los factores que influyen en la calidad de la

fibra mientras es almacenada son el contenido de humedad, la duración del almacenamiento, la cantidad de materia extraña con elevado contenido de humedad, la temperatura inicial del algodón en rama, la temperatura durante el almacenamiento y en general, la exposición a factores climatológicos (CCI, 2007).

Una vez que el algodón ha sido cosechado se lleva a una despepitadora para obtener la fibra que debe distribuirse a las empresas textiles encargadas de transformarlo en productos de consumo, mientras que la semilla es enviada a fábricas de aceite. Las despepitadoras se encargan de separar la fibra de la semilla de algodón, lo que se conoce como algodón hueso; de 650 kg de algodón hueso se obtiene una paca de algodón pluma (fibra) de 226 kg y 320 kg de hueso, aproximadamente (SNCIS, 2020). Este proceso se debe realizar de forma óptima buscando el máximo beneficio económico con arreglo a las condiciones del mercado, es decir, ajustándose a las normas de calidad para la comercialización que premian al algodón más limpio y con determinado aspecto. La desmotadora debe producir fibra de calidad satisfactoria con una merma mínima de la calidad de hilatura de la fibra, de modo que el algodón satisfaga las exigencias de los usuarios finales (CCI, 2007).

La fibra de algodón debe hacer frente a la creciente competencia con las fibras sintéticas, en especial el poliéster. El algodón al ser un producto de origen natural experimenta grandes cambios en lo que se refiere a sus características físicas y químicas, cambios asociados a factores genéticos, métodos de recolección y desmotado. Sus características como el tipo y la cantidad de material no fibroso que contiene determinan su rendimiento y comportamiento en la manufactura textil, así como la calidad del hilo y de la tela que genera. Estas características determinan los costos de hechura y el uso final del producto, por ende, su precio y calidad (CCI, 2007).

La calidad es un atributo de importancia para la industria textil porque de ello depende el desempeño de la fibra en el teñido, corte y costura de las prendas.

Los parámetros de calidad tienen que ver con la longitud, resistencia y color de la fibra, principalmente. Existen estándares internacionales para calificarla y aquellas pacas que estén por encima o por debajo de dichos parámetros reciben descuentos en el precio del mercado internacional. Para la medición de la calidad de la fibra se toma el algodón *American Pima* que tiene fibras más largas, resistencia a las arrugas y alta durabilidad. De acuerdo con SNICS (2020), algunas de las características evaluadas en la fibra son:

- Longitud de la fibra: una fibra larga produce hilos más fuertes y con mejor apariencia en las prendas finales. Los límites deseables de longitud son de 13/16" a 13/8".
- Uniformidad de longitud de la fibra: afecta la resistencia del hilo, reduce la eficiencia del hilado, aumenta las imperfecciones y limita los usos del hilo.
- Resistencia de la fibra: es determinada en gran medida por la variedad, pero puede cambiar en función del ambiente de producción y está correlacionada con la resistencia del hilo.
- Micronaire (índice de madurez): es influenciado por el ambiente de producción durante el crecimiento y la aplicación prematura del defoliante. Un bajo micronaire ralentiza el proceso de limpieza y cardado de fibra, mientras que un alto micronaire se relaciona con un teñido heterogéneo de la tela.
- Color de la fibra: la coloración afecta la capacidad de la fibra de absorber y retener colorantes. El color depende de la lluvia, las heladas, el daño de insectos y hongos, el contacto de la fibra con el suelo y la humedad y temperatura durante el almacenamiento. Los principales grados de color son blanco, ligeramente manchado, manchado, teñido y amarillo manchado.

- Basura: un alto porcentaje de basura resulta en una gran cantidad de desperdicio en la industria textil y baja calidad del hilo. Es medida por la cantidad de hojas y otros materiales como hierba y corteza.
- Grado de hoja: depende de la variedad, el método y las condiciones de la cosecha. Se miden pequeñas partículas de hojas de algodón que permanecen después del despepito.
- Materia extraña: es cualquier sustancia que no sea fibra u hoja, por ejemplo, corteza de la planta, bolsas de plástico, tornillos, polvo y mielecilla derivada del ataque de insectos.

## **2.8 Problemática del cultivo algodonero**

El algodón se enfrenta a una serie de dificultades para el desarrollo adecuado de la planta. Está sujeto a una serie de exigencias edafoclimáticas ya que se realiza a cielo abierto y requiere de cuatro a cinco meses de altas temperaturas y suficiente luminosidad para su crecimiento y durante su desarrollo está expuesto a diversos problemas como el ataque de plagas de insectos (AGROBIO, 2018). El algodonero es caracterizado por su desarrollo inicial lento, requiere de 70 a 90 días para que el dosel cubra el suelo, lo que lo hace susceptible al ataque de malezas (Rosales, 2019).

Las plagas, malezas y enfermedades afectan la calidad del algodón, la longitud, la resistencia de la mecha y el color de la fibra. Se calcula que al menos el 15% del cultivo global de algodón se pierde por esta problemática, a pesar de que se tomen las medidas de control, lo cual es el principal obstáculo para el aumento de la productividad en la mayoría de los países productores (SAGARPA-FAO, 2014).

Por lo tanto, el algodón es uno de los cultivos más intensivos; requiere de pesticidas químicos, fertilizantes, estimulantes de crecimiento y defoliantes en cantidades muy grandes, lo que impacta negativamente a los agricultores y al medio ambiente (OCT, 2005). Se estima que cerca del 90% de los pesticidas

agroquímicos, el 20% de los insecticidas y el 8% de los fertilizantes químicos consumidos a nivel mundial, se destinan al cultivo de algodón (CCI, 2007). Evidentemente esto implica un aumento considerable de los costos de producción y la pérdida de rentabilidad, por lo que diversas regiones se han visto orilladas a abandonar tal cultivo.

Las plagas son una de las principales causas de pérdidas de cosechas y de pérdidas económicas en la agricultura. El problema se agrava en países en vías de desarrollo, como la mayor parte de los países latinoamericanos (Nava, *et al.*, 2019). Las plagas que comúnmente atacan las cápsulas en desarrollo del algodón son:

- Gusano rosado (*Pectinophora gossypiella*) especialmente en África e India;
- Picudo del algodón (*Anthonomus grandis*) muy común en cultivos americanos;
- Gusano egipcio del algodón (*Earias insulana*);
- Gusano rojo del algodón (*Diparopsis castanea*);
- Manchadores del algodón (*Dysdercus superstitionis*) mancha la fibra y las heridas causadas por la alimentación de estos insectos pueden permitir que los hongos accedan a las cápsulas;
- Moscas blancas (*Bemisia gossypiella*) chupan la savia de las hojas y son una grave amenaza en India y África;
- Nematodos del nudo de la raíz (*Meloidogyne incognita*) y nematodo reniforme (*Rotylenchulus reniformis*), acaparan los nutrientes causando un crecimiento achaparrado (CIP, 2016).

En el caso de México las principales especies de insectos plaga del algodón son el gusano rosado *Pectinophora gossypiella*, el gusano bellotero *Helicoverpa zea*,



el gusano tabacalero *Chloridea virescens*, el picudo *Anthonomus grandis*, la conchuela *Chlorochroa ligata*, la mosquita blanca *Bemisia tabaci* biotipo B y el gusano soldado *Spodoptera exigua*. El complejo de lepidópteros que incluye gusano rosado, bellotero, tabacalero, soldado y perforador de hoja, son considerados un riesgo bajo con niveles de infestación y daños bajos o nulos en las distintas regiones. Algunos como el gusano rosado y el picudo se encuentran en proceso de erradicación o han sido erradicados. Mientras que las especies de insectos chupadores como la conchuela, mosquita blanca, chinche ligus, pulgones y trips, son actualmente las plagas de mayor importancia económica en el país (Nava, *et al.*, 2019).

Las enfermedades fúngicas y bacterianas representan grave peligro para los cultivos algodonereros pues suelen atacar cápsulas, hojas y raíces de las plántulas y hasta de las plantas maduras. El tipo de enfermedad a la que la planta está expuesta tiene mucho que ver con el clima, algunas de las más comunes son:

- Tizón o marchitez bacteriana (*Xanthomonas malvacearum*) es frecuente en cultivos de clima templado y húmedo, achaparra y desfolia las plantas y puede causar que las capsulas de plantas infectadas no se abran.
- Enfermedades que atacan las capsulas (*Diplodia gossyina*, *Colletotrichum spp.* y *Fusarium spp.*) son comunes en clima templado y húmedo, pudren las capsulas inferiores dándole un tinte amarronado a las fibras.
- Pudrición de la raíz (*Phymatotrichum omnivorum*) es una de las enfermedades más difíciles de controlar, ataca las plantas maduras y sobrevive por largos periodos en la profundidad del suelo activándose en climas muy cálidos.
- Enfermedad causada por hongos (*Verticillium dahliae*) penetra a través de la raíz creciendo a lo largo del tejido del tallo en condiciones de clima fresco, puede llegar a matar a las plantas jóvenes (CIP, 2016).

El algodón se cultiva en ambientes húmedos y templados usando surcos de 80 a 100 cm de ancho, por lo que el desarrollo lento de la planta que requiere al menos de 70 a 90 días para que el dosel cubra el suelo, lo que permite que se establezcan malezas dificultando su manejo más que en otros cultivos extensivos. Las principales especies de malezas asociadas al algodón México son:

- Correhuela (*Convolvulus arvensis* L.);
- Correhuelas anuales (*Ipomoea hederacea* Jacq);
- Trompillo (*Ipomoea purpurea* (L.) Roth);
- Quelite (*Amaranthus palmeri* S. Wats);
- Zacate Johnson (*Sorghum halepense* (L.) Pers);
- Zacate de agua (*Echinochloa colona* (L.)).

El manejo de malezas en México consiste en la aplicación de glifosato que suele complementarse con la labranza profunda para la preparación del suelo y el paso de escardas en más del 90% de la superficie destinada al cultivo algodonero. En algunos casos se aplican otros herbicidas como la trifluralina en la pre-siembra y pre-emergencia (Rosales, 2019)

Otro problema asociado al cultivo de algodón es su alta necesidad de agua debido a sus condicionantes fisiológicos. La planta tiene gran cantidad de hojas provistas de estomas por las que transpira cuando hay un exceso de calor. El algodón requiere riegos durante todo su desarrollo en dosis de 4,500 y 6,500 m<sup>3</sup>/ha. A su vez, el viento es un factor que puede ocasionar pérdidas durante la fase de floración y desarrollo de las cápsulas, produciendo caídas de éstas en elevado porcentaje (CIBIOGEM, 2014).

Su amplia difusión hacia regiones que reúnen las condiciones de latitud y temperatura necesarias para su crecimiento, pero no para sus necesidades de

humedad, hacen que el cultivo en muchos lugares sea irrigado con grandes volúmenes de agua para poder obtener un rendimiento estable. Los sistemas de riego más sofisticados como el de goteo, que está asociado a un menor consumo de agua, requiere de una gran inversión, por lo que no es viable para todos los agricultores (OCT, 2005).

Por lo tanto, los daños ambientales y a la salud humana del cultivo de algodón abarcan distintos rubros y dependen en cierto grado de las condiciones climáticas del cultivo. Los problemas que genera están asociados a los siguientes puntos:

- Uso intensivo de agroquímicos;
- Uso excesivo de agua para riego y procesamiento;
- Erosión y degradación del suelo;
- Contaminación del agua por el escurrimiento y la lixiviación de agroquímicos;
- Pérdida de hábitats y sus efectos sobre la biodiversidad;

Los métodos de control incluyen la aplicación de insecticidas químicos y puede incluir técnicas como el uso cuidadoso de riego y la utilización de variedades genéticamente modificadas, que son resistentes a las plagas. El control de plagas requiere el uso excesivo de sustancias químicas que pueden afectar la salud de los agricultores y generar daños irreversibles a los ecosistemas, por tales motivos se han desarrollado alternativas de producción que buscan ser menos peligrosas para la salud humana y para el medio ambiente. Bajo este contexto, algunos países han fomentado la producción y el comercio de algodón orgánico como una alternativa viable y sostenible frente a la producción de algodón convencional (CIP, 2016).

En contrapartida, otros países han privilegiado la adopción de semillas modificadas genéticamente que tienen resistencia a varios de los insectos que merman la producción (AGROBIO, 2018). Cada una de estas alternativas posee sus inconvenientes, así como sus ventajas, por ello es fundamental la investigación en este rubro, así como la adecuación de las técnicas a las características propias de cada región para obtener mejores resultados en la esfera económica, social y ambiental.

### **2.9 Organismos Genéticamente Modificados: algodón**

El mejoramiento de las especies cultivadas comenzó con la actividad agrícola. Los primeros agricultores intuitivamente seleccionaban las semillas de las plantas que producían los mejores frutos. El mejoramiento genético se define como el conjunto de operaciones que, a partir de un grupo de individuos cuyas cualidades no se encuentran en la condición requerida, permite obtener otro grupo capaz de reproducirse con progreso en algunas de sus características (Nakayama, *et al.*, 2018). En el mejoramiento genético convencional se cruza toda la planta para introducir la característica deseada y se espera el crecimiento de la nueva generación, si el resultado no es el esperado se repite el procedimiento, por lo que, en ocasiones, conseguir dicha característica lleva varias generaciones del cultivo (Massieu *et al.*, 2000).

En las últimas décadas del siglo pasado, algunas técnicas de ingeniería genética comenzaron a aplicarse a la agricultura, lo que dio origen a la biotecnología agrícola moderna (Monteagudo, 2014). Por medio de la ingeniería genética se han modificado algunos atributos naturales de las plantas, para conferirles nuevos rasgos al introducir el gen específico que les permite alguna cualidad como resistir a sequías, a herbicidas, al ataque de insectos, virus o bacterias y, de esa forma, incrementar los rendimientos. Esto se logra en menos tiempo y con mayor precisión que en el mejoramiento convencional y no siempre requiere insertar genes ajenos; en ocasiones se introducen cambios en la misma estructura genética de la planta (Massieu *et al.*, 2000).

La ingeniería genética en cultivos es un método eficaz para inducir características deseadas que no se pueden hallar en la naturaleza o que se han perdido durante el proceso evolutivo (Nakayama, *et al.*, 2018). La aplicación de la biotecnología agrícola ha tenido como principales orientaciones dotar de tolerancia a herbicidas y el combate a las plagas que azotan a cultivos de importancia económica como algodón, alfalfa, arroz, soya, maíz, entre otros (Monteagudo, 2014).

La modificación genética de plantas es definida como la manipulación del desarrollo, estructura o composición de una planta por medio de la inserción de secuencias de ADN específicas. Cuando las secuencias provienen de la misma planta se producen organismos intragénicos, mientras que, cuando se le inserta el gen de alguna otra planta se producen organismos transgénicos. La modificación genética con biotecnología difiere del mejoramiento convencional en la precisión y especificidad, ya que en el convencional es inevitable la transferencia de genes no deseados ligados a los que codifican las características de interés (Gutiérrez *et al.*, 2015).

Los organismos genéticamente modificados (OGM) son parte de los avances científicos a nivel internacional. Comenzaron aplicándose en países desarrollados como EE. UU., Canadá y Australia, sin embargo, su aplicación ha sido útil en países en desarrollo. Los OGM representan la tecnología agrícola de más rápida adopción en la historia; en 1996 se sembraron alrededor de 1.7 millones de hectáreas, mientras que en 2013 la cifra se elevó a 175 millones de hectáreas alrededor del mundo. China, Brasil, India, Argentina, Colombia, Honduras, Cuba, México y otros países en desarrollo, destinaron 90 millones de hectáreas al cultivo de algodón, soya y maíz transgénicos, principalmente (Monteagudo, 2014).

Sandoval (2017) indica que México fue uno de los primeros países donde dieron inicio las solicitudes para la realización de ensayos experimentales con OGM, por lo que en México la historia de la liberación legal de transgénicos al ambiente

comenzó en 1988 cuando la empresa Sinalopasta solicitó la autorización para siembra de tomate transgénico, la cual fue autorizada en el mismo año.

Para 2015 los países de América Latina cultivaron cerca del 41% del área mundial sembrada con transgénicos, con un total de 71 millones de hectáreas, concentradas en cultivos de soya, maíz, algodón y canola. Argentina, Brasil, Paraguay, Bolivia, Uruguay, México y Colombia, siembran más de 100,000 hectáreas de cultivos biotecnológicos (Gutiérrez *et al.*, 2015).

Dentro de los beneficios de los OGM están su contribución a la seguridad alimentaria y al suministro de insumos para la cadena agroalimentaria de los países productores; mayor resistencia a insectos en cultivos de gran importancia económica; favorecen el seguimiento de técnicas de agricultura sustentable como la disminución en las labores de labranza de suelo lo que reduce el tiempo de cuidado de los cultivos; contribuyen a una notable disminución en la emisión de gases de efecto invernadero; incrementos considerables en la productividad asociada a la reducción en costos de producción e incrementos en los rendimientos. Esto depende de diversos factores como la región, los ciclos de siembra, las presiones de plagas, las variedades sembradas y las condiciones climáticas. En el maíz los rendimientos han incrementado entre 7% y 10% en países desarrollados como EE. UU. y Canadá, y más de 30% en países como Filipinas y Honduras (Monteagudo, 2014).

De acuerdo con Gutiérrez *et al.* (2015) la clase y los beneficios reportados derivados del uso de cultivos GM son muy heterogéneos entre los países que los han adoptado, esto debido a las diferencias en las prácticas de manejo y en la presión de plagas sobre los cultivos. En cuanto a la rentabilidad de los cultivos se asume que se ha visto beneficiada ya que, el sobre costo de las semillas se ha visto compensado con la disminución en el costo de los plaguicidas. Los cultivos GM con resistencia a insecticidas han reducido considerablemente la aplicación de estas sustancias. Los ahorros globales en insecticidas en 2011 fueron de 86% y 37% en maíz y algodón, respectivamente. Desde la introducción

de estos cultivos en 1996 hasta 2014 se logró una disminución de 50 millones de kg de ingrediente activo de insecticida en cultivos de maíz y 189 millones de kg de insecticidas en algodón en el mundo.

Los altos costos de producción derivados del control de plagas en el cultivo de algodón convencional, que en ocasiones llega a superar las 14 aplicaciones de insecticidas con altas dosis de principio activo, fueron lo que impulsó el uso de la biotecnología en tal cultivo. El algodón transgénico ha sido modificado para hacerlo tolerante a herbicidas, resistente a insectos o una combinación de ambas características. En la actualidad están disponibles para la producción comercial dos tipos de transgénicos tolerantes a herbicidas y uno que es resistente a los gusanos de algodón, que es conocido como algodón Bt, expresando las toxinas de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, que puede producir una proteína que ataca las larvas de ciertos insectos que suelen afectar al algodón (CONOBAIO, 2018).

El Algodón Bt fue plantado con fines comerciales por primera vez en 1996 en EE. UU. y Australia. La producción de este tipo de algodón ha sido aceptada oficialmente en nueve países: Argentina, Australia, China, Colombia, EE. UU., India, Indonesia, México y Sudáfrica, y se encuentra en varios otros en fase de experimentación (CCI, 2016). El incremento del área plantada con algodón GM ha mantenido una tendencia creciente en los últimos 20 años, lo cual se debe a su aceptación en más países (Rocha *et al.*, 2019).

En el caso del algodón, el beneficio del uso de semillas transgénicas se expresa en reducción del uso de insecticidas, obtención de mayores rendimientos, reducción de labores manuales, menor impacto en las poblaciones de insectos benéficos, reduce la contaminación del suelo y de mantos freáticos, mayor flexibilidad en el control de malezas, es compatible con prácticas de Manejo Integral de Plagas y técnicas de conservación de suelo y disminución de los costos de producción (CONABIO, 2018). Sin embargo, su mayor desventaja es el costo relativamente alto de la semilla y la tasa tecnológica. En tanto que, los beneficios económicos del algodón transgénico dependen de que el aumento de

las cosechas y la reducción del costo derivado de la utilización de sustancias químicas, compensen el pago de un precio más alto por las semillas (CCI, 2016). En el caso de México, se calcula que las siembras de algodón GM y soya GM han representado una ganancia aproximada de 238 millones de dólares, entre 1996 y 2012 (Monteagudo, 2014).

De acuerdo con Qaim (2009) citado por (Gutiérrez *et al.*, 2015) en India el 90% del algodón cultivado es Bt y la mayoría de los productores siembran a pequeña escala y han repostado un incremento de sus utilidades de 89% por hectárea respecto al algodón convencional. En China se han reportado mayores utilidades con la adopción del algodón Bt de 470 dólares por hectárea, asociado a la reducción de costos por el uso de plaguicidas y al aumento de la productividad. Una situación similar se ha observado en México, Sudáfrica, Australia, EE. UU. y Argentina con incrementos en rentabilidad de 295, 91, 66, 58 y 23 dólares por hectárea, respectivamente.

En México el cultivo de algodón genéticamente modificado inició en la segunda mitad de la década de los noventa con 25 solicitudes otorgadas a diversas instituciones y empresas (Sandoval, 2017). El algodón GM para control de insectos se sembró por primera vez en México en 1995 con la prueba experimental en una superficie de 2 ha para evaluar su resistencia al ataque de insectos plaga, particularmente de gusano rosado y del complejo bellotero. En 1996 se autorizó un programa piloto para la siembra de 10,000 ha en el sur de Tamaulipas. La autorización se dio bajo las siguientes medidas de bioseguridad: restricción de la siembra de algodón GM en las entidades algodonerías del norte del país, debido a la existencia de especies silvestres en el sur del mismo; manejo de resistencia de plagas objetivo el cual consistía en sembrar un máximo de 40% de algodón transgénico en las distintas regiones; diseño de un programa de monitoreo de resistencia de plagas susceptibles a Cry Ac y de la efectividad en el campo del algodón transgénico (Rocha *et al.*, 2019).



Este cultivo ha tenido un avance muy importante en el país; desde su introducción y hasta 2005 se autorizaron alrededor de 135 ensayos experimentales en una superficie acumulada de 589,301 hectáreas (Sandoval, 2017). El algodón GM es el cultivo de mayor expansión en el país y con el que México cuenta con una mayor experiencia, ya que es uno de los países pioneros en el uso del cultivo desde el inicio de las primeras pruebas experimentales en 1996 (Gutiérrez *et al.*, 2015).

Actualmente solo se utilizan variedades GM con eventos resistentes a lepidópteros y a herbicidas; 96% de la superficie se siembra con semilla de variedades con ambos eventos y el 4% se siembra con variedades GM solo resistentes a herbicidas y que funcionan como refugio de lepidópteros ((SNICS, 2020).

De acuerdo con la legislación vigente en México, la liberación de un nuevo evento biotecnológico requiere que primeramente se realicen las liberaciones experimentales, después el programa piloto y finalmente la liberación comercial dentro de los polígonos acotados en la solicitud. Las solicitudes de liberación deben pasar por un largo proceso en el que son revisadas por un comité científico y diversas instancias gubernamentales encargadas de la valoración ambiental y sanitaria. De 2005 a 2020 se han ingresado 239 solicitudes de las cuales 192 fueron autorizadas. En prueba piloto se han registado 147 solicitudes con 116 aprobaciones, mientras que de las 45 solicitudes de liberación comercial 22 se resolvieron favorablemente. Estos eventos confieren resistencia a lepidópteros y tolerancia a herbicidas como glifosato, glufosinato de amonio y dicamba y pertenecen a las empresas Bayer y BASF (SNICS, 2020).

## 2.10 Literatura citada

- AGROBIO (2018). Adopción de algodón GM en México, un caso de éxito. México. Consultado en línea en <http://www.agrobiomexico.org.mx/publicaciones/AGROBIOinfografiaAlgodon.pdf>
- Almaraz, A. (2015). Algodón en el valle de Mexicali y los límites del intervencionismo estatal (1914-1950). *Apuntes*, 42(77), 129-159.
- Ayala G., A. V., Sangerman J., D. M., Schwentesius R., R.; Almaguer V., G., & Jolalpa B., J. L. (2011). Determinación de la competitividad del sector agropecuario en México, 1980-2009. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(4), 501-514.
- Ayvar, F., Lenin, J. C. y Armas, E. (2018). La competitividad del sector agropecuario de México en el marco del tratado de libre comercio de América del Norte. En J. Isaac y R. Rózga, *Dinámica económica y procesos de innovación en el desarrollo regional* (vol. III), México, UNAMAMECIDER.
- Bougrine, H. (2001). Competitividad y comercio exterior. *Revista de Comercio Exterior* 51 (9): 767-762.
- Briz, J. y De Felipe, I. (Coord.) (2013). *La cadena de valor agroalimentaria: Análisis internacional de casos reales*. España: Editorial Agrícola Española.
- Buendía R., E. A. (2013). El papel de la Ventaja Competitiva en el desarrollo económico de los países. *Análisis económico*, 28(69), 55-78.
- Cadena L., J. B. (2011). La teoría económica y financiera del precio: dos enfoques. *Criterio libre*, 9(15), 59-80.
- Cardera, R., & Galindo, L. M. (1999). La demanda de importaciones en México: Un enfoque de elasticidades. *Comercio Exterior*, 49(5), 481-487.
- Carrillo, R. A. (2013) Estudio introductorio. Tomado de Algodón en el norte de México (1920-1970): impactos regionales de un cultivo estratégico Mario Cerutti, Araceli Almaraz, coordinadores, Tijuana: El Colegio de la Frontera Norte, 2013. 358 pp.
- Centro de Comercio Internacional (CCI). (2007). Guía del exportador de algodón. Centro de Comercio Internacional. Consultado en <https://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Publications/Cotton%20Guide%20Spanish.pdf>
- Centro De Información Del Paraquat (CIP). (2016). Producción y protección de cultivos. España. Consultado en línea en <http://paraquat.com/spanish/banco-de-conocimientos/producci%C3%B3n-y-protecci%C3%B3n-de-cultivos/cultivo-de-algod%C3%B3n>
- Cerutti, M. (2013). El algodón en el norte de México (1925-1965). De cultivo regional a materia prima estratégica en Algodón en el norte de México

- (1920-1970) Impactos regionales de un cultivo estratégico. Colegio de la Frontera Norte, A. C., México, pp. 37-72.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (1985). América Latina y la economía mundial del algodón. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas. Consultado en línea en [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/8527/S8500024\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/8527/S8500024_es.pdf)
- Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM). (2014). Algodón. Consultado en línea en <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/algodon>
- Comité Nacional Sistema Producto Algodón (CNSPA). (2012): Plan rector del sistema producto algodón. México. Consultado en línea en <file:///C:/Users/HP14af1961a/Desktop/ALGODON/plan%20rector%20del%20algodon%20.pdf>
- Contreras C., J. M. (1999). La competitividad de las exportaciones mexicanas de aguacate: un análisis cuantitativo. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5: 393-400.
- Cuadros, J., Pacheco, J. F., Cartes, F., & Contreras, E. (2012). Elementos conceptuales y aplicaciones de microeconomía para la evaluación de proyectos. Serie Manuales CEPAL No. 77. Consultado en línea el 02 de diciembre de 2020 en [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5519/S1200582\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5519/S1200582_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Del Moral B., L. E., & Murillo V., B. (2015). La balanza comercial de productos agropecuarios en México en el contexto de la dependencia alimentaria, 2010-2015. *Revista Economía Actual*, 8, 16-20.
- Di Filippo, A. (2006). Teorías del Valor Económico y de los Precios (Reconsideración Crítica y Propuestas Alternativas). *Apuntes del CENES*, 26(42), 25-48.
- Escalante S., R. I. & Catalán, H. (2008). Situación actual del sector agropecuario en México: perspectivas y retos. *Economía Informa* (350), 7-25.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Y Agencia Brasileña de Cooperación (FAO-ABC). (2018). *Estudio nichos de mercados del algodón*. Santiago de Chile: FAO-ABC. Consultado en línea en <http://iba-br.com/site/wp-content/uploads/2020/10/estudo-nicho-mercado.pdf>
- Fernández A., H. (2001). Panorama económico del algodón en México: Evolución de la siembra y la problemática del TLC en la comercialización. *Revista Mexicana de Agronegocios*, (8), 189-201.
- Fernández, A. N., & Loíacono, D. D. (2001). *Precio y Valor. Claves estratégicas del éxito empresario*. Argentina, UGERMAN EDITOR.
- García G., A. M., Figueroa R., K., Mayett M., Y., & Hernández R., F. (2015). Competitividad en el sector agropecuario: Una revisión de métodos aplicados. *Revista Venezolana de Gerencia*, 20(72), 717-733.

- Guillem, J. G. (1968). Los precios agrícolas y los mecanismos para su regulación. *Revista de Economía Política*, (49).
- Gumirakiza, J. D., & Curtis, K. (2014). La Importancia en la Asignación de Precios de Productos Agrícolas Frescos en los Mercados Directos: Un Ejemplo del Mercado de los Agricultores. Finance and Economics, Utah State University. Disponible en línea en [https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2028&context=extension\\_curall](https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2028&context=extension_curall)
- Gutiérrez G., D. F., Ruiz M., R., y Xoconostle C., B. (2015). Estado actual de los cultivos genéticamente modificados en México y su contexto internacional. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México DF.
- Infante F., F. S. (2016). La importancia de los factores productivos y su impacto en las organizaciones agrícolas en León Guanajuato México. *El Ágora USB*, 16(2), 393-406.
- Infante J., Z. T., Ortega G., P., & López V., A. J. (2021). Competitividad de los productos agrícolas estratégicos de México en América del Norte. *Repositorio De La Red Internacional De Investigadores En Competitividad*, 14(14). Recuperado a partir de <https://www.riico.net/index.php/riico/article/view/1932>
- Klimovsky, E. (2011). Modelos básicos de las teorías de los precios. Problemas del Desarrollo. *Revista Latinoamericana de Economía*, 30(119). <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.1999.119.28157>
- Lam, F. (2010). Análisis y predicción de precios agrícolas. Oficina de Tratados Comerciales Agrícolas. IICA. Disponible en línea en <http://otca.gob.do/wp-content/uploads/2010/08/rd-001.pdf>
- León, M. J. (2010). *Economía aplicada*. Universidad Nacional del Callao. Vicerrectorado de Investigación.
- Leriche, C. E., & Moreno, R. (2000). Sobre los conceptos clásicos: " precio de mercado" y " precio natural". *Análisis Económico*, 15(31), 35-58.
- Málaga, J. E., & Williams, G. W. (2010). La competitividad de México en la exportación de productos agrícolas. *Revista mexicana de agronegocios*, 27, 295-309.
- Massieu T., Y., Chauvet, M., Castañeda Z., Y., Barajas O., R. E., Ochoa, R. E. & González A., R. L. (2015). Consecuencias de la biotecnología en México: el caso de los cultivos transgénicos. *Sociológica México*, (44), 133-159.
- Mochón, F. (2006). *Principios de Economía*. 3ra. Edición, España, McGraw-Hill.
- Monteagudo C., A. (2014). Siembra comercial de cultivos genéticamente modificados en el campo mexicano: una herramienta viable para el desarrollo rural sustentable y la seguridad alimentaria. *El Cotidiano*, (188), 103-109.
- Montero, M., & Rodríguez, V. (2017). Manual sobre Análisis Básico de Precios Agrícolas para la Toma de Decisiones. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA 193 p.
- Nájera O., J. (2013). Logros y desafíos de la competitividad de México. *Revista Universidad y Empresa*, 15(24), 25-51.

- Nakayama, H. D., Samudio O., A., Egidio C., J., María B., R., Mussi C., C., Venancio B., J., Caridad G., M., Alberto C., F., Darío D., R., Adolfinia B., L., & Peralta L., I. (2018). Fitomejoramiento Participativo del KA'A HE'E. Consultado en línea en [https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload\\_editores/u454/Manual-Fitomejoramiento.pdf](https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u454/Manual-Fitomejoramiento.pdf)
- Nava C., U., Blanco, C. A., Rocha M., M. G., S; Castañeda C., S., Niaves N., E., Scheinvar G., E., Terán V., A. P., Ávila R., V., Martínez C., J. L., & Sotero A., M. (2019). Manejo de plagas en algodón convencional y genéticamente modificado tomado de Rocha Munive, M.G., Eguiarte Fruns, L.E., Soberon C., M., Bravo de la Parra, M.A., & Souza S., V. Algodón GM en México: 20 años de siembra y experiencia. CDMX: UNAM.
- Norton, R. D. (2004). Política de desarrollo agrícola: Conceptos y principios. Material conceptual y técnico. FAO. Disponible en línea en <http://www.fao.org/3/y5673s/y5673s00.htm#Contents>
- Observatorio de Corporaciones Transnacionales (2005): El sector del algodón y la industria textil. España, IDEAS, Boletín No. 8, pp. 9-11. Consulta en línea en [https://comerciojusto.org/wp-content/uploads/2011/12/B8\\_OCT\\_Algodon.pdf](https://comerciojusto.org/wp-content/uploads/2011/12/B8_OCT_Algodon.pdf)
- Omaña S. J. M y Quintero R. J. M. (2016). Competitividad y rentabilidad del algodón en México. Universidad Politécnica de Aguascalientes, Simposio de Investigación Aplicada de las Universidades Politécnicas. Consultado en línea en [https://www.researchgate.net/publication/330224565\\_Competitividad\\_y\\_rentabilidad\\_del\\_algodon\\_en\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/330224565_Competitividad_y_rentabilidad_del_algodon_en_Mexico)
- Palomo G., A., Gaytán, M., A., & Godoy A., S. (2003). Rendimiento, componentes del rendimiento y calidad de fibra del algodón en relación con la dosis de nitrógeno y la densidad poblacional. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 26(3), 167-171.
- Paredes, L. (2007). Sistemas de Producción y Economía de la Producción. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 15(1), 265-277.
- Parkin, M., & Loria, E. (2010). *Microeconomía Versión para Latinoamérica*. Novena Edición, México, Pearson Educación.
- Porter E., M. (1990). The competitive advantage of nations. *Harvard Business Review*, marzo-abril de 1990. Consultado en línea en <https://www.uic.org.ar/IntranetCompetitividad/1%C2%BA%20jornada/2.%20lectura%20complementaria/1.%20ser%20competitivo%20-%20michael%20e.%20porter%20cap.%206.pdf>
- Porter E., M. (2012): Ventaja competitiva: creación y sostenimiento de un desempeño superior, 2da ed., 10ma reimp., Ed. Patria, México.
- Qaim, M., 2009, The Economics of Genetically Modified Crops. *Annu. Rev. Resour. Econ.*, 1:665-93.
- Retes L., R., Moreno M.; S., Denogean B, F.; Martín R., M. & Ibarra F., F. (2015). Análisis de rentabilidad del cultivo de algodón en Sonora. *Revista*

- mexicana de agronegocios*, 36(1345-2016-104378), 1156-1166. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/141/14132408002.pdf>
- Rocha-Munive, M. G., Soberón, M., Castañeda, S., Niaves, E., Scheinvar, E., Eguiarte, L. E., & Souza, V. (2018). Evaluation of the impact of genetically modified cotton after 20 years of cultivation in Mexico. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 6, 82. Recuperado en <https://doi.org/10.3389/fbioe.2018.00082>
- Rocha M., M. G., Scheinvar G., E., Pérez H., M. E., Eguiarte. L. E. & Souza S., V. (2019). Historia natural de *Gossypium hirsutum* tomado de Rocha Munive, M.G., Eguiarte Fruns, L.E., Soberon Chávez, M. Bravo de la Parra, M.A. Souza Saldívar. Algodón GM en México: 20 años de siembra y experiencia. CDMX: UNAM.
- Rosales R., E. (2019). Manejo de malezas en algodónero convencional y genéticamente modificado con resistencia a glifosato tomado de Rocha Munive, M.G., Eguiarte Fruns, L.E., Soberon Chávez, M. Bravo de la Parra, M.A. Souza Saldívar. Algodón GM en México: 20 años de siembra y experiencia. CDMX: UNAM.
- Saavedra G., M. L. (2012). Una propuesta para la determinación de la competitividad en la pyme latinoamericana. *Pensamiento & Gestión*, (33), 93-124.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (SAGARPA-FAO). (2014). Análisis de la cadena de valor en la producción de algodón en México: SAGARPA-FAO, México. Consultado en línea 18 de febrero de 2019 en [www.redinnovagro.in/pdfs/algodon.pdf](http://www.redinnovagro.in/pdfs/algodon.pdf)
- Samuelson, P. & William D., N. (2006a). Economía con aplicaciones para Latinoamérica. 19va ed., Ed. McGraw Hill, México.
- Sandoval V., D. (2017). Treinta años de transgénicos en México (compendio cartográfico). Centro de Estudios para el Cambio en el Campo Mexicano, CECCAM, México.
- Shepherd, A. W. (2001). *Interpretación y Uso de la Información de Mercados*. Guía de Extensión y Comercialización. FAO. Disponible en línea en <http://www.fao.org/3/x8826s/x8826s.pdf>
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). (2017). Algodón (*Gossypium* spp.). México, SNICS. Consultado en línea en <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/algodon-gossypium>
- Solleiro R., J. L. y Mejía C., A. O. (2016). Cadena de valor en la producción de algodón en México: los desafíos del mercado global. 21° Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México, México. Consultado en línea en <http://ru.iiec.unam.mx/3426/1/175-Solleiro-Mejia.pdf>
- United States Department of Agriculture (USDA). (2021). Production, Supply and Distribution. Base de datos. Consultado en <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>
- Zermeño, L. F. (1996). La agricultura ante la apertura comercial y el TLC, en Barrón, A. y Hernández Trujillo, J. M. (coord.). La agricultura mexicana y la apertura comercial. Facultad de Economía UNAM/UAM, México.

## **CAPÍTULO III. DESEMPEÑO COMPETITIVO DEL ALGODÓN EN MÉXICO EN EL PERIODO 2004-2019**

### **3.1 Resumen**

De 2004 a 2019 la producción algodонера en México tuvo un crecimiento medio anual de 5.9% mostrando una franca recuperación de un cultivo que, en la década de los noventa, sufrió el denominado colapso algodonerero. Los objetivos de investigación fueron identificar los factores determinantes de la recuperación de la producción y la productividad de algodón en México en el periodo 2004-2019 y evaluar la competitividad del cultivo de algodón en el comercio exterior. Los resultados muestran que este progreso se debe al uso de variedades genéticamente modificadas y al comportamiento favorable de los precios internacionales del algodón. Esto permitió una tendencia favorable hacia la competitividad; en 2004 las importaciones representaron el 79% del algodón consumido y en 2018 el 39%. El Índice de Ventajas Comparativas Reveladas fue negativo durante el período analizado, sin embargo, fue aumentando. La tendencia se interrumpió en 2019 con la disminución de la producción.

**Palabras clave:** *Gossypium hirsutum*, semillas genéticamente modificadas, importaciones, Índice de Ventajas Comparativas Reveladas.

### **3.2 Abstract**

From 2004 to 2019, cotton production in Mexico grew at an average annual rate of 5.9%, showing a frank recovery of a crop that, in the 1990s, suffered the so-called cotton collapse. The research objectives were to identify the determinants of the recovery in cotton production and productivity in Mexico in the period 2004-2019 and to assess the competitiveness of cotton cultivation in foreign trade. The results show that this progress is due to the use of genetically modified varieties and the favorable behavior of international cotton prices. This allowed a favorable trend toward competitiveness; in 2004 imports accounted for 79 per cent of cotton consumed and in 2018 39 per cent. The Revealed Comparative Advantage Index was negative during the period analyzed, however, it was increasing. The trend was interrupted in 2019 with the decrease in production.

**Keywords:** *Gossypium hirsutum*, genetically modified seeds, imports, Revealed Comparative Advantage Index.

### 3.3 Introducción

El algodón pertenece a la familia de las malváceas y al género *Gossypium* (G.). La mayor parte del algodón cultivado pertenece a la especie *G. hirsutum* (90% de la producción mundial) nativo de Mesoamérica y conocido como algodón *Upland* (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas [SNICS], 2020). Más de 100 países destinan al algodón el 2.5% de la tierra cultivable en todo el mundo convirtiéndolo en uno de los cultivos más importantes en términos de utilización del suelo. En su exportación o importación intervienen más de 150 países (Centro de Comercio Internacional [CCI], 2007).

El algodón es cultivado principalmente por la fibra y las semillas; es la planta de fibra suave más empleada para la confección de prendas de vestir, material de curación, tapicería y papel moneda (AGROBIO, 2018). Representa alrededor del 30% de las fibras consumidas por la industria textil mundial y forma parte del sustento de vida de 350 millones de personas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Agencia Brasileña de Cooperación [ABC], 2018).

En México, el algodón se convirtió durante una buena parte del siglo XX en materia prima estratégica para la política económica, las finanzas, el comercio exterior y la economía (Cerutti, 2013). México llegó a ser uno de los principales países exportadores de algodón a principios de la década de los sesenta.

Sin embargo, a partir del decenio de 1970, el cultivo comenzó a perder presencia y apoyo (SAGARPA-FAO, 2014). La importancia del algodón en el total de bienes exportados disminuyó en virtud del auge de otros rubros de exportación como las manufacturas y los combustibles; en 1978 la participación del algodón fue de 4.78% en las exportaciones totales (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 1985), mientras que en algunos años de la década de los cincuenta representó más de la cuarta parte del valor de las exportaciones del país (Cerutti, 2013).

Entre 1992 y 1993 ocurrió el “colapso algodoner” a causa del alto costo del control de plagas, principalmente de lepidópteros, de la incorrecta utilización de plaguicidas, de la caída de los precios de la fibra en el mercado internacional y



de la falta de políticas y mecanismos adecuados de apoyo al cultivo (Solleiro y Mejía, 2016; SNICS, 2020). En 1960 se produjeron 457.2 mil toneladas de algodón pluma, mientras que en 1993 solo obtuvo el 5.8% de la producción de ese año (USDA, 2021).

No obstante, la producción de algodón ha ido recobrando importancia después de varios años de enfrentar el desinterés de los agricultores, derivado de la pérdida de rentabilidad de dicho cultivo. Entre 2009 y 2018 la producción y la productividad aumentaron de manera significativa; de 2009 a 2018 la superficie algodонера creció 233%, mientras que la producción pasó de 103.4 mil toneladas de algodón pluma a 377.75 mil toneladas, es decir, la producción creció 265%. Los rendimientos aumentaron 25% en el mismo periodo (USDA, 2021).

El importante incremento de la producción y la productividad del cultivo del algodón obliga a profundizar en el conocimiento de las causas que originaron dicha recuperación, así como la medida en qué esta evolución lleva al país a posicionarse nuevamente en el mercado internacional. De tal manera que los objetivos de la investigación fueron, primeramente, identificar los factores determinantes de la recuperación de la producción y la productividad de algodón en México en el periodo 2004-2019 para, posteriormente, evaluar la competitividad del cultivo de algodón en el comercio exterior para el mismo periodo. En concordancia con dichos objetivos las hipótesis fueron que el comportamiento favorable de los precios de la fibra y la adopción de variedades genéticamente modificadas (GM), han impactado en la recuperación del cultivo y que existe una tendencia positiva hacia la competitividad del cultivo de algodón.

### **3.4 Materiales y métodos**

Existe una relación causal directa entre la cantidad ofrecida y el precio del producto, esto quiere decir que, a un precio mayor, mayor cantidad ofrecida puesto que ante alzas en el precio, los productores tienen mayores incentivos para producir (Montero y Rodríguez, 2017). La cantidad ofrecida depende también de los precios de los recursos que se utilizan para su producción

(costos). La introducción de nuevos sistemas de producción y organización influyen en sentido directo sobre la oferta (León, 2010).

La competitividad es un fenómeno multifactorial y subjetivo que cambia a través del tiempo y del contexto donde se lleve a cabo su análisis (García *et al.*, 2015). La competitividad de un producto hace referencia a su capacidad de posicionamiento en el mercado internacional y depende en un principio, de las ventajas comparativas asociadas a los factores naturales y a menores costos relativos de producción. Sin embargo, también influyen en la competitividad la calidad del producto y grado de diferenciación de este (Contreras, 1999).

#### Análisis del mercado mundial y nacional

Se analizó el comportamiento de la superficie cosechada, producción y rendimiento del algodón para el periodo 2004-2019 con datos de United States Department of Agriculture (USDA) y de del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SIACON). En el caso de conversión de algodón hueso a algodón pluma (fibra) se empleó el coeficiente 0.35 (SIAP, 2021). Se calcularon las siguientes tasas para las variables analizadas:

$$TV = \left( \frac{x_t - x_0}{x_0} \right) * 100$$

Donde  $TV$  es la tasa de variación en términos porcentuales,  $x_t$  es el valor de la variable al final del periodo y  $x_0$  es el valor de la variable al inicio del periodo (Pérez *et al.*, 2010).

$$TMAA = \left[ \left( \frac{x_t}{x_0} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] * 100$$

Donde  $TMAA$  es la tasa media anual acumulada,  $x_t$  es el valor de la variable al final del periodo,  $x_0$  es el valor de la variable al inicio del periodo y  $n$  es el número de años de este (Montiel *et al.*, 1997).

## Producción de algodón y su relación con la economía agrícola

Con datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) se calculó la participación del algodón en la producción y superficie sembrada agrícola, así como su participación en la producción y superficie cosechada de cultivos industriales para el periodo 2004-2019

### Análisis de la producción por entidad federativa

Se calculó la importancia del cultivo de algodón en la agricultura de cada estado productor, así mismo se analizó el comportamiento de la producción, superficie cosechada y rendimientos del algodón en cada uno de ellos. Se determinó la influencia de los rendimientos y la superficie cosechada, sobre el crecimiento de la producción en cada estado productor, a través de la siguiente fórmula:

$$P_t = Y_0(A_t - A_0) + A_0(Y_t - Y_0) + (A_t - A_0)(Y_t - Y_0)$$

Donde  $P_t$  es el incremento en la producción para el periodo de análisis;  $A_0$  es la superficie cosechada al inicio del periodo;  $A_t$  es la superficie cosechada al final del periodo;  $Y_0$  es el rendimiento obtenido al inicio del periodo;  $Y_t$  es el rendimiento obtenido al final del periodo;  $Y_0(A_t - A_0)$  es la contribución al crecimiento de la producción por la superficie;  $A_0(Y_t - Y_0)$  es la contribución al crecimiento de la producción por los rendimientos;  $(A_t - A_0)(Y_t - Y_0)$  es el efecto combinado de la superficie y los rendimientos sobre la producción (Schwentesiuss y Sangerman, 2014).

### Comercio internacional de algodón

La competitividad es un componente importante que se puede medir en el flujo de las exportaciones de un determinado país en el mercado internacional. Ésta se puede medir usando indicadores indirectos, tales como la participación del país en el mercado o algún índice de ventaja comparativa revelada (Avendaño y Schwentesius, 2005). En este caso se calcularon los siguientes indicadores con información de USDA y del Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAMI) utilizando "Algodón sin cardar ni peinar" para el periodo 2004-2019:

- *Saldo de la Balanza Comercial*: indica el balance de comercio en un periodo determinado, siendo la expresión del flujo comercial neto de un país. Es la diferencia entre las exportaciones y las importaciones del país; puede ser superavitario, cuando las exportaciones exceden a las importaciones, o deficitario, cuando las exportaciones no cubren a las importaciones, lo que indicaría que las importaciones retrajeran renta nacional que fue captada por ciudadanos residentes en otros países (Durán y Álvarez, 2008).
- *Consumo Aparente Nacional (CAN)*: es la medida de la demanda de un país de un determinado producto, es decir, la producción más las importaciones menos las exportaciones (Velín y Medina, 2011).
- *Tasa de Penetración de las Importaciones*: indicador cuantitativo de la competitividad de un sector o producto, se representa como sigue:

$$TPM_t^i = \frac{M_t^i}{P_t^i + M_t^i - X_t^i} * 100$$

Donde  $P_t^i$  es la producción del bien,  $M_t^i$  son las importaciones y  $X_t^i$  las exportaciones. Indica la medida de la competencia internacional por la demanda interna; mientras mayor sea su valor, mayor es la dependencia del mercado interno por las importaciones (Juárez de Perona y García, 2000).

- *Índice de Ventajas Comparativas Reveladas (IVCR)*: analiza las ventajas o desventajas comparativas de los intercambios comerciales de un país con sus socios comerciales o diversos grupos de países. Se calcula como sigue:

$$IVCR = \frac{X_{ijt}^k - M_{ijt}^k}{|X_{iwt}^k + M_{iwt}^k|}$$

Donde  $X_{ijt}^k$  es el valor de las exportaciones del producto  $k$  por el país  $i$  al mercado  $j$  en el año  $t$ ;  $X_{iwt}^k$  es el valor de las exportaciones del producto  $k$  por el país  $i$  al mundo  $w$  en el año  $t$ ;  $M_{ijt}^k$  es el valor de las importaciones del producto  $k$  por el país  $i$  desde el mercado  $j$  en el año  $t$ ;  $M_{iwt}^k$  es el valor

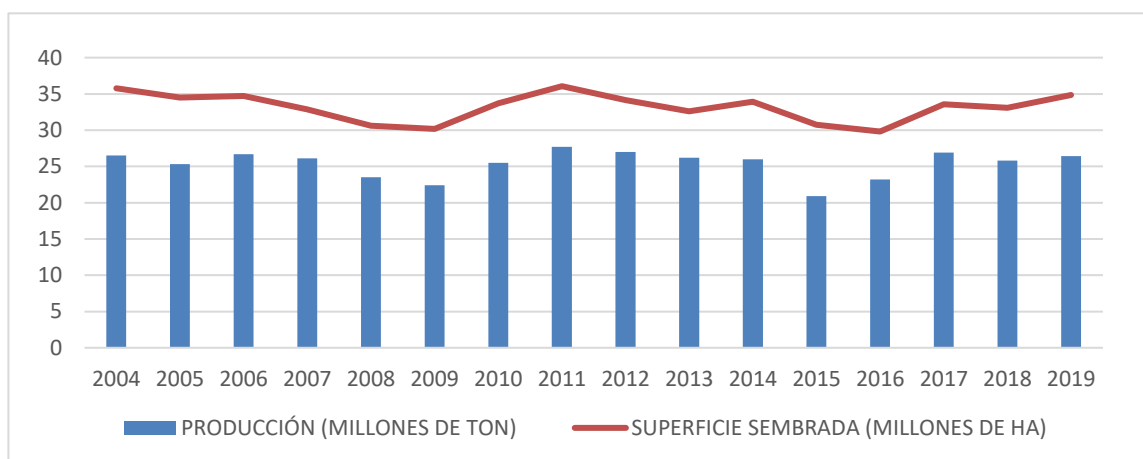
de las importaciones del producto  $k$  por el país  $i$  desde el mundo  $w$  en el año  $t$  (CEPAL, 2008). En este caso  $k$  es el algodón,  $i$  es México y  $j$  es EE. UU., principal origen de las importaciones de algodón. Puede tomar valores positivos y negativos; si es mayor que cero será indicativo de la existencia de un sector competitivo con potencial y si es negativo, de un sector importador neto carente de competitividad frente a terceros mercados.

### 3.5 Resultados

Principales aspectos de la producción mundial y nacional de algodón

En 2019 la producción mundial fue de 26.43 millones de toneladas en una superficie de 34.85 millones de hectáreas. Los principales países productores fueron India (23.7%), China (22.4%), EE. UU. (16.4%) y Brasil (11.3%), en conjunto estos países contribuyeron con el 74% de la producción mundial (USDA, 2021).

De 2004 a 2019 la producción mundial mostró una ligera tendencia negativa, con una TMAA de -0.02%, mientras que la superficie cosechada decreció a una TMAA de -0.16%. De 2014 a 2015 la producción disminuyó 19.6%, siendo ésta una de las caídas más significativas en los últimos años (Figura 1).



**Figura 1. Superficie sembrada y producción mundial de algodón pluma**

Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2021.

Este descenso en la producción mundial fue el resultado de la reducción de la superficie algodонера (9.4%), la merma en el rendimiento promedio mundial, los

bajos precios del algodón y los precios más lucrativos de cultivos competidores (Comité Consultivo Internacional del Algodón [CCIA], 2016). En India, China y Pakistán la producción algodonera ha disminuido de 2014 a 2019, mientras que, en México, EE. UU. y Brasil ha incrementado (Cuadro 1).

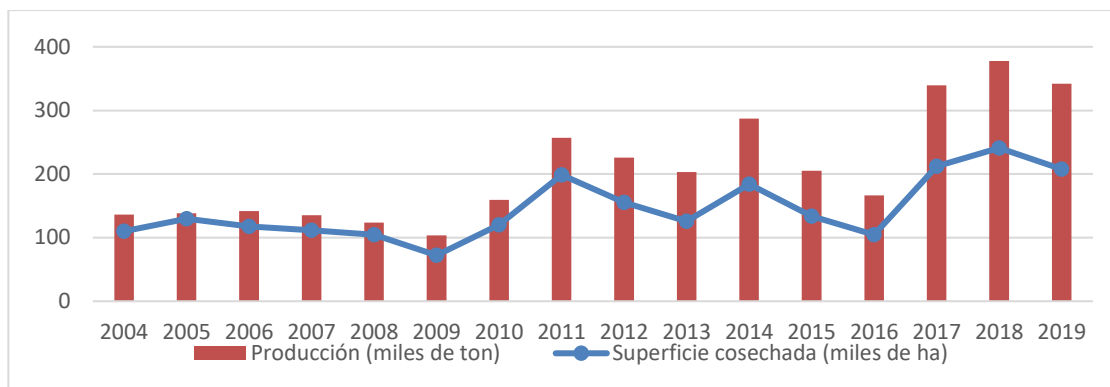
**Cuadro 1. Variación de la producción (miles de toneladas), 2014-2019**

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	TV
India	6,423	5,639	5,879	6,314	5,617	6,271	-2.4
China	6,532	4,790	4,953	5,987	6,042	5,933	-9.2
EE. UU.	3,553	2,806	3,738	4,555	3,999	4,336	22.0
Brasil	1,563	1,289	1,528	2,007	2,830	3,000	91.9
Pakistán	2,308	1,524	1,676	1,785	1,655	1,350	-41.5
México	287.2	205.3	166.6	339.7	377.8	341.8	19.0
Total	25,957	20,936	23,223	26,931	25,818	26,432	1.8

Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2021.

La reducción de la producción en estos países se explica por la limitada disponibilidad de agua, problemas ocasionados por plagas y condiciones climáticas desfavorables. El buen comportamiento de la producción en Brasil que se debe a una alta tasa de adopción de tecnologías modernas que han incrementado los rendimientos (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]-FAO, 2019).

En 2019 en México se obtuvo una producción de 341.8 mil toneladas de algodón pluma en una superficie de 207.9 mil hectáreas. De 2004 a 2019 la producción creció a una TMAA de 5.9%, mientras que la superficie cosechada creció a una TMAA de 4.1%. Sin embargo, de 2018 a 2019 la producción algodonera registró una caída de 9.5% y de 13.7% en la superficie cosechada (Figura 2).



**Figura 2. Superficie y producción algodonera en México**

Fuente: Elaborado con datos de SIAP y USDA, 2021.

El 96% del algodón que se siembra en México es de variedades genéticamente modificadas (GM) con resistencia a insectos, principalmente lepidópteros y tolerante a herbicidas y el 4% restante corresponde a variedades GM solo tolerantes a herbicidas. Esta herramienta biotecnológica se introdujo en 1996 como respuesta a la abrupta disminución de la producción a principios de esa década (SNICS, 2020). Por lo tanto, el uso de estas semillas ha contribuido al mejor desempeño de la producción.

Así mismo, la producción de algodón en México ha estado influenciada por el precio de la fibra en el mercado internacional, el cual ha sido afectado por el comportamiento de los costos de producción, los niveles de inventarios y consumo, la demanda y los precios de las fibras sintéticas, principalmente el poliéster (Solleiro y Mejía, 2016).

De 2000 a 2009 los precios internacionales fueron bajos, de 1,300 dólares por tonelada (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura [FIRA], 2016). Esto contribuyó al estancamiento de la producción en México. Durante el ciclo 2009/2010, el mercado del algodón atravesó por un periodo de inestabilidad debido a la baja disponibilidad de fibra y a la elevada demanda de China, situación que impulsó los precios de referencia (SAGARPA-FAO, 2014). En México la producción aumentó 61.2% de 2010 a 2011 como respuesta al estímulo del precio internacional.

Los precios alcanzaron su máximo de 4,442 dólares por tonelada en 2011, lo que impulsó la producción mundial que de 2011 a 2015 superó al consumo, los

inventarios se acumularon y el precio comenzó a bajar; a principios de 2016 el precio fue de 1,316 dólares por tonelada (FIRA, 2016). En México la producción tuvo una tasa de variación de 2014 a 2016 de -42% por la sustitución de cultivos como sorgo y el maíz con precios más competitivos (Otero, 2018).

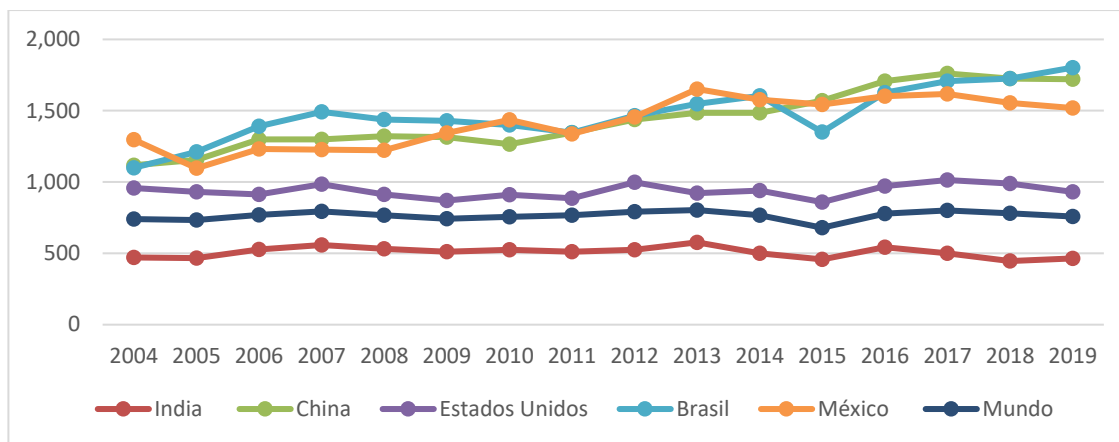
En 2016 la producción mundial fue inferior al consumo, con una relación inventarios/consumo de 81%, los precios internacionales mostraron un ligero repunte ubicándose en 1,544 dólares por tonelada a finales de ese año, después de cinco años de mostrar una tendencia a la baja (FIRA, 2016). A mediados de 2017 el precio de referencia fue de 1,750 y en 2018 fue de 1,960 dólares por tonelada (OCDE-FAO, 2019). La producción en México creció de 2016 a 2018 127%.

Por lo tanto, el crecimiento de la producción algodonera se debe a condiciones climáticas favorables, uso continuo de semillas genéticamente modificadas, retorno a la siembra de algodón debido a los precios internacionales de la fibra y a las acciones gubernamentales que promueven las compras del algodón nacional, a través del Programa de Apoyos a la Comercialización del Esquema Agricultura por Contrato bajo la modalidad del Ingreso Objetivo, el cual se estima con base en los precios internacionales (Otero, 2018; Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria [CEDRSSA], 2019).

En 2019 el precio del algodón se ubicó en 1,702 dólares por tonelada; la demanda mundial continúa bajo presión de las fibras sintéticas ya que los precios del algodón continúan altos en comparación con los del poliéster, que en 2018 oscilaron entre 1,200 y 1,700 dólares por tonelada (OCDE-FAO, 2020).

México registra mayores rendimientos por hectárea que el promedio mundial, India y EE. UU. En 2019 en India se cosecharon 464 kg/ha de algodón pluma, en EE. UU. 932 kg/ha, mientras que la media mundial se ubicó en 758 kg/ha. En México se obtuvieron 1,519 kg/ha de algodón pluma (Figura 3).





**Figura 3. Rendimientos algodón pluma (kg/ha)**

Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2021.

El uso de variedades GM ha propiciado prácticas agrícolas más eficientes, como el sistema de siembra en surcos estrechos menores a los 100 cm, que permite un mejor control fitosanitario, menor cantidad de fertilizantes y uso más eficiente del agua, con una disminución de hasta 20% al concentrarse en la planta fortaleciéndola y evitando su evaporación, así como mayores rendimientos (SAGARPA-FAO, 2014). Durante 1992 y 1993 el rendimiento del algodón en México fue muy bajo debido al ataque de plagas, 2 ton/ha de algodón hueso. Con la introducción del algodón GM el rendimiento se incrementó constantemente y en 2019 rondó las 4.4 ton/ha. De acuerdo con Monteagudo (2014) en México las siembras de algodón GM y soya GM ha significado una ganancia aproximada de 238 millones de dólares, entre 1996 y 2012.

Sin embargo, la producción depende fuertemente de la importación de semilla GM de EE. UU. que debe pertenecer a eventos biotecnológicos aprobados en México. Hasta 2018 sólo existían tres eventos autorizados cuyas variedades han quedado obsoletas. Las variedades tienen una vida útil de siete años, y dado que fueron liberadas en México entre 2009 y 2015, el país enfrenta un riesgo por desabasto (SNICS, 2020). De 2005 a 2018 el rendimiento se incrementó 54.31% y a partir de 2019 se observó una disminución en el rendimiento de 8.49%.

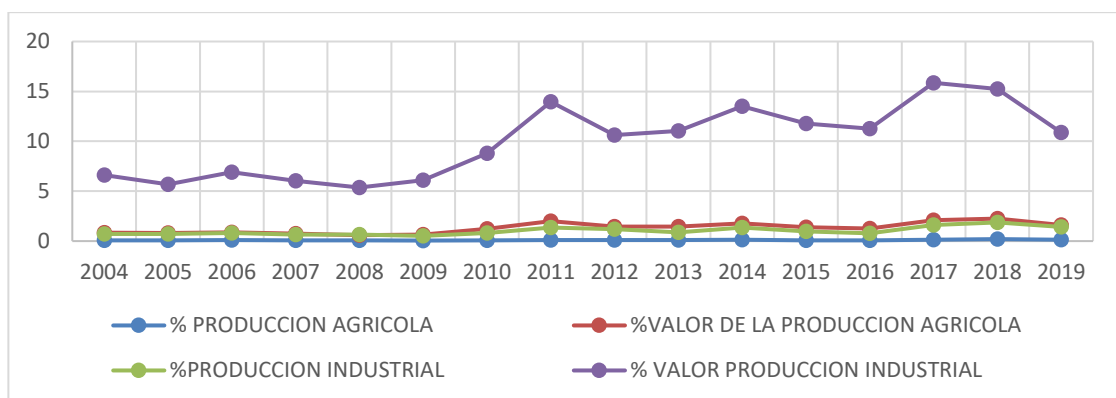
Aunado a la dependencia por semillas importadas, en México no se generan nuevas variedades y el gobierno a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) no ha autorizado nuevos eventos

biotecnológicos y no ha emitido permisos de importación para el herbicida glifosato, el más usado en el cultivo de algodón, desde noviembre de 2019 ya que se tienen planes de una eliminación gradual hasta la prohibición total en enero de 2024. Esto aumentará los costos de producción ya que se debe recurrir a otros herbicidas de menor eficiencia (Otero, 2021).

#### Importancia del cultivo en la agricultura

La importancia del cultivo se vincula con la demanda de fibra por parte de la industria textil, así como con la cantidad de empleo que éste genera a lo largo del año, por lo tanto, el algodón tiene un alto impacto en el campo mexicano. Los empleos derivados del algodón superan los creados por los principales cultivos generadores de divisas como café, aguacate y caña de azúcar (SAGARPA-FAO, 2014). La producción de algodón genera alrededor de 6,280,416 jornales al año, distribuidos en 70.9% en campo, 9.8% en fletes y 19.3% en despepite (Cámara Nacional de la Industria Textil, [CANAINTEX], 2021).

La participación del algodón en la agricultura ha aumentado ligeramente durante el periodo de estudio; en 2004 contribuyó con el 0.08% de la producción agrícola y con el 0.84% del valor de ésta, mientras que en 2019 la participación fue de 0.13% y 1.6%, respectivamente. El algodón ha aumentado su participación en la producción de cultivos industriales, en 2004 contribuyó con 0.72% y en el 2019 con 1.42%, su contribución al valor fue de 6.61% en 2004 y 10.89% en 2019. Esto implica que el algodón es un cultivo de alta densidad económica (Figura 4).



**Figura 4. Participación del algodón en la producción agrícola y de cultivos industriales**

Fuente: Elaborado con datos de SIAP, 2021.

### Indicadores de la producción por entidad federativa

Los estados productores en 2019 fueron Chihuahua que contribuyó con el 66% de la producción, seguido de Baja California (15.5%), Coahuila (10.4%), Sonora (4%), Tamaulipas (2.8%) y Durango (1.2%). Los productores cuentan con una dotación de 4 a 200 hectáreas. En estas regiones de climas extremos los agricultores prefieren cultivar el algodón en condiciones de riego en lugar de otros cultivos como el maíz, ya que el algodón soporta más el estrés hídrico (SNICS, 2020).

En Chihuahua el algodón representó en 2019 el 16.5% del valor total de la producción agrícola, sin embargo, en 2018 esta participación fue de 22%, en un año el algodón perdió peso en la estructura productiva del estado. En Durango, Sonora y Tamaulipas la producción algodонера ha tenido una participación muy baja (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Algodón en el valor de la producción agrícola estatal, 2019**

	<b>Valor de la producción agrícola (mdp)</b>	<b>Valor de la producción algodонера (mdp)</b>	<b>Participación del algodón (%)</b>
Baja California	21,603,983	1,257,974.17	5.82
Coahuila	8,475,777	956,171.64	11.28
Chihuahua	46,231,094	7,628,568.29	16.50
Durango	9,267,551	110,913.85	1.20
Sonora	48,119,075	562,919.40	1.17
Tamaulipas	18,355,851	331,143.98	1.80

Fuente: Elaborado con datos de SIAP, 2021.

La producción de algodón ha mostrado comportamientos diferenciados de una entidad a otra. El mayor crecimiento de la producción de 2004 a 2019 fue en Tamaulipas con una tasa de variación de 455.12%, seguido de Chihuahua, Baja California y Coahuila. En Durango y Sonora la producción disminuyó durante el periodo analizado (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Variación de la producción de algodón, toneladas**

	2004	2019	TVP
Baja California	71,076.27	142,441.62	100.41
Coahuila	60,465.38	95,740.98	58.34
Chihuahua	161,074.80	605,781.89	276.09
Durango	16,614.00	10,551.96	-36.49
Sonora	68,679.00	36,318.89	-47.12
Tamaulipas	4,629.27	25,698.11	455.12

Fuente: Elaborado con datos de SIAP, 2021.

El crecimiento de la producción en el periodo analizado ha sido extensivo, es decir, se ha debido principalmente al incremento de la superficie (65.26%), mientras que los rendimientos contribuyeron con 18.28% y 16.45% se debe a la interacción de ambas variables. El comportamiento ha sido muy diferenciado entre los estados productores (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Descomposición crecimiento, 2004-2019**

Estado	Superficie	Rendimiento	Interacción	Total
Baja California	53,840.46	9,904.16	7,500.16	71,244.79
	75.57	13.90	10.53	100.00
Coahuila	38,574.85	-2,059.64	-1,314.17	35,201.04
	109.58	-5.85	-3.73	100.00
Chihuahua	245,721.29	78,858.85	120,386.94	444,967.09
	55.22	17.72	27.06	100.00
Durango	-5,314.50	-1,062.40	340.13	-6,036.77
	88.04	17.60	-5.63	100.00
Sonora	-38,259.54	13,172.79	-7,333.08	-32,419.83
	118.01	-40.63	22.62	100.00
Tamaulipas	15,455.53	1,290.34	4,316.41	21,062.28
	73.38	6.13	20.49	100.00
TOTAL	346,541.55	97,077.28	87,371.66	530,990.50
	65.26	18.28	16.45	100.00

Fuente: Elaborado con datos de SIAP, 2021.

En Chihuahua el crecimiento de los rendimientos tuvo mayor importancia para explicar el incremento de la producción que en el resto de los estados, ya que contribuyeron con 17.7% del mismo, lo cual implica que la producción ha sido más intensiva. Se han minimizado las pérdidas en el rendimiento gracias a la inversión en infraestructura de almacenamiento para la fibra que anteriormente era almacenaba al aire libre mermando su cantidad y calidad (Otero, 2018).

En Coahuila los rendimientos han disminuido. En Durango el decrecimiento de los niveles productivos se explica por el descenso de ambas variables. En Sonora la producción ha disminuido por el decremento de la superficie cosechada.

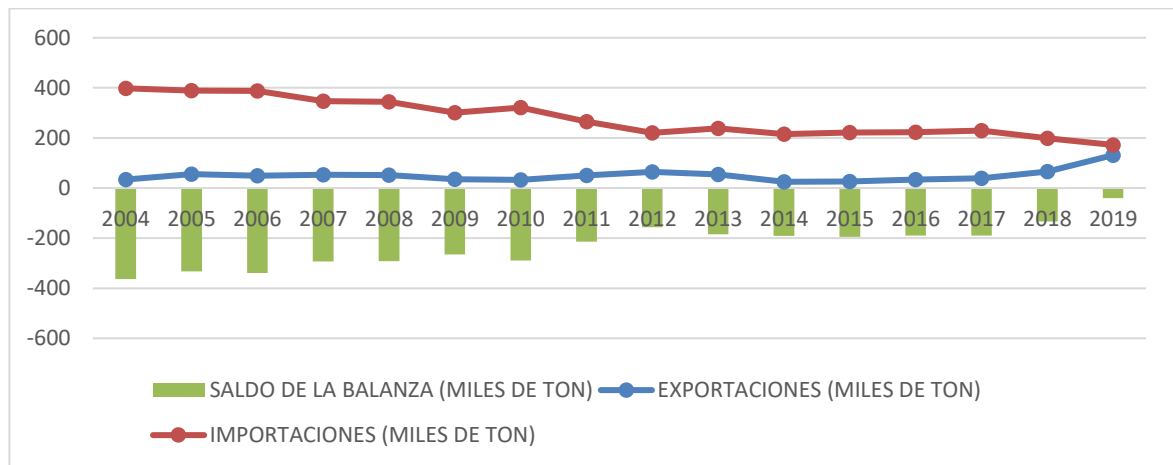
Aunque la mayoría de los productores han adoptado variedades GM, otros factores como el clima y el diverso uso de la tecnología explican las diferencias en los niveles de producción y rendimientos que se obtienen en las diferentes regiones. Tamaulipas reportó los menores rendimientos durante el periodo analizado, 2.23 ton/ha ya que toda la producción se encuentra en zonas no irrigadas. En Chihuahua los rendimientos han sido menores, 3.9 ton/ha, que los registrados en Baja California, Coahuila y Durango, debido a que la mayor parte de los suelos agrícolas donde se siembra algodón en esta entidad presenta problemas de baja disponibilidad de Fosforo y Nitrógeno, así como la continua degradación de estos por efectos climáticos y edáficos (Hernández *et al.*, 2013).

#### Intercambio comercial

México ha sido deficitario en este cultivo desde 1991 debido al colapso de la producción algodонера. Las importaciones provienen casi en su totalidad de EE. UU. como consecuencia de la integración de la industria textil de Norteamérica. Las empresas mexicanas prefieren el algodón de EE. UU. por diversas razones; cumplir con las reglas de origen cuando se trata de productos para reexportación; la fibra estadounidense posee un grado único estándar que se adecua a las máquinas de alta velocidad, mientras que la fibra mexicana no siempre tiene un grosor uniforme; los productores estadounidenses ofrecen contratos para

proporcionar entregas mensuales de fibra, lo que conduce a un ahorro de almacén, seguros y gastos financieros (Otero, 2018).

Sin embargo, el déficit se ha ido aminorando en los últimos años; en 2004 fue de 363.67 mil toneladas de algodón pluma, mientras que en 2019 fue de 40.65 mil toneladas, lo que implica una reducción de 88% durante el periodo analizado (Figura 5).



**Figura 5. Importaciones y exportaciones de algodón pluma en México**

Fuente: Elaborado con datos de SIAVI, 2021.

México es un importante productor de textiles con una industria basada en costos laborales competitivos y una profunda integración con sus vecinos del norte; el sector textil representa el 1.4% del PIB. México es el séptimo exportador de mezclilla y el principal proveedor de EE. UU. (Otero, 2018). El Consumo Aparente Nacional promedio para el periodo analizado fue de 438.2 mil toneladas anuales de algodón pluma, éste se contrajo de 2004 a 2019 en 23.5%; las importaciones mostraron una TV de -56.8%, mientras que las exportaciones crecieron 281.3% en el mismo periodo (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Consumo Aparente Nacional, miles de toneladas**

<b>Año</b>	<b>Producción</b>	<b>Exportaciones</b>	<b>Importaciones</b>	<b>CNA</b>
2004	136.08	34.45	398.11	499.74
2006	141.52	48.94	388.21	480.79
2008	123.45	51.73	344.25	415.97
2010	159.37	32.48	321.73	448.63
2012	225.56	64.03	220.09	381.62
2014	287.18	24.93	215.75	478.00
2016	166.56	33.58	223.01	355.99
2018	377.75	65.29	198.74	511.20
2019	341.83	131.36	172.01	382.48

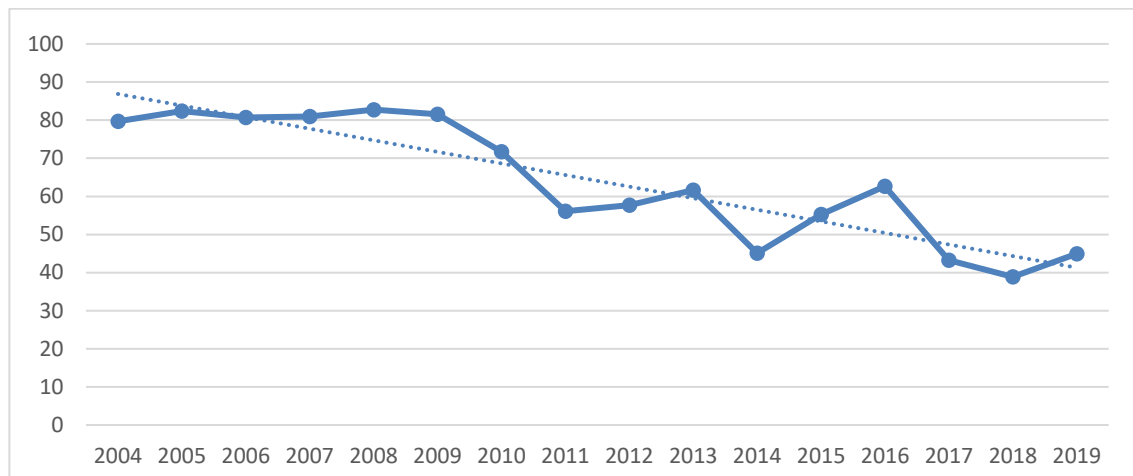
Fuente: Elaborado con datos de SIAVI, 20121.

El consumo de algodón es de importancia para la industria textil nacional: en 2019 ocho productos elaborados por la industria textil contribuyeron con el 33.6% de la producción, destaca la fabricación de telas de mezclilla de algodón con el 11%, sin embargo, de 2018 a 2019 su producción se redujo, lo cual coincide con la disminución de la producción algodонера (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] y CANAINTEX, 2020).

En 2019 las exportaciones fueron de 131.36 mil toneladas de algodón, alcanzando su volumen más alto dentro del periodo analizado. Los principales destinos son China (13.96%), Pakistán (12.58%), Suiza (9.7%) y Vietnam (9.51%) (SIAVI, 2021). De acuerdo con Otero (2021) el aumento de las exportaciones de fibra de algodón en años recientes se debe al rechazo de la fibra por parte de la industria textil nacional, es decir, se está exportando algodón de baja calidad. La industria local prefiere los suministros nacionales de alta calidad y el algodón importado desde EE. UU.

En 2004 la Tasa de Penetración de las Importaciones (TPI) fue de 79.66%, es decir, casi el 80% del consumo de fibra se cubrió con algodón importado, mientras que en 2018 la TPI fue de 38.88%, lo que implica que la dependencia

de México respecto a las importaciones de fibra ha ido disminuyendo durante el periodo analizado a una TMAA de -3.51% (Figura 6).



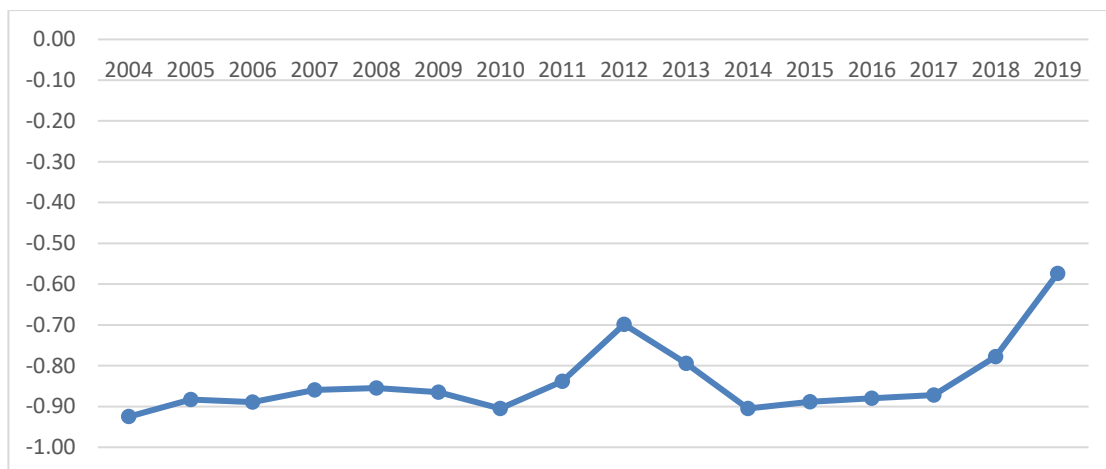
**Figura 6. Tasa de Penetración de las importaciones**

Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2021.

Durante el periodo analizado la dependencia por el algodón importado disminuyó, gracias al fortalecimiento de la producción y a acciones gubernamentales que impulsaron las compras de algodón nacional a través de contratos a plazo entre productores y compradores dentro del Programa de Apoyos a la Comercialización. Sin embargo, esta tendencia favorable hacia la competitividad del algodón se vio interrumpida en 2019 al aumentar la TPI a 44.97%, es decir, las importaciones de fibra aumentaron en términos relativos al consumo.

EL IVCR durante el periodo analizado es negativo, en 2004 fue cercano a -1 indicando que México era un importador neto carente de competitividad en el comercio de algodón frente a EE. UU. En 2019 fue de -0.57, por tanto, el fortalecimiento de la producción contribuye a la recuperación de ventajas comparativas en términos del valor del intercambio comercial (Figura 7).





**Figura 7. Índice de Ventajas Comparativas Reveladas con EE. UU.**

Fuente: Elaborado con datos de SIAVI, 2021.

EE. UU. cuenta con ventajas de calidad certificada de la fibra y un sistema de comercialización basado en entregas planeadas, con las que los costos de almacenamiento son absorbidos por el vendedor, además ofrece facilidades de crédito, por lo que estas ventajas competitivas son difícilmente alcanzables por el productor algodonero local (SAGARPA-FAO, 2014).

### 3.6 Conclusiones

Durante el periodo analizado la superficie cosechada, la producción y los rendimientos mostraron tasas de variación positivas. El algodón mejoró su posicionamiento en la agricultura y en el sector de cultivos industriales. La actividad algodonera nacional mostró un mejor que el observado en el entorno mundial. En cuatro de las seis entidades productoras la producción aumentó: Baja California, Coahuila, Chihuahua y Tamaulipas. Este incremento ha sido extensivo, es decir, se explica por el aumento de la superficie algodonera.

El progreso del cultivo se ha basado en el uso de variedades genéticamente modificadas que permiten mejor control fitosanitario, reducción de costos, prácticas agrícolas más eficientes y mayores rendimientos. La preferencia de los agricultores por el algodón sobre otros cultivos como sorgo y maíz se debe a los atractivos precios del algodón. Aunado a ello, las medidas gubernamentales que vinculaban a los productores con las empresas textiles mediante programas de compra incentivaron el uso del algodón nacional y su producción.

El crecimiento de la producción contribuyó a aminorar la dependencia de México por el algodón importado al pasar de 79.66% de algodón importado en 2004 a 38.88% en 2018. Se apreció una tendencia favorable hacia la competitividad del algodón, sin embargo, esta tendencia se ha visto interrumpida por la disminución de la producción en 2019 de 9.5% con respecto a 2018. Las semillas GM que se usan en México son importadas con lo que el sector algodonero es vulnerable al desabasto. La poca disponibilidad de semillas, la obsolescencia de las variedades comercializadas, así como la negativa por parte de las autoridades para la autorización de nuevos eventos de mejoramiento genético, han dado como resultado esta disminución en la producción.

El cultivo de algodón en México no es competitivo, el IVCR es negativo durante todo el periodo, aún se requiere de las importaciones y se depende de la importación de insumos, sin embargo, el IVCR aumentó durante el periodo analizado mostrando hasta 2018 una tendencia hacia la competitividad. Las exportaciones han aumentado con lo que el déficit de la balanza comercial se redujo 88% durante el periodo analizado, pero se está exportando algodón de baja calidad.

El uso de variedades obsoletas conduce a la pérdida de competitividad, mientras que en EE. UU. se usan semillas con mejores características y basa sus ventajas competitivas en la calidad de su fibra, entregas oportunas y un sistema de crédito eficiente. En la industria textil la calidad de la fibra es fundamental para tener un buen desempeño en el teñido, corte y costura de las prendas.

El algodón sigue siendo un cultivo estratégico por la cantidad de empleo que genera y por la demanda de este insumo para la industria textil. Los estados productores de algodón reportan rendimientos que compiten con los de los mayores productores a nivel mundial, pero se requiere de un programa de investigación robusto para generar nuevas variedades de semillas y con ello eliminar el uso de las transgénicas de importación, un programa de comercialización y certificación de la fibra que dé certidumbre y estabilidad a los productores del algodón y a la industria textil mexicana.

### 3.7 Literatura citada

- AGROBIO. (2018). *El exitoso caso del algodón en México*. México: AgroBio. Consultado en línea en [www.agrobiomexico.org.mx/wp/wp.../Folletos-2018-Algodon-Website-201810.pdf](http://www.agrobiomexico.org.mx/wp/wp.../Folletos-2018-Algodon-Website-201810.pdf)
- Avendaño Ruiz, B. y Schwentesius Rindermann, R. (2005). Factores de competitividad en la producción y exportación de hortalizas: el caso del valle de Mexicali, B.C., México, *Problemas del desarrollo*, 36(140), 165-192. Consultado en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301)
- Cámara Nacional de la Industria Textil (CANAINTEX). (2021). *Retos y oportunidades del cultivo del algodón en México*. México: CANAINTEX. Consultado en <https://canaintex.org.mx/retos-y-oportunidades-del-cultivo-del-algodon-en-mexico/>
- Centro de Comercio Internacional (CCI). (2007). Guía del exportador de algodón. Centro de Comercio Internacional. Consultado en <https://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Publications/Cotton%20Guide%20Spanish.pdf>
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA). (2019). *Comparación entre precios de garantía y otros incentivos a la comercialización*. México: Cámara de Diputados, CEDRSSA. Consultado en [http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/9/66Nota%20Ingreso%20Objetivo\\_101218.pdf](http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/9/66Nota%20Ingreso%20Objetivo_101218.pdf)
- Cerutti, M. (2013). El algodón en el norte de México (1925-1965). De cultivo regional a materia prima estratégica. En M. Cerutti y A. Almaraz (Coord.), *Algodón en el norte de México (1920-1970): Impactos regionales de un cultivo estratégico* (pp. 37-72). México: Colegio de la Frontera Norte, A. C.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe: (1985). *América Latina y la economía mundial del algodón*. Santiago de Chile: CEPAL. Consultado en línea en [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/8527/S8500024\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/8527/S8500024_es.pdf)
- Comité Consultivo Internacional Del Algodón (CCIA). (2016). *Algodón este mes*. Estados Unidos: CCIA. Consultado en línea en [http://conalgodon.com/wp-content/uploads/2016/07/ICA\\_marzo.pdf](http://conalgodon.com/wp-content/uploads/2016/07/ICA_marzo.pdf)
- Contreras Castillo., J. M. (1999). La competitividad de las exportaciones mexicanas de aguacate: un análisis cuantitativo. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5: 393-400.
- Durán Lima., J. E. y Álvarez, M. (2008). Indicadores de comercio exterior y política comercial: mediciones de posición y dinamismo comercial. CEPAL, Santiago de Chile. Consultado en línea en [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3690/S2008794\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3690/S2008794_es.pdf)
- Fernández Aguirre, H. (2001). Panorama económico del algodón en México: Evolución de la siembra y la problemática del TLC en la comercialización. *Revista Mexicana de Agronegocios*, (8), 189-201.

- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). (2016). *Panorama Agroalimentario: Algodón 2016*. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200630/Panorama\\_Agroalimentario\\_Algod\\_n\\_2016-17.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200630/Panorama_Agroalimentario_Algod_n_2016-17.pdf)
- García García, A. M. G., Figueroa Rodríguez, K., Moreno, M., & Hernández Rosas, F. (2015). Competitividad en el sector agropecuario: Una revisión de métodos aplicados. *Revista Venezolana de Gerencia*, 20(72), 717-733. Consultado en <https://www.redalyc.org/pdf/290/29044047009.pdf>
- Hernández Flores, L., Munive Hernández, J. A., Sandoval Castro, E., Martínez Carrera, D., & Villegas Hernández, M. (2013). Efecto de las prácticas agrícolas sobre las poblaciones bacterianas del suelo en sistemas de cultivo en Chihuahua, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(3), 353-365. Consultado en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342013000300002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000300002)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía y Cámara Nacional de la Industria Textil (INEGI-CANAINTEX). (2020). *Colección de estudios sectoriales y regionales: conociendo la industria*. México: INEGI-CANAINTEX. Consultado en línea en [https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825195649.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825195649.pdf)
- Juárez de Perona, H. G. y García Seferino, V. R. (2000). Indicadores de Competitividad en un contexto de Apertura e Integración. Asociación Argentina de Economía Política, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Consultado en línea en [https://aaep.org.ar/anales/pdf\\_00/juarez-de-perona\\_garcia-seffino.pdf](https://aaep.org.ar/anales/pdf_00/juarez-de-perona_garcia-seffino.pdf)
- León Mendoza, J. (2010). *Economía aplicada*. Perú: Universidad Nacional del Callao, Vicerrectorado de Investigación. Consultado en [https://economia.unmsm.edu.pe/org/arch\\_doc/JLeonM/publ/Interiores\\_Economia\\_Aplicada.pdf](https://economia.unmsm.edu.pe/org/arch_doc/JLeonM/publ/Interiores_Economia_Aplicada.pdf)
- Monteagudo C., A. (2014). Siembra comercial de cultivos genéticamente modificados en el campo mexicano: una herramienta viable para el desarrollo rural sustentable y la seguridad alimentaria. *El Cotidiano*, (188), 103-109.
- Montero Vega, M. & Rodríguez Lizano, V. (2017). Manual sobre Análisis Básico de Precios Agrícolas para la Toma de Decisiones. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Consultado en <http://repositorio.iica.int/handle/11324/6231>
- Montiel Torres, A. M., Rius Díaz, F. & Barón López, F.J. (1997). *Elementos básicos de Estadística Económica y Empresarial*. España: Ed. Prentice Hall. Consultado en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=50902>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, y Agencia Brasileña de Cooperación (FAO- ABC). (2018). *Estudio nichos de mercados del algodón*. Santiago de Chile: FAO- ABC. Consultado en línea

- en <http://iba-br.com/site/wp-content/uploads/2020/10/estudo-nicho-mercado.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (OCDE/FAO). (2019). *Perspectivas Agrícolas 2019-2028*. Roma: OECD Publishing. Consultado en <https://doi.org/10.1787/7b2e8ba3-es>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (OECD/FAO). (2020). *Perspectivas Agrícolas 2020-2029*. Roma: OECD Publishing. Consultado en <https://doi.org/10.1787/a0848ac0-es>.
- Otero, A. (2018). Mexico, cotton and products update. Estados Unidos: USDA. Consultado en línea en [https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Cotton%20and%20Products%20Update\\_Mexico%20City\\_Mexico\\_11-30-2018.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Cotton%20and%20Products%20Update_Mexico%20City_Mexico_11-30-2018.pdf)
- Otero, A. (2021). Cotton and Products Annual. Estados Unidos: USDA. Consultado en línea en [https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2021/04/Cotton-and-Products-Annual\\_Mexico-City\\_Mexico\\_04-01-2021.pdf](https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2021/04/Cotton-and-Products-Annual_Mexico-City_Mexico_04-01-2021.pdf)
- Pérez, R., Caso, C., Río, M. J., & López, A. J. (2010). *Introducción a la Estadística Económica*. España: Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Oviedo. Consultado en línea en [https://www.researchgate.net/profile/Ana-Lopez-Menendez/publication/256278076\\_Introduccion\\_a\\_la\\_Estadistica\\_Economica/links/02e7e5220fb2b52083000000/Introduccion-a-la-Estadistica-Economica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ana-Lopez-Menendez/publication/256278076_Introduccion_a_la_Estadistica_Economica/links/02e7e5220fb2b52083000000/Introduccion-a-la-Estadistica-Economica.pdf)
- Schwentesi Rindermann, R. y Sangerman Jarquín, D. M. (2014). Desempeño competitivo de la fruticultura mexicana, 1980-2011. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(7), 1287-1300. Consultado en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007)
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (SAGARPA-FAO). (2014). *Análisis de la cadena de valor en la producción de algodón en México*. México: SAGARPA-FAO. Consultado en línea en [www.redinnovagro.in/pdfs/algodon.pdf](http://www.redinnovagro.in/pdfs/algodon.pdf)
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2021). *Notas metodológicas*. México: SIAP. Consultado en línea en [http://www.campomexicano.gob.mx/portal\\_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Agricola/Normatividad/anexo2N.htm](http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Agricola/Normatividad/anexo2N.htm)
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2021). *Producción Agrícola. Algodón*. México: SIAP. Consultado en línea en <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). (2020). *Programa de Abasto de Semilla de Algodón*. México: SNICS. Consultado en [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/632083/Programa\\_de\\_abasto\\_de\\_algado\\_n.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/632083/Programa_de_abasto_de_algado_n.pdf)

- Sistema de Información Arancelaria Vía Internet. (SIAVI). (2021). *Algodón sin cardar ni peinar*. México: Secretaría de Economía. Consultado en línea en <http://www.economia-snci.gob.mx/>
- Solleiro Rebolledo., J. L. y Mejía Chávez., A. O. (2016). Cadena de valor en la producción de algodón en México: los desafíos del mercado global. México: UNAM, 21° Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México. Consultado en línea en <http://ru.iiec.unam.mx/3426/1/175-Solleiro-Mejia.pdf>
- United States Department of Agriculture (USDA). (2021). Production, Supply and Distribution. Base de datos. Consultado en <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>
- Velín, M. y Medina, P. (2011). Cálculo y análisis de indicadores sectoriales de comercio exterior para el caso ecuatoriano. *Analítika, Revista de análisis estadístico*, 2, 3–29. <http://repositorio.cedia.org.ec/handle/123456789/632>

# **CAPÍTULO IV. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD DEL ALGODÓN EN LOS PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE MÉXICO**

## **PRODUCTION COSTS AND PROFITABILITY OF COTTON IN THE MAJOR PRODUCING STATES OF MEXICO**

### **4.1 Resumen**

La recuperación de la actividad algodonera en México es resultado del uso de semillas transgénicas que permiten mejor control de plagas, rendimientos superiores, menores erogaciones en insecticidas y de una tendencia favorable en los precios. No obstante, las variaciones en costos y precios obligan a profundizar en el conocimiento de los factores que determinan su rentabilidad. Por tanto, el objetivo de investigación fue determinar los principales factores que inciden en los diferentes niveles de rentabilidad del cultivo en Chihuahua y Baja California, para el ciclo primavera-verano 2018. Para ello se recurrió los siguientes indicadores: Relación Costo-Beneficio (RCB), rentabilidad, Punto de Equilibrio (PE) y análisis de sensibilidad. En Chihuahua la utilidad fue de \$4,588 por hectárea, con una RCB de 1.12. La fertilización, el control de plagas y malezas y el riego, son los rubros con mayor peso en la estructura de costos. En Baja California la utilidad fue de \$8,556.5, con una RCB de 1.19. La siembra y el rubro de cosecha, selección y empaque, representaron las mayores erogaciones. En lo que se refiere al análisis de sensibilidad se encontró que en el caso de Chihuahua la rentabilidad es más sensible a las variaciones del precio.

**PALABRAS CLAVE:** *Gossypium hirsutum*, Relación Costo-Beneficio, semillas genéticamente modificadas.

### **4.2 Abstract**

The recovery of cotton activity in Mexico is the result of the use of transgenic seeds that allow better pest control, higher yields, lower erogations in insecticides and a favorable price trend. However, changes in costs and prices require a deeper understanding of the factors that determine their profitability. Therefore, the research objective was to determine the main factors affecting the different levels of crop profitability in Chihuahua and Baja California for the spring-summer 2018 cycle. The following indicators were used for this purpose: Benefit Cost Ratio (BCR), profitability, Equilibrium Point (PE) and sensitivity analysis. In Chihuahua, the utility was \$4,588 per hectare, with a BCR of 1.12. Fertilization, pest and weed control and irrigation are the items with the greatest weight in the cost structure. In Baja California, the utility was \$8,556.5, with a BCR of 1.19. Planting and harvesting, selection and packaging represented the largest erogations. In terms

of sensitivity analysis, it was found that in the case of Chihuahua profitability is more sensitive to price variations.

**KEY WORDS:** *Gossypium hirsutum*, Benefit Cost Ratio, genetically modified seeds.

### 4.3 Introducción

El cultivo de algodón, de gran importancia en México, se enfrenta a una serie de dificultades para el desarrollo adecuado de la planta. Por una parte, está sujeto a una serie de exigencias edafoclimáticas ya que se realiza a cielo abierto y requiere de cuatro a cinco meses de altas temperaturas y suficiente luminosidad para su crecimiento, y, por otra parte, la planta de algodón, durante su desarrollo, está expuesta a diversos problemas, principalmente al ataque de plagas de insectos como el gusano rosado (*Pectinophora gossypiella* Saunders), el picudo (*Anthonomus grandis* Boheman) y los belloteros (*Heliothis zea* Bodie y *H. virescens* Fabricius), así mismo, a la competencia por malezas agresivas (AGROBIO, 2018).

Las pérdidas por insectos y malezas suelen ser altamente significativas, motivo por el cual el cultivo de algodón ha estado asociado al uso de productos agroquímicos (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria [CEDRSSA], 2019a). La pérdida de rendimiento derivada de esta problemática es de aproximadamente el 15% de la producción mundial (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA]- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO, 2014]). Alrededor del 9% de los pesticidas, cerca del 20% de los insecticidas y 8% de los fertilizantes químicos, que son consumidos en el mundo se destinan al cultivo de algodón (Centro de Comercio Internacional [CCI], 2007). El uso de estos productos afecta la salud humana, al medio ambiente y a la rentabilidad del cultivo por los altos costos de producción, lo cual causó el abandono del mismo en algunas regiones de los estados del sur de México y la disminución de la producción en el norte.



Una alternativa para enfrentar esa triple problemática ha sido la producción de algodón empleando semillas modificadas genéticamente (SAGARPA-FAO, 2014; CEDRSSA, 2019a) en México esta opción ha sido ampliamente adoptada desde su introducción en 1996, permitiendo así la reactivación del cultivo. Durante más de 20 años, el algodón se ha convertido en el cultivo Genéticamente Modificado (GM) más sembrado en el país (Rocha-Munive *et al.*, 2018). Los tipos de transgénicos actualmente disponibles para la producción comercial, ofrecen tolerancia a los herbicidas y resistencia a los gusanos del algodón (algodón Bt). El uso de semillas GM da como resultado el desarrollo de cultivos de alto potencial para aumentar la productividad, reducir el impacto ambiental derivado de los agroquímicos y mejorar la calidad del producto (CEDRSSA, 2019a).

Sin embargo, los beneficios económicos del uso de semillas GM son variables, en tanto dependen de diversos factores, tales como los precios internacionales del algodón y de otros insumos requeridos para su cultivo, como fertilizantes y herbicidas (Rocha-Munive *et al.*, 2018), además de los riesgos derivados de las enfermedades y malezas prevalentes. De 2001 a 2009 los precios internacionales de la fibra fueron bajos, contribuyendo al estancamiento de la producción en México (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura [FIRA], 2016). Hasta 2016, la producción nacional mostró la incertidumbre derivada de la baja rentabilidad causada por los altos costos de producción; la falta de políticas de fomento al cultivo como créditos atractivos necesarios para el desarrollo de un sistema logístico eficiente y de certificación de la fibra; así como la influencia negativa de los mercados internacionales (Solleiro y Mejía, 2016).

El mercado internacional del algodón ha mostrado un comportamiento fluctuante, afectado por los costos de producción, los niveles de inventarios y consumo, y la demanda de fibras sintéticas, que deprime considerablemente los precios de referencia de la fibra (Solleiro y Mejía, 2016). Otros factores que afectan al mercado son la desaceleración de la economía mundial, el comercio mundial de textiles y prendas de vestir, los precios competitivos y la calidad de las fibras sintéticas, así como cambios en las políticas gubernamentales en los

principales países productores, que en 2018 fueron China (23.2%), India (22.8%), EE. UU. (15.5%) y Brasil (9.6%); en conjunto estos países contribuyeron con el 71% de la producción mundial (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]-FAO, 2017; United States Department of Agriculture [USDA], 2019).

Durante 2000-2009 los precios de la fibra fueron en promedio de 1,300 dólares por tonelada. La elevada demanda de fibra, principalmente por China que la acaparó para abastecer sus reservas, disminuyó los inventarios internacionales, lo que favoreció el comportamiento de los precios (OCDE-FAO, 2017). De acuerdo con FIRA (2016) a principios de 2009 comenzó una tendencia alcista en el precio internacional de algodón como consecuencia de una menor producción y un mayor consumo mundial de la fibra. Los precios alcanzaron su máximo de 4,442 dólares por tonelada en marzo de 2011, trayendo como consecuencia un mayor estímulo a la producción que de 2011 a 2015 superó el consumo; los inventarios se acumularon y el precio de referencia reportó tendencia a la baja. En 2015 el precio promedio fue de 1,397 dólares por tonelada, mientras que a inicios de 2016 fue de 1,316 dólares por tonelada.

A partir de 2016 se pronosticó que el comercio internacional del algodón aumentaría, pero con menor dinamismo que en 2011-2013, cuando el crecimiento fue impulsado por el aumento de las importaciones chinas (OCDE-FAO, 2017). El consumo mundial de algodón creció 0.9% anual de 2016 a 2017; el crecimiento del consumo se ha estancado en los últimos años debido a la competencia que enfrenta en el mercado con otras fibras. Sin embargo, la producción fue inferior al consumo, con una relación inventarios/consumo de 81%, derivado de ello, y después de cinco años de mostrar una tendencia a la baja, los precios internacionales mostraron un ligero repunte desde mediados de 2016 ubicándose en 1,544 dólares por tonelada (FIRA. 2016). A mediados de 2017 el precio de referencia fue de 1,750 dólares por tonelada, mientras que en 2018 fue en promedio de 1,960 dólares por tonelada. Cabe destacar que los precios del algodón continúan siendo históricamente más altos que los del

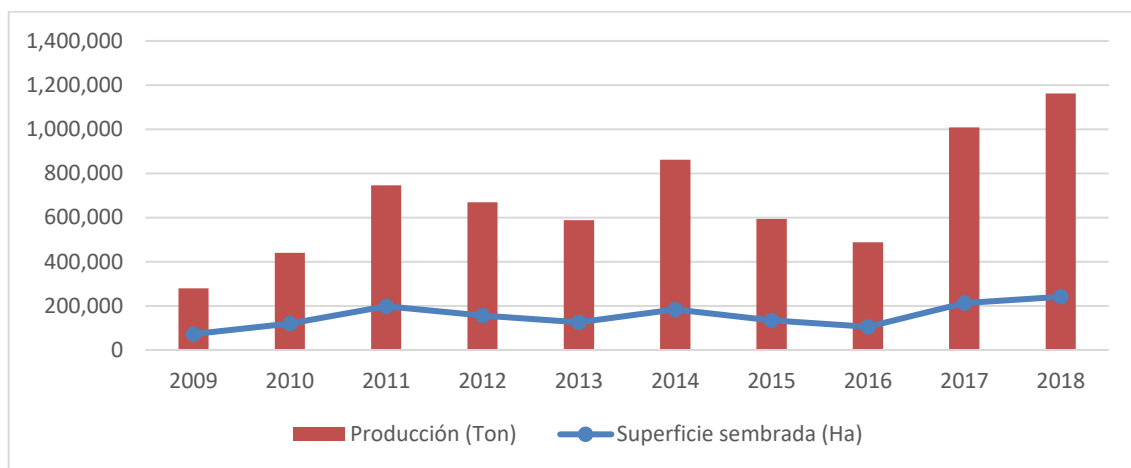
poliéster, su principal sustituto, que en 2018 fluctuaron entre 1,200 y 1,700 dólares por tonelada (OCDE-FAO, 2019).

El algodón representa una oportunidad de crecimiento para la economía nacional; es un cultivo generador de empleos directos e indirectos en el campo mexicano, y es un producto de alto consumo en el sector industrial (Solleiro y Mejía, 2016). En 2018 se produjeron 1.16 millones de toneladas de algodón hueso en una superficie de 241 mil hectáreas. La producción se concentró en tres estados de la República: Chihuahua, Baja California y Coahuila. El primero se ha consolidado como el líder en la producción algodонера al contribuir con 69% de la misma, seguido de Baja California que aportó el 16% (SIAP-SIACON, 2020). En México el 96% del algodón cultivado proviene de variedades GM con eventos resistentes a lepidópteros y herbicidas, mientras que el 4% restante se siembra con variedades GM solo resistentes a herbicidas; las semillas son importadas desde EE. UU. cada año (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas [SNICS], 2020).

La actividad algodонера se encuentra en recuperación, esto se debe a la introducción de innovaciones como la aplicación de la biotecnología a través del mejoramiento genético, condiciones climáticas favorables, uso de maquinaria de precisión para la siembra y la fertilización, tecnología aplicada a la sanidad vegetal, modernización de los sistemas de riego, así como a las condiciones favorables del mercado internacional (SAGARPA-FAO, 2014). Las acciones gubernamentales que promueven las compras del algodón nacional a través del Programa de Apoyos a la Comercialización del Esquema Agricultura por Contrato también han impulsado el fortalecimiento de la producción (Otero, 2018).

De acuerdo con los datos del periodo 2009-2018, se observa un crecimiento en la producción en los últimos dos años. La caída de la producción de 2014 a 2016 estuvo asociada a la preferencia de los agricultores por otros cultivos como sorgo y maíz, debido a que sus precios eran más competitivos en comparación con el precio del algodón (Otero, 2018). La producción de algodón hueso sigue un comportamiento paralelo al de la superficie destinada para su cultivo; de 2016

a 2018 la producción creció 138.2%, mientras que la superficie destinada al cultivo se incrementó en 130.4% (Figura 8).



**Figura 8. Producción y superficie sembrada de algodón hueso en México**

Fuente: Elaborado con datos de SIAP, 2020.

El rendimiento promedio nacional en 2018 fue de 4.8 toneladas de algodón hueso por hectárea, mientras que en 2009 fue de 3.9 toneladas, esto implicó una tasa de variación de 24.8% para este periodo (SIAP-SIACON, 2020). El desarrollo de variedades genéticamente modificadas ha permitido mejoras en las prácticas agrícolas como la técnica de surcos estrechos que aumenta la densidad de siembra y la eficiencia en el uso del agua y de los insumos al reducir la evaporación y el arrastre y un mejor control fitosanitario (AGROBIO, 2018; Solleiro y Mejía, 2016).

Sin embargo, en las zonas áridas del norte de México donde se cultiva el algodón, las condiciones climáticas adversas son frecuentes, como heladas y sequías, y en general, la falta de agua afecta gravemente al cultivo en estas zonas. Los gastos realizados en equipos especiales de siembra y fertilizantes, así como en sistemas de riego, resultan en altos costos de producción, que afectan la rentabilidad del cultivo (Rocha-Munive *et al.*, 2018). De tal manera que aún con el uso de semillas mejoradas, existe poca claridad respecto a la rentabilidad del cultivo, lo cual explica las fluctuaciones de la superficie destinada al mismo y de la producción.

La diversidad de técnicas empleadas en el cultivo como las de baja densidad y el manejo de surcos estrechos, el distinto grado de tecnología disponible aplicado a la sanidad vegetal y al riego, la organización de los productores, así como la capacitación tecnológica de los prestadores de servicios profesionales, generan distintas estructuras de costos en la producción de la fibra de algodón.

El algodón es un cultivo dinamizador de la economía en las regiones productoras y de gran importancia para el sector industrial, por ende, es necesario estudiar los factores que inciden sobre la rentabilidad de este cultivo en los principales estados productores, así como analizar la incidencia de los precios de la fibra sobre dicha variable. Esto contribuye a la toma de decisiones tanto de los productores, como de los responsables de las políticas de estímulo al sector agrícola. El objetivo general de la presente investigación es determinar los principales factores que inciden en los diferentes niveles de rentabilidad del cultivo de algodón en Chihuahua y Baja California, para el ciclo primavera-verano 2018. Mientras que los específicos fueron: realizar un análisis comparativo de la estructura de costos del algodón y su rentabilidad entre Chihuahua y Baja California, para el ciclo primavera-verano 2018; calcular la rentabilidad, la relación costo-beneficio y el costo unitario por tonelada del cultivo de algodón para cada estado analizado; cuantificar la sensibilidad de la rentabilidad del cultivo ante posibles variaciones del rendimiento y del precio del algodón en cada estado analizado.

La hipótesis general de la que parte este estudio fue que la introducción de variedades de algodón GM y el comportamiento de los precios de la fibra son los aspectos de mayor incidencia en la rentabilidad del cultivo en los principales estados productores de algodón en México en el ciclo primavera-verano 2018. Las hipótesis específicas fueron: la introducción de semillas GM ha disminuido la aplicación de insecticidas y herbicidas en el cultivo de algodón en las principales regiones productoras; la rentabilidad del cultivo de algodón es altamente sensible a las variaciones del precio de la fibra influenciado por el comportamiento de los mercados internacionales.

#### **4.4 Capítulo descriptivo y metodológico**

La rentabilidad es el beneficio derivado de la diferencia entre el ingreso total y el costo total. El ingreso total depende, fundamentalmente del precio. Sin embargo, el precio es resultado de varios factores causales. Se realizó la revisión de los principales aspectos de la teoría de los precios. La teoría de los precios representa el núcleo de la teoría económica; no existe proposición ni variable económicamente relevante, que no tenga que ser expresada en términos de precios (Leriche y Moreno, 2000). Las corrientes del pensamiento económico se pueden clasificar a partir de las teorías del valor económico que sustentan, cuyo objetivo es determinar los factores que afectan el proceso de formación de precios en los mercados (Di Filippo, 2006). De acuerdo con Klimovsky (2011), existen dos diferentes teorías de los precios; la primera es la teoría neoclásica del equilibrio general que representa el enfoque dominante aceptado por la mayoría de los economistas; la segunda es la teoría clásica de los precios de producción. Posteriormente se analizó el proceso de formación de precios de en los mercados de productos agrícolas, donde se revisaron diversos autores. Los aportes de Montero y Rodríguez (2017), Lam (2010) y Shepherd (2001), principalmente, se adecuan de manera más apropiada al caso de los precios del algodón.

Existe una relación causal directa entre la cantidad ofrecida y el precio del producto (Montero y Rodríguez, 2017). Sin embargo, la irregularidad es la principal característica de la oferta agrícola; la producción depende de los factores climáticos y biológicos, como la incidencia de plagas y enfermedades, que causan importantes oscilaciones en los rendimientos, por lo que las cosechas varían considerablemente a pesar de que el uso de factores sea prácticamente constante (Guillem, 1968).

En el caso del algodón los factores climáticos y biológicos son de gran relevancia. La planta de algodón se enfrenta a diversas dificultades para su adecuado desarrollo. Es un cultivo que requiere de altas temperaturas y suficiente luminosidad para su crecimiento, así como de una gran cantidad de agua. Aunado a ello, este cultivo está expuesto al ataque de plagas de insectos

y a la competencia por malezas agresivas. Estas situaciones disminuyen considerablemente los rendimientos obtenidos y elevan los costos, lo cual repercute negativamente en los niveles de producción.

El proceso de formación de precios en los mercados agrícolas depende de manera intrínseca de las características de las diferentes regiones productoras, así como del cultivo. Existen diferencias significativas entre las zonas productoras con respecto al uso de la tecnología, el acceso al agua, los mercados de destino y las facilidades de transporte; estos elementos inciden en la selección de cultivos y en la rentabilidad. El precio de los insumos agrícolas, que suele representar entre el 20 y el 60% de los costos totales, está relacionado de manera inversa con la oferta, es decir, ante aumentos en precio de los insumos, la oferta disminuye y con ello aumenta el precio en el mercado (Montero y Rodríguez, 2017; Lam, 2010).

Otro determinante del precio corresponde a la tecnología aplicada; entre mayor sea el grado tecnológico, se espera que el sistema productivo resulte más eficiente (Montero y Rodríguez, 2017). La mayor eficiencia productiva se puede dar a través de una mayor cantidad de producto por unidad de insumo o la misma cantidad de producto a menor costo de producción (Lam, 2010).

El cultivo de algodón se realiza en las zonas áridas del norte de México, donde las condiciones climáticas adversas son frecuentes, así como la falta de agua. Por ende, su producción requiere de inversiones en maquinaria especializada como equipos de siembra, riego y recolección, así como una cantidad significativa de fertilizantes, defoliantes, insecticidas y herbicidas, por lo que el comportamiento de los precios de tales insumos incide en la rentabilidad obtenida. El alza de los precios de los insumos agrícolas y del costo de los energéticos en general, ha afectado el precio internacional de la fibra.

La discontinuidad es otra característica de la oferta que afecta al precio; el rígido ciclo biológico con que trabaja el sector determina que las cosechas se recolecten por lo general una vez al año y durante un intervalo de tiempo muy corto (Guillem, 1968). El ciclo de producción de cualquier cultivo debe contemplarse como un factor determinante (Montero y Rodríguez, 2017). Esta

estacionalidad provoca dificultades tanto técnicas como financieras que van a variar de acuerdo con la intensidad, medio físico, tipo de producto, condiciones técnicas, tamaño del mercado, etc. La industrialización y el empleo de medios técnicos, así como la mayor extensión geográfica de los mercados, han limitado la irregularidad y la estacionalidad de la oferta, al compensarse las buenas y malas cosechas y de cierta forma, escalonarse relativamente en el tiempo (Guillem, 1968).

La oferta es inducida por la producción, pero no siempre es igual a ella; los productores almacenen sus productos cuando los precios son muy bajos y, los saquen al mercado cuando éstos aumenten (Shepherd, 2001). Los niveles inventarios juegan un papel muy importante en la formación del precio. La forma en que se maneja esta información puede ser causante de cambios bruscos en los precios agrícolas, por lo que se considera que, un buen manejo de inventarios es una acción de gestión de riesgo. Las economías que tienen políticas sólidas de gestión de inventarios presentan menores niveles de volatilidad en sus precios y son menos vulnerables a los vaivenes del mercado internacional (Montero y Rodríguez, 2017).

En el caso del algodón, el precio internacional ha estado fuertemente influenciado por los niveles de producción, consumo e inventarios. A comienzos de 2009 el precio mostró una tendencia alcista como consecuencia de una producción baja acompañada de mayores niveles de consumo. Los precios más altos resultaron ser un estímulo para una mayor producción por lo que ésta superó al consumo, los inventarios se acumularon y a principios de 2016, el precio de referencia de la fibra reportó tendencia a la baja.

El agricultor puede enfrentarse a diversas opciones de cultivo, por lo que la existencia de otros productos que son competitivos por los mismos recursos es otro determinante del precio. Los principales factores de la producción son la tierra, el trabajo y el capital; el hecho de que se introduzca un nuevo cultivo en una zona determinada tendrá importantes consecuencias sobre la oferta de los cultivos existentes porque requerirá de factores productivos considerados escasos (Montero y Rodríguez, 2017).



En México, la preferencia de los agricultores por otros cultivos, en especial sorgo y maíz, que en determinados años han tenido precios de referencia más competitivos que los de la fibra en el mercado internacional y doméstico, está vinculada con las caídas de la producción y de la superficie destinada al cultivo de algodón.

El precio tiene una connotación política, es decir, se ve influenciado por las decisiones de política económica (Fernández y Loíacono, 2001). De acuerdo con Norton (2004) las políticas gubernamentales tienen diferentes propósitos. Algunas buscan reducir la diferencia entre los precios al productor y al consumidor, a través de mejoras en la eficiencia de la cadena de mercadeo; otras están enfocadas a reducir las fluctuaciones estacionales mediante un mayor acceso al almacenamiento y a mecanismos mejorados para la llegada oportuna de importaciones; otras tratan de inducir a los agricultores y comerciantes rurales a elevar la calidad de sus productos para poder obtener un precio más alto.

En el caso de México se han promovido las compras del algodón nacional a través de Agricultura por contrato, el cual funciona como un seguro del precio de venta para los productores (Otero, 2018). Esta es una estrategia conjunta e interrelacionada con el incentivo para la cobertura de precios y con el incentivo complementario al Ingreso Objetivo, el cual busca generar certidumbre comercial y contribuir al desarrollo de mercados. El ingreso objetivo se estima con base en los precios internacionales (CEDRSSA, 2019).

El comercio mundial de algodón mostró un mayor dinamismo de 2011 a 2013 como consecuencia del incremento de las importaciones de China que acaparó la fibra para abastecer sus reservas, sin embargo, la política china de apoyo al algodón redujo la brecha entre el precio de su algodón nacional y del importado, lo que causó una disminución en el consumo.

El precio desempeña un papel muy importante en la determinación de la cantidad de bienes y/o servicios que el consumidor está dispuesto y es capaz de comprar. En este sentido, a medida que el precio de un determinado bien aumenta, la cantidad demandada disminuye, y viceversa. Es importante que los productores agrícolas comprendan el grado en el que la demanda responde a las

variaciones de los precios; esto permite una mejor estrategia de precios, así como el cálculo del impacto de los precios en sus ventas e ingresos totales (Gumirakiza y Curtis, 2014).

La cantidad demandada de un bien no solo está en función de su precio, sino también del precio de otros productos; el efecto que éste tenga depende de qué tipo de producto sea, sustituto o complementario. Si el producto es sustituto, la relación entre su precio y la demanda del bien en cuestión es positiva, mientras que, si el producto es complementario dicha relación es negativa (Lam, 2010).

El precio internacional del algodón se encuentra constantemente bajo presión de la demanda, precio y calidad de las fibras sintéticas, principalmente del poliéster. Por lo tanto, el consumo de algodón se ha estancado en los últimos años debido a la competencia que enfrenta en el mercado con otras fibras. Los precios del algodón han sido históricamente más altos que los precios del poliéster.

### **Metodología**

La presente investigación emplea un enfoque metodológico mixto, es decir, un análisis cuantitativo y una interpretación cualitativa del objeto de estudio. El enfoque cualitativo se basa en la recolección de datos para afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación, mientras que el enfoque cuantitativo se basa en la recolección de datos para probar hipótesis empleando la medición numérica y estadística (López *et al.*, 2019).

El insumo principal de esta investigación es la información secundaria sobre las principales variables del cultivo de algodón en Chihuahua y Baja California (superficie sembrada, volumen de producción, precio medio pagado al productor, valor de la producción y rendimiento), así como datos referentes a la estructura de costos del cultivo algodonnero para el ciclo primavera-verano 2018. Dicha información se obtendrá del portal de USDA, del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SIACON) y del portal de Agrocostos de FIRA.

Para el caso que nos ocupa en lo referente al enfoque cuantitativo, a partir de la estructura de costos consultada en FIRA, se realiza una ponderación para cada componente del costo y con ello se determina en que rubros se gasta más y como esto afecta a la rentabilidad del cultivo. Los rubros considerados son: preparación del terreno; siembra; fertilización; labores culturales, riegos; control de plagas, malezas y enfermedades; cosecha, selección y empaque; y gastos diversos. Los costos proporcionados se clasifican en directos (financiables) e indirectos (no financiables) y el costo financiero. En el caso del algodón, una vez que se han iniciado las labores de preparación, los productores recurren al financiamiento para continuar con las labores del cultivo (Retes *et al.*, 2015). Este financiamiento se obtiene con la banca de primer piso (FIRA); en 2018 y 2019 los créditos cubrieron al 80% los costos de producción, el productor debe cubrir el 20% restante, pero debe dejar un 10% como garantía líquida (SNICS, 2020).

Las variables organizadas en bases de datos, para posteriormente hacer el cálculo de indicadores, son las siguientes.

- *Rentabilidad*: el beneficio vendrá dado por la diferencia entre el ingreso total y el costo total (Mochón, 2006). Los ingresos hacen referencia al retorno económico que se puede obtener de la venta del producto. En este caso se multiplica el rendimiento promedio de los tres últimos años de algodón pluma (fibra), que representa alrededor del 35% del algodón hueso y se tomará el precio del algodón pluma de \$25,750 por tonelada, de acuerdo con el Programa de Apoyos a la Comercialización del Componente Agricultura por Contrato (CEDRSSA, 2019).

- *Relación Costo-Beneficio (RCB)*: es la relación que se establece entre la inversión y el retorno económico, es decir, expresa cuántas unidades monetarias se reciben por cada unidad monetaria invertida (Escobar, 2003). El flujo de las ventas o beneficios, así como los costos de operación se actualizan a una tasa de interés que se considera próxima al costo de oportunidad del capital. Para este caso no se usa ningún factor de actualización al ser el algodón un cultivo que se siembra, desarrolla y desaparece en un periodo de ocho meses (Retes *et al.*, 2008).

$$RBC = \frac{\sum Ventas}{\sum Costos}$$

• *Punto de equilibrio*: es aquel punto donde el ingreso total de la empresa es igual a sus gastos totales, por lo que la utilidad es cero. El análisis del punto de equilibrio es una herramienta útil para conocer las interacciones entre los costos de producción, los volúmenes de venta y las utilidades de una entidad económica; guía la toma de decisiones y reduce el riesgo al establecer un nivel de actividad mínimo para evitar pérdidas (Mazón *et al.*, 2017).

• *Análisis de sensibilidad*: representa una forma de incorporar el factor riesgo a los resultados pronosticados de un proyecto; se puede realizar para estimar cuan sensible es la evaluación realizada a las variaciones de uno o más parámetros (Retes *et al.*, 2013). En este caso se elaborarán dos matrices para cada estado analizado; en la primera se combinarán distintos rendimientos del cultivo contra distintos precios, dejando constante el costo de producción; en la segunda se combinarán distintos niveles de costo de producción contra distintos precios, dejando constante rendimiento. Las variaciones serán de 5,10 y 15% (a la baja y al alza) con respecto al valor de la variable correspondiente.

En cuanto al enfoque cualitativo se hará una revisión bibliográfica enfocada en contribuciones científicas realizadas con anterioridad, así como la consulta de informes y entrevistas emitidas por las instituciones gubernamentales y de productores, con la finalidad de fundamentar, interpretar y comparar apropiadamente los resultados obtenidos a través del enfoque cuantitativo antes mencionado.

#### **4.5 Resultados y discusión**

##### **Análisis de la estructura de costos de producción**

De 2004 a 2018 la producción algodonera en Chihuahua se incrementó en 398%, mientras que en Baja California creció 153%. En Chihuahua el algodón representa el 22% del valor de la producción agrícola, mientras que en Baja California este cultivo aporta 10% del valor de la misma (SIAP-SIACON, 2020).

El costo directo de cultivar una hectárea de algodón en Chihuahua durante el ciclo primavera-verano 2018 fue \$31,720, cuya producción empleó la siguiente tecnología: el régimen de humedad fue bombeo, se siembra con semilla mejorada genéticamente y se emplean fertilizantes. El costo directo de cultivar una hectárea de algodón en Baja California para ese mismo ciclo fue \$38,344, con la siguiente tecnología: el régimen de humedad fue riego por gravedad, se siembra con semilla mejorada genéticamente y se emplean fertilizantes (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Costos directos por tonelada del cultivo de algodón, 2018**

Concepto	Chihuahua		Baja California	
	(\$/ha)	%	(\$/ha)	%
Preparación del terreno	2,453	7.7	3,866	10.1
Siembra	4,987	15.7	7,858	20.5
Fertilización	6,881	21.7	5,320	13.9
Labores culturales	1,172	3.7	2,286	6.0
Riegos	5,875	18.5	3,042	7.9
Control de plagas, malezas y enfermedades	5,926	18.7	4,387	11.4
Cosecha, selección y empaque	2,950	9.3	6,000	15.6
Diversos	1,476	4.7	5,585	14.6
Total	31,720	100	38,344	100

Fuente: Elaborado con datos de FIRA, 2021.

#### *Preparación del terreno*

En el caso del cultivo de algodón la NOM 026, indica que se deben realizar actividades de control cultural, específicamente el desvare, en un lapso no mayor a diez días a partir de que se termina la cosecha, e inmediatamente después si se trata de zonas libres, continuar con el barbecho y la eliminación de plantas voluntarias en el periodo sin presencia de cultivo. Posteriormente se realiza el rastreo, la nivelación y el surcado (Lara, 2015). La preparación del terreno para

el cultivo representó el 7.5% del costo directo de producción en Chihuahua y el 10.1% en Baja California.

### *Siembra*

Las semillas GM han permitido mejoras en las prácticas agrícolas como el sistema de surcos estrechos menores a los 100 cm, lo que permite una reducción del 20% del uso de agua disminuyendo la evaporación (SAGARPA-FAO, 2014). El uso de algodón GM ha implicado para la mayoría de los productores un manejo más eficaz de plagas, así como la obtención de rendimientos más altos; requiere de una menor aplicación de insecticidas, sin embargo, las semillas GM son más costosas que las convencionales y el uso de herbicidas es alto (Rocha-Munive *et al.*, 2018). Se debe pagar la tasa tecnológica a la empresa semillera que es la propietaria de las patentes sobre los eventos de transformación genética (CEDRSSA, 2019a). Por lo que, derivado de la alta carga económica que representan los trámites de autorización, el precio de la semilla en México es superior al que se tiene en EE. UU. (SNICS, 2020). Esta situación se ve reflejada en la estructura de costos del cultivo; en Chihuahua la siembra implicó una parte importante del costo, 15.7% del mismo, donde lo más costoso es la adquisición de la semilla, mientras que en Baja California representó el 20.5%, siendo el componente de mayor peso en la estructura de costos.

En México el 96% de la semilla utilizada es de importación de variedades GM provenientes de EE. UU., por lo tanto, existe sólo un productor y distribuidor de semilla en todas las regiones algodonerías (Bayer), lo que reduce la posibilidad de elección por parte de los productores, ya que dependen de lo que esta empresa les ofrezca (SNICS, 2020).

### *Fertilización*

La fertilización es indispensable para obtener altos rendimientos, generalmente los insumos que requieren ser adicionados son nitrógeno (N) y fósforo (F) (Lara, 2015). De acuerdo con Solleiro y Mejía (2016) a partir de 2007, el incremento de los precios de los *commodities* aumentó los precios de los

insumos agrícolas como los fertilizantes, afectando los costos de producción del algodón a nivel mundial. De 2005 a 2008 el costo de los energéticos creció 84.5%, mientras que en México en 2007 los precios al productor de abonos y fertilizantes se incrementaron en 45.4% (Velasco, 2009).

En Chihuahua la fertilización es la labor que consume mayor cantidad de recursos, representó el 21.7% del costo directo. La mayor parte de los suelos agrícolas donde se siembra algodón presenta problemas como la baja disponibilidad de N y F, así como la continua degradación de los mismos por efectos climáticos y edáficos, lo que se traduce en el uso excesivo de agroquímicos (Hernández *et al.*, 2013). En 2010 la aplicación de fertilizantes e insecticidas y la compra de semilla mejorada representó el 44% del valor de los costos de producción en la entidad (Gobierno de Chihuahua, 2011).

En Baja California el algodón se cultiva en el valle de Mexicali; al inicio del cultivo de algodón se empleaban únicamente fertilizantes naturales como el estiércol, ya que las tierras del valle se caracterizaban por su riqueza en limos y no requerían otros nutrientes. Fue en la década de los cincuenta cuando el uso de agroquímicos tomó importancia debido al desarrollo de la agricultura intensiva (Moreno y López, 2005). El valle de Mexicali posee suelos con texturas arcillosas con suficiente materia orgánica por lo que son ricos en F y P y conservan la estabilidad y cohesión en sus agregados (Santillano *et al.*, 2018). Es en esta región donde se obtienen los mayores rendimientos de algodón en México, 6.32 ton/ha de algodón hueso (SIAP, 2020). En la actualidad los fertilizantes más usados son Urea y amoníaco anhidro; la fertilización consumió el 13.9% del costo directo en esta entidad.

### *Labores culturales*

El algodón debe mantenerse libre de maleza durante todo su desarrollo, es por eso que las labores culturales, que incluyen el deshierbe manual son de gran importancia. En Chihuahua este rubro es el de menor peso en la estructura del costo, representó el 3.7% del costo directo, mientras que en Baja California su participación fue del 6%.

### *Riego*

El algodón es un cultivo muy exigente en agua, la planta tiene gran cantidad de hojas provistas de estomas por las que transpira cuando hay exceso de calor (SAGARPA, 2017). Las principales áreas de producción algodонера en México se caracterizan por el clima árido, por lo que los productores utilizan sistemas de riego (Rocha-Munive *et al.*, 2018). El algodón irrigado tiende a ser más costoso que el de temporal, sin embargo, ofrece mayor calidad y uniformidad (SAGARPA-FAO, 2014).

En Chihuahua en 2018 el algodón ocupó el primer lugar en superficie sembrada en las unidades de riego con 32.8%, seguido de maíz grano con 25.5% y nuez con 12.3% (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2019). El riego por bombeo es el tercer componente más costoso en el cultivo del algodón y representó 18.5% del costo por ha sembrada; este sistema se lleva a cabo a través de la utilización de equipo para la extracción de agua desde pozos profundos (SIAP, 2018).

En Baja California el riego representó el 7.9% del costo directo, se emplea el riego por gravedad, el cual ofrece ventajas económicas con respecto a otros sistemas de irrigación: bajo costo de instalación y de mantenimiento, la infraestructura para el control y distribución del agua suele ser de bajo costo y generalmente no requiere del consumo de energía para su funcionamiento (Fernández *et al.*, 2010).

### *Control de plagas, malezas y enfermedades*

Los recursos económicos en este rubro se destinan a la compra de herbicidas, plaguicidas y defoliantes, y abarca también las aspersiones terrestres y aéreas para su aplicación. En México el manejo de malezas se realiza principalmente con glifosato, éste se aplica prácticamente en toda el área de cultivo algodonero al menos una vez durante el ciclo de producción (Rocha-Munive *et al.*, 2018).



En Chihuahua este rubro representa el 18.7% del costo directo siendo el segundo rubro más importante del costo. En Chihuahua el control de malezas con glifosato se ha calificado como bajo, lo cual ha implicado mayores aplicaciones del herbicida con respecto a otras entidades. Sin embargo, en lo que se refiere a la aplicación de insecticidas, se han reducido de 12 a 3.5 aplicaciones por temporada (Rocha-Munive *et al.*, 2018). Chihuahua y Baja California han sido reconocidas por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) como entidades libres del gusano rosado, una de las plagas más comunes en el algodonoero (Otero, 2018).

En Baja California al igual que en otras regiones productoras del país, antes del algodón GM se destinaban grandes cantidades de agroquímicos para el control de malezas e insectos; de 1980 a 1990 el algodón consumió alrededor del 70% de los plaguicidas empleados en el valle de Mexicali, únicamente en insecticidas se aplicaron poco más de cinco millones de litros, con promedios anuales superiores a los 500 mil litros (Moreno y López, 2005). En esta entidad el control de malezas e insectos representó el 11.4% del costo directo. De acuerdo con Rocha-Munive *et al.* (2018) el control con glifosato se ha calificado como bueno y se ha complementado con el cultivo en hileras, el deshierbe manual y la rotación de cultivos. Sin embargo, en lo que respecta a plagas, se ha observado una alta presión de insectos que no son atacados con algodón Bt como moscas blancas, chinches y gorgojos, por lo que la aplicación de insecticidas sigue siendo alta.

#### *Cosecha, selección y empaque*

Este rubro incluye la pizca, formación de módulos, acarreo, maquila y clasificación, así como el permiso de movilización (SAGARPA-FAO, 2014). La recolección de algodón se realiza de forma mecánica en casi la totalidad del territorio mexicano. La maquinaria para el cultivo de algodón es especializada y no es útil para otros cultivos, por ejemplo, pizcadoras (cosechadoras), prensas, transporte y las despepitadoras (SNICS, 2020). Por ende, este rubro consume una parte considerable de los recursos. Los requisitos reglamentarios para la

comercialización de la fibra de algodón GM, incluyen el etiquetado obligatorio y segregación en el mercado, lo que eleva los costos de producción (CEDRSSA, 2019a).

En Chihuahua, al igual que en otras regiones productoras, no se contaba con capacidad de almacenamiento suficiente y las pacas se almacenaban al aire libre, lo que aumentaba la vulnerabilidad y pérdida de calidad de la fibra, sin embargo, los productores están invirtiendo en el almacenamiento (Otero, 2018). En Chihuahua esta labor consumió el 9.3% del costo directo, mientras que en Baja California este es el segundo rubro con mayor peso en el costo con el 15.6% del mismo.

#### *Diversos*

Una cantidad considerable de recursos se emplea en gastos diversos, que incluyen el pago del permiso de siembra, coberturas de precios, seguro agrícola, prácticas de prevención fitosanitaria, administración y asistencia técnica (SAGARPA-FAO, 2014). En Chihuahua estas erogaciones representaron el 4.7% del costo, mientras que en Baja California representó el 14.6%.

#### **Análisis de la rentabilidad**

El costo de producción total en Chihuahua empleando la tecnología mencionada para el ciclo de producción primavera-verano 2018 fue de \$38,157 por ha sembrada, lo cual representa un costo unitario por tonelada de algodón pluma de \$22,986.14 considerando un rendimiento de 1.66 ton/ha, mientras que en Baja California el costo es superior, \$44,231 por ha sembrada, lo cual considerando un rendimiento de 2.05 ton/ha, indica que el costo unitario por tonelada de algodón fue de \$21,576.10 (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Indicadores para Chihuahua y Baja California, 2018**

<b>Concepto</b>	<b>Chihuahua</b>	<b>Baja California</b>
Rendimiento (t de algodón pluma)	1.66	2.05
Precio (\$/t algodón pluma)	25,750.00	25,750.00
Ingreso probable	42,745.00	52,787.50
Costo directo	31,720.00	38,344.00
Costos indirectos	3,458.00	1,682.00
Intereses	2,979.00	4,205.00
Costo total	38,157.00	44,231.00
Costo unitario (\$/ton)	22,986.14	21,576.10
Utilidad	4,588.00	8,556.50
<b>Indicadores</b>		
Relación Beneficio/Costo	1.12	1.19
Producción para cubrir costo directo (t/ha)	1.38	1.78
Punto de equilibrio (ton/ha)	1.48	1.72

Fuente: Elaborado con datos de FIRA, 2021.

Otero (2018) señaló que los productores comercializan su producción a través del esquema de Agricultura por Contrato. Esta es una estrategia conjunta e interrelacionada con el incentivo para la cobertura de precios y con el incentivo complementario al Ingreso Objetivo, el cual busca generar certidumbre comercial y contribuir al desarrollo de mercados. El ingreso objetivo se estima con base en los precios internacionales, el cual en 2018 fue de \$25,750 por tonelada de algodón pluma (CEDRSSA, 2019).

Para el caso de Chihuahua este precio arroja un ingreso al productor de \$42,745 por ha sembrada. La utilidad para el productor fue de \$4,588 por ha. En Baja California, a pesar de que el costo de producción es superior, el ingreso del

productor también lo es debido al rendimiento más elevado, con lo que obtiene un ingreso de \$52,787.50 por ha, con una utilidad de \$8,556.50 por ha.

La RCB para el productor promedio en Chihuahua fue de 1.12, es mayor que uno por lo tanto implica que por cada unidad que invierte recibe 0.12 unidades de utilidad. Este indicador le permitirá al productor tomar la decisión de continuar con la siembra o cambiar a otro cultivo que le ofrezca mayores beneficios. En el caso de Baja California la RCB fue de 1.19, es decir, por cada peso invertido obtiene 0.19 unidades de utilidad, por lo tanto, el algodón es más rentable en esta entidad.

Para la mayoría de los agricultores, el algodón sigue siendo un cultivo económicamente rentable, a pesar de sus costos y constituye una de las principales fuentes de ingresos en los municipios donde se siembra (Rocha-Munive *et al.*, 2018), como es el caso de 22 de los municipios de los 67 que conforman el estado de Chihuahua y el valle de Mexicali en Baja California.

En México las semillas convencionales no están disponibles a la venta, sin embargo, aun cuando lo estuvieran, en las variedades convencionales el rendimiento menor y el control de plagas con insecticidas representa el 30% de los costos de producción, mientras que el control de malezas implicaría una gran cantidad de mano de obra con alto costo, por lo que el cultivo no sería rentable y tendría un impacto ambiental elevado (SNICS, 2020).

El punto de equilibrio para Chihuahua fue de 1.48, es decir, obteniendo un rendimiento de 1.48 ton/ha, el productor puede hacer frente a todos los compromisos contraídos con proveedores, trabajadores y fuentes de financiamiento. A partir de este rendimiento, el productor comienza a obtener ganancias, y por debajo de él, incurre en pérdidas. Para el caso de Baja California el punto de equilibrio fue de 1.72 ton/ha; los productores obtuvieron rendimientos promedios de 2.05 ton/ha, el cual se ubica muy encima del punto de equilibrio, por lo que el productor tiene cierta holgura en cuanto a la productividad de su cultivo.

El uso de variedades mejoradas ha permitido a los productores un manejo integral de plagas más efectivo, asimismo, el uso racional de herbicidas

asociados hace posible un aprovechamiento de ésta y otras alternativas por más tiempo y a menor costo, lo cual le otorga a toda la cadena productiva ventajas en aspectos de rentabilidad, calidad y participación de beneficios (AGROBIO, 2018). De acuerdo con Rocha-Munive *et al.*, (2018) a pesar de que el precio es elevado, el 80% de los agricultores están muy satisfechos con el uso de variedades de semillas GM, ya que las plagas de lepidópteros han sido controladas; el 11% de los productores está moderadamente satisfecho y el 9% de los mismos, no está satisfecho.

### **Análisis de sensibilidad**

Es importante dimensionar como pueden afectar los posibles cambios en las variables estratégicas al comportamiento de la rentabilidad del cultivo. Primeramente, para Chihuahua se midió la sensibilidad comparando el costo total de \$38,157 por ha, ante diferentes combinaciones del precio y del rendimiento. Todas aquellas combinaciones donde el resultado sea menor a esta cantidad implican que el productor tendrá pérdida. La utilidad obtenida con el precio de venta de \$25,750 por tonelada, soportaría una disminución en el rendimiento de poco más de 10%, pero si disminuye más allá de este umbral, el productor incurre en pérdidas, como en el caso de obtener un rendimiento de 1.41 toneladas. De igual forma, a partir del rendimiento de 1.66 toneladas, el cultivo deja de ser rentable cuando el precio disminuye 10.7% (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Utilidad para Chihuahua con el costo total constante**

Rendimiento (ton/ha)	Precio de venta (\$/ton)						
	21,887.5	23,175.0	24,462.5	<b>25,750.0</b>	27,037.5	28,325.0	29,612.5
1.41	-7,273.7	-5,457.1	-3,640.4	-1,823.8	-7.1	1,809.6	3,626.2
1.49	-5,457.1	-3,533.6	-1,610.0	313.5	2,237.0	4,160.6	6,084.1
1.58	-3,640.4	-1,610.0	420.4	2,450.8	4,481.1	6,511.5	8,541.9
<b>1.66</b>	-1,823.8	313.5	2,450.8	<b>4,588.0</b>	6,725.3	8,862.5	10,999.8
1.74	-7.1	2,237.0	4,481.1	6,725.3	8,969.4	11,213.5	13,457.6
1.83	1,809.6	4,160.6	6,511.5	8,862.5	11,213.5	13,564.5	15,915.4
1.91	3,626.2	6,084.1	8,541.9	10,999.8	13,457.6	15,915.4	18,373.3

Fuente: Elaborado con datos de FIRA, 2021.

Se midió la sensibilidad de la utilidad ante variaciones en el costo total y en el precio con el rendimiento obtenido de 1.66 ton/ha. Con un costo de \$38,157 por ha, el productor incurre en pérdidas si el precio disminuye un 10.73% mientras que al precio de \$25,750 el productor incurre en pérdidas si costo aumenta 12.2%. El productor chihuahuense es más sensible a la disminución en el precio que al incremento de los costos (Cuadro 9).

**Cuadro 9. Utilidad para Chihuahua con el rendimiento constante**

Costo (ton/ha)	Precio de venta (\$/ton)						
	21,887.5	23,175.0	24,462.5	<b>25,750.0</b>	27,037.5	28,325.0	29,612.5
32,433.5	3,899.8	6,037.1	8,174.3	10,311.6	12,448.8	14,586.1	16,723.3
34,341.3	1,992.0	4,129.2	6,266.5	8,403.7	10,541.0	12,678.2	14,815.5
36,249.2	84.1	2,221.4	4,358.6	6,495.9	8,633.1	10,770.4	12,907.6
<b>38,157.0</b>	-1,823.8	313.5	2,450.8	<b>4,588.0</b>	6,725.3	8,862.5	10,999.8
40,064.9	-3,731.6	-1,594.4	542.9	2,680.2	4,817.4	6,954.7	9,091.9
41,972.7	-5,639.5	-3,502.2	-1,365.0	772.3	2,909.6	5,046.8	7,184.1
43,880.6	-7,547.3	-5,410.1	-3,272.8	-1,135.6	1,001.7	3,139.0	5,276.2

Fuente: Elaborado con datos de FIRA, 2021.

En el caso de Baja California se midió la sensibilidad comparando el costo total de \$44,231 por ha, ante diferentes combinaciones del precio y del rendimiento. Todas aquellas combinaciones donde el resultado sea menor a esta cantidad implican que el productor tendrá pérdida. Podemos apreciar que para el precio de venta de \$25,750 no se obtienen pérdidas ante la disminución del rendimiento de 15%, sino hasta que el rendimiento disminuye 19.3%. Con el rendimiento de 2.05 toneladas, el cultivo soportaría disminuciones en el precio de venta superiores al 15%, por lo que se podría decir que productor en Chihuahua es más sensible tanto a las disminuciones del rendimiento como a los movimientos adversos de los precios internacionales de la fibra, que el productor de Baja California (Cuadro 10).

**Cuadro 10. Utilidad para Baja California con el costo total constante**

Rendimiento (ton/ha)	Precio de venta (\$/ton)						
	21,887.5	23,175.0	24,462.5	<b>25,750.0</b>	27,037.5	28,325.0	29,612.5
1.74	-6,092.0	-3,848.6	-1,605.1	638.4	2,881.8	5,125.3	7,368.8
1.85	-3,848.6	-1,473.1	902.3	3,277.7	5,653.2	8,028.6	10,404.1
1.95	-1,605.1	902.3	3,409.7	5,917.1	8,424.5	10,931.9	13,439.3
<b>2.05</b>	638.4	3,277.7	5,917.1	<b>8,556.5</b>	11,195.9	13,835.3	16,474.6
2.15	2,881.8	5,653.2	8,424.5	11,195.9	13,967.2	16,738.6	19,509.9
2.26	5,125.3	8,028.6	10,931.9	13,835.3	16,738.6	19,641.9	22,545.2
2.36	7,368.8	10,404.1	13,439.3	16,474.6	19,509.9	22,545.2	25,580.5

Fuente: Elaborado con datos de FIRA, 2021.

Se midió la sensibilidad de la utilidad ante variaciones en el costo total y en el precio dejando constante el rendimiento obtenido de 2.05 ton/ha. El productor de Baja California incurre en pérdidas únicamente si ambas variables tienen movimientos adversos simultáneos, es decir, si el precio disminuye y el costo de producción se incrementa. Con un costo de \$44,231 por ha, el productor incurre en pérdidas si el precio disminuye un 16.3%, mientras que al precio de \$25,750 el productor incurre en pérdidas si el costo aumenta 19.4% (Cuadro 11). Por lo

tanto, el productor de Chihuahua es más sensible a los incrementos del costo de producción que el productor de Baja California.

**Cuadro 11. Utilidad para Chihuahua con el rendimiento constante**

Costo total (ton/ha)	Precio de venta (\$/ton)							
	21,887.5	23,175.0	24,462.5	<b>25,750.0</b>	27,037.5	28,325.0	29,612.5	
37,596.4	7,273.0	9,912.4	12,551.8	15,191.2	17,830.5	20,469.9	23,109.3	
39,807.9	5,061.5	7,700.8	10,340.2	12,979.6	15,619.0	18,258.4	20,897.7	
42,019.5	2,849.9	5,489.3	8,128.7	10,768.1	13,407.4	16,046.8	18,686.2	
<b>44,231.0</b>	638.4	3,277.7	5,917.1	<b>8,556.5</b>	11,195.9	13,835.3	16,474.6	
46,442.6	-1,573.2	1,066.2	3,705.6	6,344.9	8,984.3	11,623.7	14,263.1	
48,654.1	-3,784.7	-1,145.4	1,494.0	4,133.4	6,772.8	9,412.1	12,051.5	
50,865.7	-5,996.3	-3,356.9	-717.5	1,921.8	4,561.2	7,200.6	9,840.0	

Fuente: Elaborado con datos de FIRA, 2021.

#### 4.6 Conclusiones

En Chihuahua en el ciclo de producción primavera-verano 2018, el costo total fue de \$38,157 por ha, con un costo unitario de \$22,986.14 por ton; el rubro al que se destina la mayor parte de los recursos fue la fertilización, a causa de las condiciones del terreno y de las necesidades del cultivo. En segundo lugar, el control de plagas y malezas, ya que el control de malezas con glifosato se ha calificado como bajo en esta entidad. El algodón es el principal cultivo de riego en este estado; el riego por bombeo consumió una parte significativa del costo debido a las condiciones climáticas de la región.

Mientras que en Baja California el costo total fue superior, \$44,231, pero al reportar mayores rendimientos, el costo por tonelada es menor que en Chihuahua, \$21,576.10. La siembra representa la quinta parte de los costos; las semillas GM son más costosas que las convencionales y los trámites para la autorización de su uso generan una alta carga económica para el productor. La cosecha, selección y empaque, es el segundo costo más alto en esta entidad; el uso de maquinaria especializada, así como los requisitos para la comercialización de la fibra de algodón GM, elevan los costos de producción.



En Chihuahua se obtuvo una utilidad de \$4,588 por ha, con una RCB de 1.12, es decir, se obtienen 0.12 unidades de utilidad por peso invertido. En Baja California se obtuvo una utilidad de \$8,556.5 por ha, con una RCB de 1.19, lo que indica que el cultivo en esta entidad es más rentable que en Chihuahua. Para la mayoría de los agricultores, el algodón sigue siendo un cultivo económicamente rentable y una de las principales fuentes de ingresos en los municipios donde se cultiva.

El punto de equilibrio en Chihuahua se situó en un rendimiento de 1.48 ton/ha, mientras que en Baja California fue de 1.72 ton/ha. La obtención de rendimientos más altos en años recientes se asocia con la mejora en las prácticas agrícolas como la técnica de surcos estrechos y en el desarrollo de variedades genéticamente modificadas, que permiten un mejor control fitosanitario.

La hipótesis del estudio se confirma, es decir, la introducción de variedades de algodón GM y el comportamiento de los precios de la fibra son los aspectos de mayor incidencia en la rentabilidad del cultivo de algodón en México. Las semillas convencionales no están disponibles en el mercado, sin embargo, su utilización conllevaría a menores rendimientos y a una elevación de costos por el control de plagas con insecticidas y mano de obra. El uso de variedades GM ha reducido considerablemente la aplicación de insecticidas y permite el sistema de siembra de surcos estrechos que hace más eficiente el uso del agua impactando positivamente en la rentabilidad. La mayoría de los productores se encuentran satisfechos con la utilización de este tipo de tecnología que ha logrado abatir importantes costos.

La rentabilidad en Chihuahua no resistiría más allá de una disminución del 10% del rendimiento o un incremento en los costos de 12.2%. En Baja California, el cultivo dejaría de ser rentable si el rendimiento disminuye 19.3% y si el costo aumenta 16.3%, es decir, el cultivo en Chihuahua es más sensible a las variaciones adversas de rendimientos y costo total.

El mercado internacional de la fibra ha incidido en la producción de algodón en México a través de la fijación de precios. El precio internacional ha mostrado un comportamiento fluctuante afectado por varios factores tales como los costos

de producción; los niveles de producción, inventarios y consumo; la demanda, calidad y precio de las fibras sintéticas, las políticas de los principales productores, entre otros. En Chihuahua el cultivo deja de ser rentable si el precio disminuye más de 10.7%, mientras que en Baja California la rentabilidad soportaría disminuciones en el precio superiores al 15%. El productor chihuahuense es más sensible a las disminuciones del precio de la fibra.

#### 4.7 Literatura citada

- AGROBIO. (2018). *El exitoso caso del algodón en México*. AgroBio México. Recuperado el 19 de marzo de 2020, de [www.agrobiomexico.org.mx/wp/wp.../Folletos-2018-Algodon-Website-201810.pdf](http://www.agrobiomexico.org.mx/wp/wp.../Folletos-2018-Algodon-Website-201810.pdf)
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (2019). *Comparación entre precios de garantía y otros incentivos a la comercialización*. CEDRSSA, Cámara de Diputados, México. Recuperado el 10 de abril de 2020, de [http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/9/66Nota%20Ingreso%20Objetivo\\_101218.pdf](http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/9/66Nota%20Ingreso%20Objetivo_101218.pdf)
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (2019a). *La producción de algodón en México y el uso de semillas genéticamente modificadas (transgénicos)*. CEDRSSA, Cámara de Diputados, México. Recuperado el 03 de abril de 2020, de [http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/45Producci%C3%B3n\\_algod%C3%B3n\\_SGM.pdf](http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/45Producci%C3%B3n_algod%C3%B3n_SGM.pdf)
- Centro de Comercio Internacional (2007). *Guía del exportador de algodón*. CCI. Recuperado el 12 de abril de 2020, de <http://www.intracen.org/guia-de-algodon/>
- Comisión Nacional del Agua (2019). *Estadísticas Agrícolas de las Unidades de Riego Año agrícola 2017–2018*. CONAGUA, México. Recuperado el 12 de marzo de 2021, de [https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/EAUR\\_2017-2018.pdf](https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/EAUR_2017-2018.pdf)
- Di Filippo, A. (2006). Teorías del Valor Económico y de los Precios (Reconsideración Crítica y Propuestas Alternativas). *Apuntes del CENES*, 26(42), 25-48. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4795/479548749003.pdf>
- Escobar, H. (2003). Análisis de costos para hortalizas ecológicas. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales, Colombia. Recuperado el 11 de mayo de 2021, de [https://www.utadeo.edu.co/files/node/publication/field\\_attached\\_file/pdf-\\_analisis\\_de\\_costos\\_para\\_hortalizas-\\_pag.-\\_web-10-15.pdf](https://www.utadeo.edu.co/files/node/publication/field_attached_file/pdf-_analisis_de_costos_para_hortalizas-_pag.-_web-10-15.pdf)
- Fernández G., R. (2010). Manual de riego para Agricultores: Módulo 2. Riego por superficie. Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. Recuperado en

- [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160940Riego\\_por\\_su\\_perficie\\_baja.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160940Riego_por_su_perficie_baja.pdf)
- Fernández, A. N., & Loíacono, D. D. (2001). Precio y Valor. Claves estratégicas del éxito empresario. Argentina, UGERMAN EDITOR. Recuperado de [http://www.nelsonpricing.com.ar/precio\\_y\\_valor.htm](http://www.nelsonpricing.com.ar/precio_y_valor.htm)
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (2016). *Panorama Agroalimentario: Algodón 2016*. FIRA, Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200630/Panorama\\_Agroalimentario\\_Algod\\_n\\_2016-17.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200630/Panorama_Agroalimentario_Algod_n_2016-17.pdf)
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (2021). Costos de producción: Algodón Primavera-verano 2018. FIRA, Portal de Agrocostos. Recuperado en <https://www.fira.gob.mx/Nd/Agrocostos.jsp>
- Gobierno de Chihuahua (2011). *Análisis de competitividad Algodón*. Gobierno de Chihuahua, México. Recuperado el 18 de junio de 2021, de <http://www.chihuahua.gob.mx/atach2/sdr/uploads/File/algodon.pdf>
- Guillem, J. G. (1968). Los precios agrícolas y los mecanismos para su regulación. *Revista de Economía Política*, (49), 5-67. Recuperado de <http://www.rojasdelgado.com/blogcorporativo/uploads/Dialnet-LosPreciosAgricolasYLosMecanismosParaSuRegulacion-2496324.pdf>
- Gumirakiza D., J. & Curtis, K. (2014). La Importancia en la Asignación de Precios de Productos Agrícolas Frescos en los Mercados Directos: Un Ejemplo del Mercado de los Agricultores. Finance and Economics, Utah State University. Recuperado de [https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2028&context=extension\\_curall](https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2028&context=extension_curall)
- Hernández-Flores, L., Munive-Hernández, J. A., Sandoval-Castro, E., Martínez-Carrera, D., & Villegas-Hernández, M. (2013). Efecto de las prácticas agrícolas sobre las poblaciones bacterianas del suelo en sistemas de cultivo en Chihuahua, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(3), 353-365. Recuperado en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342013000300002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000300002&lng=es&tlng=es).
- Klimovsky, E. (2011). Modelos básicos de las teorías de los precios. Problemas del Desarrollo. *Revista Latinoamericana de Economía*, 30(119). <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.1999.119.28157>
- Lam, F. (2010). *Análisis y predicción de precios agrícolas*. Oficina de Tratados Comerciales Agrícolas. Miami, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Recuperado de <http://otca.gob.do/wp-content/uploads/2010/08/rd-001.pdf>
- Lara M., C. R. (2015). *Paquete Tecnológico para Algodón*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México. Recuperado el 15 de marzo de 2021, de <https://www.producechihuahua.org/paqs/PT-0001Algodon1.pdf>

- Lerliche, C. E., & Moreno, R. (2000). Sobre los conceptos clásicos: "precio de mercado" y "precio natural". *Análisis Económico*, 15(31), 35-58. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/413/41303102.pdf>
- López-Hernández, W. A., Garza-Bueno, L. E., Cruz-Galindo, B., & Nieto-Angel, R. (2019). Competitividad del limón persa en la región del Papaloapan, Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(4), 921-934. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i4.408>
- Mazón A., L. Villao B., D., Núñez, W., & Serranoluyó, M. (2017). Análisis de punto de equilibrio en la toma de decisiones de un negocio: caso Grand Bazar Riobamba–Ecuador. *Revista de estrategias del desarrollo empresarial*, 3(8), 14-24. Recuperado de [https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Estrategias\\_del\\_Desarrollo\\_Empresarial/vol3num8/Revista\\_de\\_Estrategias\\_del\\_Desarrollo\\_Empresarial\\_V3\\_N8\\_2.pdf](https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Estrategias_del_Desarrollo_Empresarial/vol3num8/Revista_de_Estrategias_del_Desarrollo_Empresarial_V3_N8_2.pdf)
- Mochón, F. (2006). *Principios de Economía*. 3ra. Edición, España, McGraw-Hill.
- Montero, M., & Rodríguez, V. (2017). *Manual sobre Análisis Básico de Precios Agrícolas para la Toma de Decisiones*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Recuperado el 12 de enero de 2021, de <http://repositorio.iica.int/handle/11324/6231>
- Moreno M., J. A., & López L., M. G. (2005). Desarrollo agrícola y uso de agroquímicos en el valle de Mexicali. *Estudios Fronterizos*, 6(12), 119–153. <https://doi.org/10.21670/ref.2005.12.a05>
- Norton, R. D. (2004). Política de desarrollo agrícola: Conceptos y principios. Material conceptual y técnico. FAO. Recuperado el 22 de setiembre de 2020, de <http://www.fao.org/3/y5673s/y5673s00.htm#Contents>
- OCDE/FAO (2017): OCDE-FAO *Perspectivas Agrícolas 2017-2026*, Éditions OCDE, París. Disponible en línea en [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2017-es](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2017-es)
- OCDE/FAO (2019): OCDE-FAO *Perspectivas Agrícolas 2019-2028*, OECD Publishing, París/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Roma. Disponible en <https://doi.org/10.1787/7b2e8ba3-es>
- Otero, A. (2018). Mexico, cotton and products update. USDA, Estados Unidos. Recuperado el 12 de abril de 2019, de <https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Cotton%20and%20Pro>
- Retes López, R., Moreno Medina, S., Denogean Ballesteros, F., Martín Rivera, M., & Ibarra Flores, F. (2015). Análisis de rentabilidad del cultivo de algodón en Sonora. *Revista mexicana de agronegocios*, 36(1345-2016-104378), 1156-1166. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/141/14132408002.pdf>
- Rocha-Munive, M. G., Soberón, M., Castañeda, S., Niaves, E., Scheinvar, E., Eguiarte, L. E., & Souza, V. (2018). Evaluation of the impact of genetically modified cotton after 20 years of cultivation in Mexico. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 6, 82. Recuperado en <https://doi.org/10.3389/fbioe.2018.00082>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2017): Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Algodón Mexicano. Recuperado el

23 de marzo de 2021, de  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257068/Potencial-Algod\\_n.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257068/Potencial-Algod_n.pdf)

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2014). Análisis de la cadena de valor en la producción de algodón en México. SAGARPA-FAO, México. Recuperado el 05 de marzo de 2020, de <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2019/01/28/1608/01022019-4-analisis-de-la-cadena-de-valor-en-la-produccion-de-algodon-en-mexico.pdf>
- Santillano C. J; Roque D L. G; Núñez R., F; Grijalva C., R. L; Robles C., F; Macías D., R; Escobosa G., I. y Cárdenas S., V. (2019): La fertilidad del suelo afecta el crecimiento, nutrición y rendimiento de algodón cultivado en dos sistemas de riego y diferentes dosis de nitrógeno. *Terra Latinoamericana* 37: 7-14. <https://doi.org/10.28940/terra.v37i1.304>
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (2020): Programa de Abasto de Semilla de Algodón. SNICS, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, México. Recuperado el 22 de enero de 2021, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/632083/Programa\\_de\\_abasto\\_de\\_algado\\_n.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/632083/Programa_de_abasto_de_algado_n.pdf)
- Shepherd, A. W. (2001). *Interpretación y Uso de la Información de Mercados*. Guía de Extensión y Comercialización. Dirección de Sistemas de Apoyo a la Agricultura, FAO, Roma. Recuperado el 02 de octubre de 2020, de <http://www.fao.org/3/x8826s/x8826s.pdf>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2018). En la agricultura, los sistemas de riego son utilizados para un aprovechamiento óptimo del agua. Recuperado el 12 de mayo de 2020 en <https://www.gob.mx/siap/articulos/en-la-agricultura-los-sistemas-de-riego-son-utilizados-para-un-aprovechamiento-optimo-del-agua>
- SIAP-SIACON (2020). Servicio de información Agroalimentaria de Consulta, algodón hueso. Consultado en línea el 26 de febrero de 2019 en <https://www.gob.mx/siap>
- Solleiro R., J. L., & Mejía C., A. O. (2016). Cadena de valor en la producción de algodón en México: los desafíos del mercado global. 21° Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México. UNAM, México. Recuperado de <http://ru.iiec.unam.mx/3426/1/175-Solleiro-Mejia.pdf>
- United States Department of Agriculture (2019). Production, Supply and Distribution. Base de datos consultada en línea el 23 de marzo de 2019 en <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>
- Velasco Torres, M. (2009). El crecimiento de precios de los commodities a nivel internacional y sus efectos inflacionarios en los alimentos básicos de la economía mexicana. *Aportes*, 41, 75–98. Recuperado de <http://www.eco.buap.mx/aportes/revista/41%20Ano%20XIV%20Numero%2041,%20mayo%20-%20agosto%20de%202009/05%20El%20crecimiento%20de%20precios%20de>

[%20los%20commodities%20a%20nivel%20Inter.%20y%20sus%20efectos%20I  
nfla.%20en%20los%20alimentos%20basicos%20de%20la%20Eco.%20Mex.-  
Mariano%20Velasco%20Torres.pdf](#)

# CAPÍTULO V. PRODUCCIÓN Y COMPETITIVIDAD DEL ALGODÓN MEXICANO EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

## PRODUCTION AND COMPETITIVENESS OF MEXICAN COTTON IN THE INTERNATIONAL CONTEXT

Gutiérrez-Hernández, Maricruz<sup>1\*</sup>; Vega-Valdivia, Dixia D.<sup>1</sup>; Caamal-Cauich, Ignacio<sup>1</sup>; Rivera-López, Samuel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56230.

\*Autor para correspondencia: [maricruzgutt@hotmail.com](mailto:maricruzgutt@hotmail.com)

### 5.1 Abstract

**Objective:** To analyze the production and competitiveness of Mexican cotton in the world market.

**Design/methodology/approach:** Five indicators were calculated: Import Penetration Rate (IPR), Export Coefficient (EC), Tradability Indicator (TI), Lafay Index (LI) and International Competition Exposure Rate (ICER), for the period 1960-2017.

**Results:** The IPR was 0.5% from 1960 to 1985, the imports had little weight in consumption, while the EC was 58.9% for that period; Mexican cotton was competitive. However, from 1986 to 2017, the IPR was 59.8% on average and the EC was 25.9%, the competitiveness of cotton decreased. The TI in the 1960s was 184.8% and since 1991, the capacity to generate exportable surpluses was lost. The LI shows that Mexico had comparative advantages in cotton production from 1960 to 1989, however, as of 1991 such advantages were lost. The ICER indicates that national cotton faces high levels of competition in the international market.

**Limitations on study/implications:** The indicators were calculated with the volume of the variables required. The statistics corresponding to the value are not available for recent years.

**Findings/conclusions:** The indicators show the loss of competitiveness of Mexican cotton; in recent years, production has recovered, but there is no self-sufficiency in its consumption.

**Keywords:** Import Penetration Rate, Export Coefficient, Tradability Indicator, Lafay Index, International Competition Exposure Rate.

## **5.2 Resumen**

**Objetivo:** Analizar la producción y competitividad del algodón mexicano en el mercado mundial.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se calcularon cinco indicadores: Tasa de Penetración de las Importaciones (TPI), Coeficiente de las Exportaciones (CE), Indicador de Transabilidad (IT), Índice de Lafay (IL) y Tasa de Exposición a la Competencia Internacional (TECI), para el periodo 1960-2017.

**Resultados:** La TPI fue de 0.5% de 1960 a 1985, las importaciones tenían poco peso en el consumo, mientras que el CE fue de 58.9% para ese periodo; el algodón mexicano era competitivo. Sin embargo, de 1986 a 2017 la TPI fue de 59.8% en promedio y el CE fue de 25.9%, la competitividad del algodón disminuyó. El IT en la década de 1960 fue de 184.8% y a partir de 1991, se perdió la capacidad para generar excedentes exportables. El IL demuestra que México tenía ventajas comparativas en la producción de algodón de 1960 a 1989, sin embargo, a partir de 1991 tales ventajas se perdieron. La TECI indica que el algodón nacional enfrenta altos niveles de competencia en el mercado internacional.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Los indicadores se calcularon con el volumen de las variables requeridas. Las estadísticas correspondientes al valor no están disponibles para años recientes.

**Hallazgos/conclusiones:** Los indicadores muestran la pérdida de competitividad del algodón mexicano; en años recientes la producción se ha recuperado, pero no se tiene autosuficiencia en su consumo.

**Palabras clave:** Tasa de Penetración de las Importaciones, Coeficiente de Exportación, Indicador de Transabilidad, Índice de Lafay, Tasa de Exposición a la Competencia Internacional.



### **5.3 Introducción**

El algodón es considerado el cultivo no alimentario más importante en el mundo y su siembra es de las más antiguas; genera productos textiles de alto valor, es una importante fuente de divisas, es uno de los mayores generadores de empleo en el campo y brinda subproductos de impacto en industrias como la de fabricación de papel y nutrición animal (SAGARPA-FAO, 2014).

El algodón pertenece a la familia Malvaceae y al género *Gossypium* (G.). La mayor parte del algodón cultivado en el mundo deriva de dos especies, *G. hirsutum*, 90%, y *G. barbadense*, 5%, (SAGARPA, 2011). La producción y exportación de algodón es de suma importancia a nivel mundial; alrededor de 70 países producen y exportan esta fibra, y más de 80 lo demandan como insumo textil (SAGARPA-FAO, 2014).

En 2017 México se posicionó como el décimo tercer productor mundial de algodón, con una producción de 339,650 toneladas. El cultivo de algodón en México reporta rendimientos superiores a la media mundial; en 2017 en México se cosecharon 1,617 kg/ha, mientras que la media mundial fue de 801 kg/ha (USDA, 2019).

El objetivo de la presente investigación fue analizar la producción y la competitividad del algodón mexicano en el mercado mundial, a través del cálculo de indicadores para el periodo 1960-2017. La hipótesis de la que se parte es que México fue un país exportador neto de algodón a principios de la década de 1960, sin embargo, el cultivo comenzó a perder importancia y México se volvió importador del mismo.

### **5.4 Materiales y métodos**

Se realizó la recopilación de estadísticas en los portales de internet de dependencias nacionales e internacionales como United States Department of Agriculture (USDA), Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE),

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), entre otros.

### **Indicadores para el análisis de la competitividad en el comercio exterior**

La competitividad asociada al comercio exterior se refiere al desempeño macroeconómico de un país; cuando registra un déficit en su balanza comercial se dice que no es competitivo, el país dispone de una renta por exportaciones menor que su pago externo por importaciones, generando un desequilibrio que impacta en el bienestar social del mismo (Bougrine, 2001).

La competitividad hace referencia a la situación real que presenta un producto en el mercado internacional y que comúnmente está distorsionada por las fallas de mercado y por la intervención del gobierno; es la capacidad de un bien de posicionarse en el exterior de acuerdo con los precios de mercado existentes (Contreras, 1999).

Un indicador económico es una expresión de medición que permite aclaraciones sobre el desarrollo de coyuntura o situación de una economía en general. Algunos indicadores pueden ser calculados a partir del valor o del volumen de las variables requeridas, siempre y cuando no se mezclen ambas magnitudes, y su elaboración puede ser para un conjunto de bienes, ramos o productos particulares (Lafuente, 2010). En la presente investigación se calcularon los siguientes índices empleando el volumen de las variables para el periodo 1960-2017:

La tasa de penetración de las importaciones es un indicador cuantitativo de la competitividad de un sector o producto, se representa como sigue:

$$CPM_t^i = \frac{M_t^i}{P_t^i + M_t^i - X_t^i} * 100$$

Donde  $P_t^i$  es la producción del bien,  $M_t^i$  son las importaciones y  $X_t^i$  las exportaciones. Señala la medida de la competencia internacional por la demanda interna; mientras mayor es el valor del indicador, mayor es la dependencia del mercado interno de las importaciones y, mientras más bajo sea, el país tiene la capacidad de satisfacer su mercado con la producción nacional (Juárez de Perona y García, 2000).

El coeficiente de exportación expresa la relación entre las exportaciones y la producción del bien, es decir, mide la proporción de la producción que es vendida en el exterior (Velín y Medina, 2011).

$$CX_t^i = \frac{X_t^i}{P_t^i} * 100$$

El indicador de transabilidad expresa la relación entre la balanza comercial y el consumo aparente de un bien. Mide la capacidad de generar excedentes netos exportables en relación al consumo interno. Se expresa como sigue:

$$IT_t^i = \frac{X_t^i - M_t^i}{P_t^i + M_t^i - X_t^i} * 100$$

Cuando el indicador es positivo, el producto es competitivo en el mercado interno y existe un exceso de oferta que puede exportarse (Fernández, 2013).

El índice de Lafay mide el grado en que el país tiene una ventaja comparativa que lo haga un exportador natural del producto en cuestión. Si este valor es superior a la unidad, el país es exportador del bien y, a mayor nivel, más importantes son las exportaciones como destino de la producción nacional del mismo (Durán y Álvarez, 2008).

$$IL_t^i = \frac{P_t^i}{P_t^i + M_t^i - X_t^i}$$

La tasa de exposición a la competencia internacional expresa la relación entre el coeficiente de exportación y la producción nacional destinada al consumo interno que está sujeta a la competencia externa:

$$TECI_t^i = [CE_t^i + (1 - CE_t^i) * TPI_t^i] * 100$$

Donde  $CE_t^i$  es el coeficiente de exportación,  $TPI_t^i$  es la tasa de penetración de las importaciones. Entre más alto sea el porcentaje, mayor será la competencia que libra el producto del país en el mercado internacional (Fernández, 2013).

## 5.5 Resultados y discusión

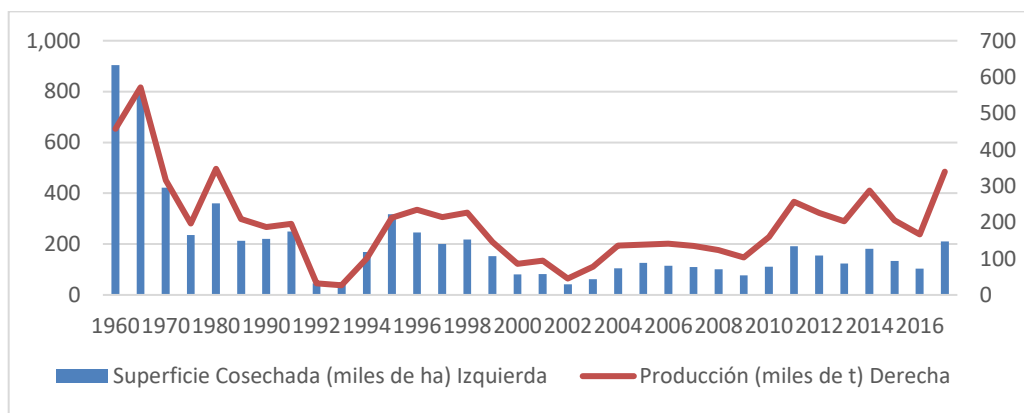
### Producción mundial y nacional de algodón

En 2017 se produjeron a nivel mundial 26.9 millones de toneladas de algodón en una superficie de 33.6 millones de hectáreas. Los principales productores fueron

India (23%), China (22%), Estados Unidos (17%) y Brasil (8%). India y China han disminuido su producción de 2014 a 2017, mientras que Estados Unidos y Brasil la han aumentado en alrededor de 11% (USDA, 2019). En México la producción creció cerca de 19%, debido a la preferencia sobre otros cultivos como sorgo y maíz, a los precios del algodón y al manejo de plagas con ingeniería genética (Otero, 2018).

En 2017 México fue el decimotercer productor mundial de algodón (SAGARPA, 2018) con un volumen de 339,650 toneladas en una superficie de 210 mil hectáreas, obteniéndose un rendimiento de 1,617 kg/ha, superando el rendimiento promedio mundial que se ubicó en 801 kg/ha (USDA, 2019). Los principales estados productores son Chihuahua, Coahuila, Baja California, Sonora, Durango y Tamaulipas. Chihuahua es el principal estado productor, en 2017 contribuyó con el 70% de la producción nacional (SIAP, 2019).

En 1960 se cosecharon 904,000 hectáreas y se produjeron 457,221 toneladas de algodón, mientras que en 1993 la producción se ubicó en 26,562 toneladas, es decir, tan sólo el 5.8% de la producción de 1960 como se observa en la Figura 9.



**Figura 9. Superficie cosechada y producción de algodón pluma en México.**  
Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2019.

La falta de políticas de fomento para el cultivo y el abandono del mismo en algunas regiones del país, trajeron como consecuencia que la producción fuera insuficiente para satisfacer la demanda de la industria textil. La producción algodонера se encuentra en recuperación, después de varios años de enfrentar

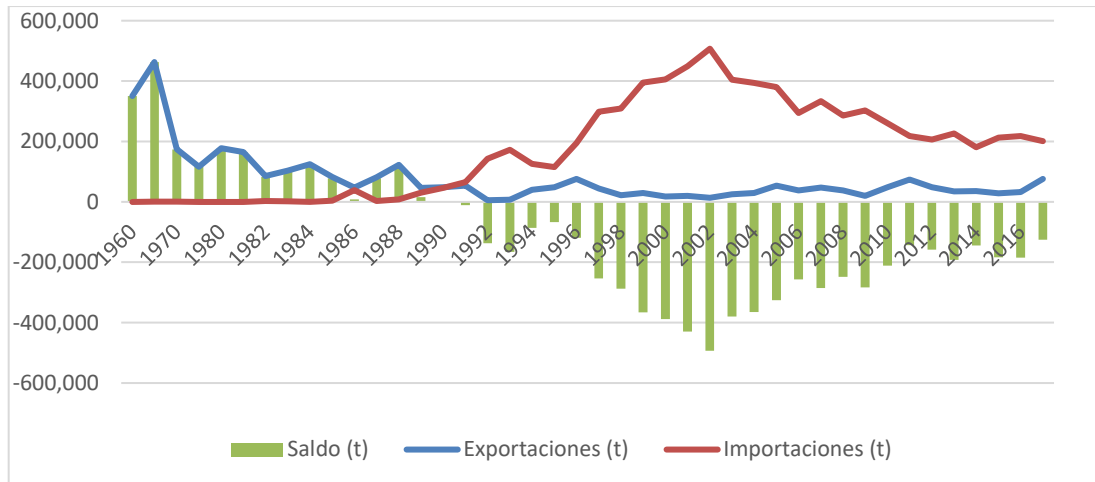
el desinterés por el cultivo ocasionado por la pérdida de rentabilidad (SAGARPA-FAO, 2014).

De 1994 a 2004 la producción creció a una tasa media anual de 38.7%, gracias a la introducción de innovaciones y a las condiciones del mercado internacional, que han permitido que el algodón reactive su importancia en el desarrollo socioeconómico nacional. En 1996 México y Estados Unidos se convirtieron en los primeros países en plantar con fines comerciales el algodón genéticamente modificado. En México, el algodón se sembró principalmente en la Comarca Lagunera debido a la necesidad de reactivar la producción (Traxler y Godoy-Ávila, 2004).

La producción de algodón en México se ha visto influenciada por el comportamiento de los mercados internacionales vulnerados por la demanda de fibras sintéticas y por la inestabilidad de los precios. De 2000 a 2009 los precios internacionales de la fibra fueron bajos, lo cual contribuyó a que la producción se estancara (FIRA, 2016). En 2010 y 2011 los precios mundiales mostraron una recuperación debido a la elevada demanda de fibra, principalmente por China que la acaparó para abastecer sus reservas disminuyendo los inventarios internacionales (OCDE- FAO, 2017).

### **Comercio exterior y competitividad del algodón**

A principios de la década de 1960 México figuró entre los principales países exportadores de algodón. Sin embargo, la producción disminuyó a partir de la década de 1970 hasta casi desaparecer, lo que se agravó con la apertura comercial del país. Desde 1991 comenzó a presentar déficit comercial en la balanza de este cultivo, lo cual concuerda con la hipótesis planteada. México no ha logrado revertir tal déficit (**Figura 10**), y las importaciones provienen casi en su totalidad de Estados Unidos, como consecuencia de la integración de la industria textil de Norteamérica (Otero, 2018).

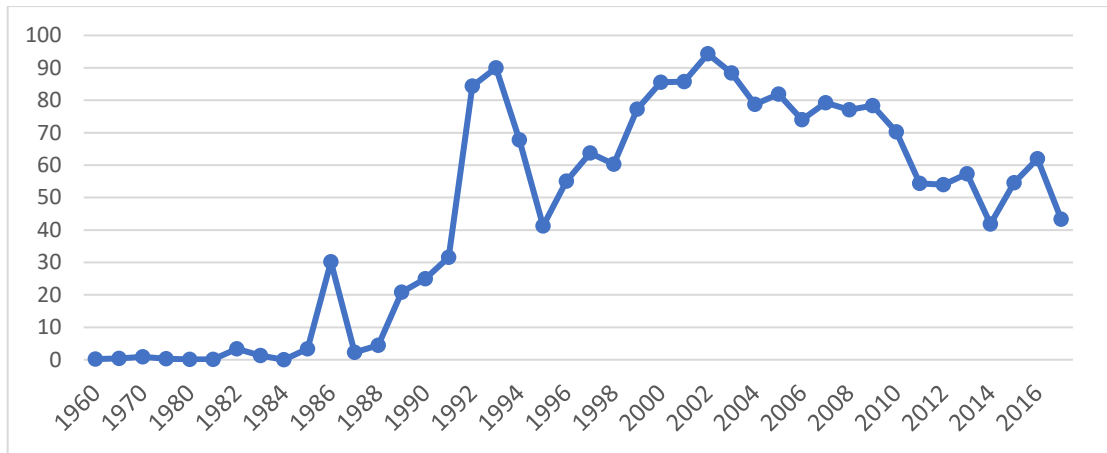


**Figura 10. Importaciones y exportaciones de algodón pluma de México**

Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2019.

Los productores textiles locales prefieren el algodón estadounidense ya que posee un grado único estándar que se ajusta a las máquinas textiles de alta velocidad, además de que les permite cumplir con las reglas de origen en las exportaciones. Las empresas mexicanas celebran acuerdos con proveedores estadounidenses para garantizar entregas mensuales que minimizan sus gastos (Otero, 2018).

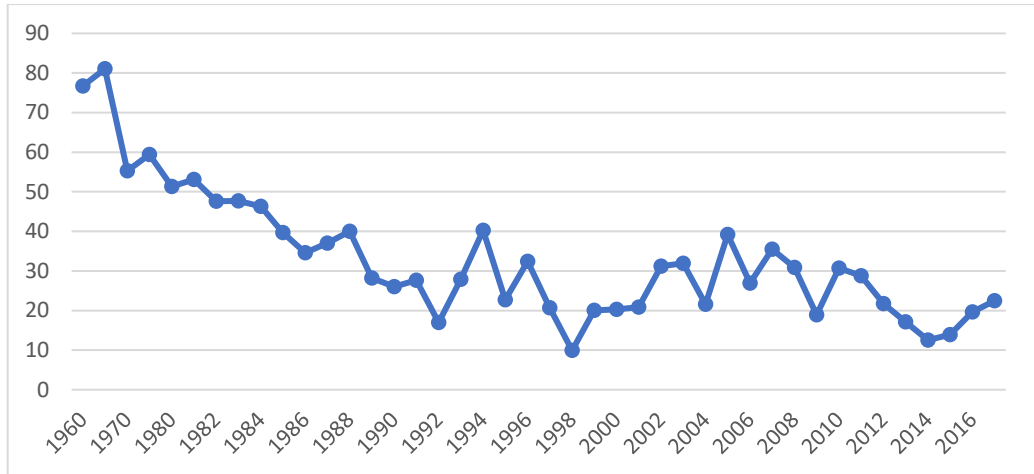
El comportamiento de la Tasa de Penetración de las Importaciones (TPI) se ilustra en la **Figura 11**. De 1960 a 1985 las importaciones fueron muy bajas, la TPI para ese periodo fue de 0.5%, es decir, el consumo de la fibra se cubrió con producción nacional. En décadas recientes la situación se ha revertido, de 1986 a 2017 la TPI fue de 59.8%, lo cual implica que la mayor parte de la fibra consumida ha sido importada.



**Figura 11. Tasa de penetración de las importaciones de algodón en México**  
Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2019.

De 1988 a 2002 las importaciones de algodón crecieron 53.3% en promedio anualmente, siendo éste un indicador de la severa dependencia exterior de la industria textil nacional. A partir del 2002 la TPI ha ido disminuyendo, lo cual se puede atribuir a la recuperación de la producción nacional, gracias a la utilización de semillas transgénicas y a las mejores prácticas de manejo del cultivo.

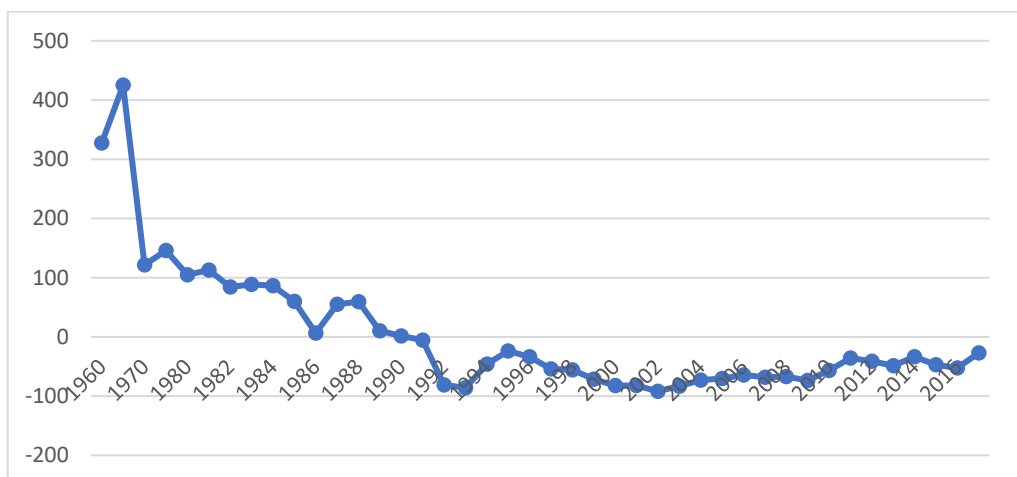
En la Figura 12 se muestra el comportamiento del Coeficiente de las Exportaciones (CE). México en la década de 1960 fue exportador neto, las exportaciones de la fibra superaron en esa década el 70% de la producción. De 1960 a 1985 se exportó en promedio el 58.9% de la producción, mientras que en 1991 las importaciones superaron a las exportaciones y México se convirtió en importador neto. De 1986 a 2017 las exportaciones han representado tan sólo el 25.9% de la producción lo que refleja la pérdida de competitividad en el mercado internacional.



**Figura 12. Coeficiente de las exportaciones de algodón en México**

Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2019.

El comportamiento del Indicador de Transabilidad (IT) se observa en la **Figura 13**. Durante las décadas de 1960, 1970 y 1980 el IT fue positivo y alto, lo cual indica que el algodón era competitivo en el mercado interno y existía un exceso de oferta de fibra que podía venderse en el mercado externo. Sin embargo, el valor del coeficiente comenzó a descender hasta mostrar signos negativos en 1991, lo que implica que en México se dejaron de generar excedentes significativos para ser exportados y aunado a ello, ha existido un excedente de demanda de fibra que se ha venido cubriendo con importaciones, aludiendo pérdida de competitividad por parte del algodón local.

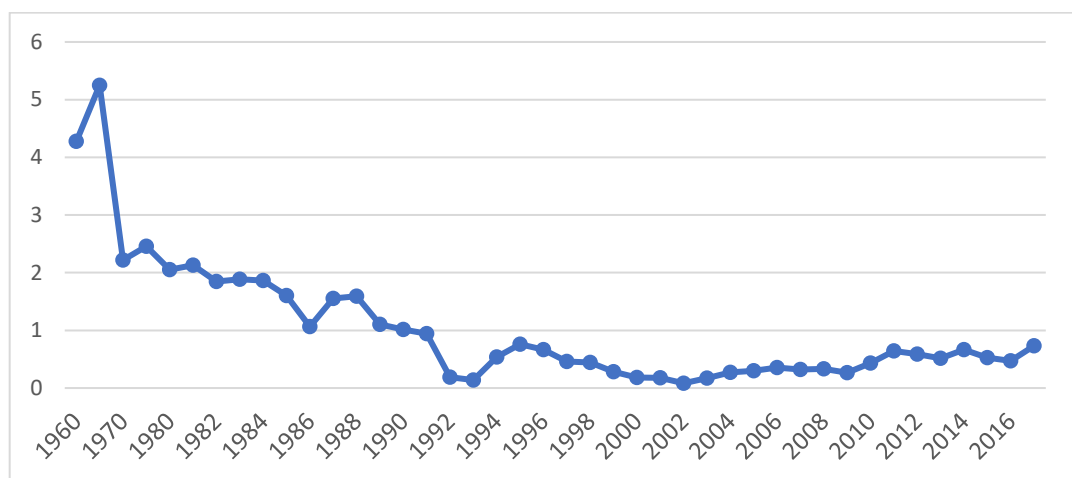


**Figura 13. Índice de transabilidad del algodón en México**

Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2019.



En la **Figura 14** se ilustra el comportamiento del Índice de Lafay (IL). De 1960 a 1989 el indicador fue superior a la unidad, México fue exportador de algodón; de 1991 a 2017 el indicador fue menor a la unidad expresando la pérdida de competitividad del algodón mexicano tanto en el mercado interno, como en el externo. México se convirtió en importador de fibra y, a pesar de que la producción ha crecido y las importaciones han disminuido, no se ha alcanzado la autosuficiencia en el consumo de algodón.

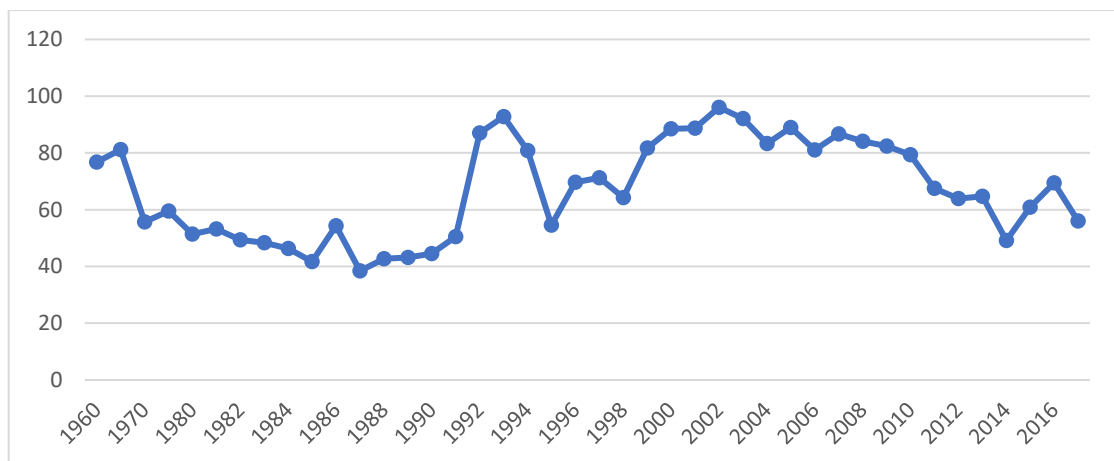


**Figura 14. Índice de Lafay (IL) del algodón en México**

Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2019.

El comportamiento de la Tasa de Exposición a la Competencia Internacional (TECI) se ilustra en la **Figura 15**. De 1960 a 1970 la TECI fue de 72%, lo que implica que el algodón mexicano experimentó una elevada competencia en el mercado exterior a través de las exportaciones, es decir, la competencia pudo darse mediante los precios.

Sin embargo, la TECI alcanzó sus niveles más altos en 1993 y en 2002, en estos años la proporción del consumo de algodón cubierto con importaciones fue elevada, de 90 y 94% respectivamente, por lo que la producción estuvo expuesta a la influencia de los precios del algodón importado.



**Figura 15. Tasa de exposición a la competencia internacional del algodón mexicano**

Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2019.

## 5.6 Conclusiones

Los indicadores calculados ilustran la pérdida de competitividad del algodón mexicano en el mercado internacional, con lo que se comprueba la hipótesis de investigación; de 1960 a 1985 las importaciones tenían muy poco peso en el consumo, mientras que gran parte de la producción era exportada, el algodón era competitivo en el mercado interno y externo de acuerdo con la Tasa de Penetración de las Importaciones y el Coeficiente de las Exportaciones. De 1986 a 2017 el consumo de algodón se cubrió en gran medida con importaciones lo que indica la disminución de excedentes exportables y, por ende, de la competitividad del algodón nacional.

Lo anterior se refuerza con el Indicador de Transabilidad, que en la década de 1960 fue positivo y en décadas posteriores fue disminuyendo hasta mostrar signos negativos a partir de 1991, mostrando la pérdida de capacidad de México para generar excedentes exportables de algodón que lo hagan competitivo. El Índice Lafay muestra que México poseía ventajas comparativas en la producción de algodón de 1960 a 1989. Sin embargo, el país perdió tales ventajas a partir de 1991. La Tasa de Exposición a la Competencia Internacional (TECI) muestra que los mayores niveles de competencia que el algodón mexicano ha librado en

el mercado externo han sido los años en los que el consumo de algodón se cubrió prácticamente con importaciones.

El algodón sigue siendo un cultivo estratégico al cual debería darse más atención y apoyo por la cantidad de empleo que genera y por el continuo crecimiento de la demanda de este insumo para la industria textil. Las zonas productoras de algodón en México presentan rendimientos que compiten con los mejores productores mundiales, pero se requiere de mayor investigación y apoyo tecnológico para poder elevar la competitividad a nivel mundial y que los precios recibidos por el productor sean rentables.

### 5.7 Literatura citada

- Bougrine, H. (2001). Competitividad y comercio exterior. *Revista de Comercio Exterior* 51 (9): 767-762.
- Contreras C., J. M. (1999). La competitividad de las exportaciones mexicanas de aguacate: un análisis cuantitativo. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5: 393-400.
- Durán L., J. E. y Álvarez, M. (2008). Indicadores de comercio exterior y política comercial: mediciones de posición y dinamismo comercial. CEPAL, Santiago de Chile. Consultado en línea el 16 de marzo de 2019 en [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3690/S2008794\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3690/S2008794_es.pdf)
- Fernández, D. G. (2013). Indicadores de Comercio Exterior y Dinamismo Comercial Aplicación para Uruguay en el período 1997 al 2012. Banco Central de Uruguay, Uruguay. Consultado en línea el 16 de marzo de 2019 en [fceu.edu.uy/Jornadas\\_Academicas/2013/.../Indicadores%20CE\\_fernandez\\_2013.pdf](http://fceu.edu.uy/Jornadas_Academicas/2013/.../Indicadores%20CE_fernandez_2013.pdf)
- FIRA (2016). Panorama Agroalimentario: algodón 2016. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Consultado en línea el 28 de marzo de 2019 en [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200630/Panorama\\_Agroalimentario\\_Algod\\_n\\_2016-17.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200630/Panorama_Agroalimentario_Algod_n_2016-17.pdf)
- Juárez de Perona, H. y García, V. (2000). Indicadores de Competitividad en un contexto de Apertura e Integración. Asociación Argentina de Economía Política, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Consultado en línea el 16 de marzo de 2019 en [https://aaep.org.ar/anales/pdf\\_00/juarez-de-perona\\_garcia-seffino.pdf](https://aaep.org.ar/anales/pdf_00/juarez-de-perona_garcia-seffino.pdf)
- Lafuente, F. (2010). Aspectos del comercio exterior. Edición electrónica gratuita. Consultado en línea el 18 de marzo de 2019 en <http://www.eumed.net/libros-gratis/2010f/866/Indicadores%20de%20comercio%20exterior.htm>

- OCDE- FAO (2017). *Perspectivas Agrícolas 2017-2026*. OCDE, Paris. Consultado en línea el 26 de marzo de 2019 en <http://www.fao.org/3/a-i7465s.pdf>
- Otero, A. (2018). Mexico, cotton and products update. USDA, Estados Unidos. Consultado en línea dos de abril de 2019 en [https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Cotton%20and%20Products%20Update\\_Mexico%20City\\_Mexico\\_11-30-2018.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Cotton%20and%20Products%20Update_Mexico%20City_Mexico_11-30-2018.pdf)
- SAGARPA (2011). Monografía de cultivos: algodón. Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios, México. Consultado en línea el 22 de enero de 2017 en [http://www.2011.economia.gob.mx/files/Monografia\\_Algodon.pdf](http://www.2011.economia.gob.mx/files/Monografia_Algodon.pdf)
- SAGARPA (2018). Atlas Agroalimentario 2012-2018. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, México. Consultado en línea el 24 de marzo de 2019 en <https://www.gob.mx/siap/es/articulos/atlas-agroalimentario-2012-2018-la-transformacion-productiva-del-campo-mexicano?idiom=es>
- SAGARPA-FAO (2014). Análisis de la cadena de valor en la producción de algodón en México: SAGARPA-FAO, México. Consultado en línea 18 de febrero de 2019 en [www.redinnovagro.in/pdfs/algodon.pdf](http://www.redinnovagro.in/pdfs/algodon.pdf)
- SIAP (2019). Servicio de información Agroalimentaria de Consulta, algodón hueso. Consultado en línea el 26 de febrero de 2019 en <https://www.gob.mx/siap>
- Traxler, G., y Godoy-Ávila, S. (2004). Transgenic Cotton un México. *AgBioForum* 7 (1-2): 57-62.
- USDA (2019). Production, Supply and Distribution. Base de datos consultada en línea el 23 de marzo de 2019 en <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>
- Velín, M. y Medina, P. (2011). Cálculo y análisis de indicadores sectoriales de comercio exterior para el caso ecuatoriano. *Analítika, Revista de Análisis Estadístico* 2: 3–29.

## **CAPÍTULO VI. CONCLUSIÓN GENERAL**

El algodón es un cultivo estratégico para México debido a que su cadena de valor genera una gran cantidad de empleos y es un insumo altamente valorado en la industria por sus cualidades que se adaptan a la elaboración de géneros textiles muy variados. En México un producto textil de gran relevancia es la tela de mezclilla de algodón, en 2018 representó el 11% del valor de la producción textil. México es el principal proveedor de mezclilla de EE. UU.

Este cultivo fue de gran importancia en el país hasta mediados del siglo XX, ya que pasó de ser un cultivo regional a un detonador de desarrollo en la economía por las divisas generadas a partir de su exportación. En la actualidad la producción algodонера ha ido aumentando, sin embargo, la producción aún está lejos de alcanzar los niveles de producción de la década de los cincuenta.

De 2004 a 2019 la producción mostró un crecimiento medio anual de 5.9%, mientras que la superficie algodонера creció 4.1% anualmente. Este comportamiento favorable se debe en parte, al uso creciente de la biotecnología, específicamente al uso de variedades de algodón genéticamente modificadas que ha traído importantes beneficios económicos y ambientales. Así mismo, el crecimiento de la producción se vincula con los precios más competitivos de la fibra en el mercado internacional, sin embargo, el precio sigue siendo vulnerable a factores externos como la calidad y precio de las fibras sintéticas.

El 96% del algodón que se siembra en México corresponde a variedades GM con resistencia a insectos y tolerante a herbicidas y el 4% restante a variedades GM solo tolerantes a herbicidas. Dentro de los beneficios del algodón GM más citados en la literatura se encuentran la reducción de la excesiva aplicación de productos agroquímicos necesarios en la siembra de variedades convencionales, la disminución de los costos de producción, su compatibilidad con prácticas agrícolas más eficientes como el sistema de surcos estrechos y el aumento de los rendimientos.

Por tanto, el uso de variedades GM y el comportamiento del precio de la fibra han sido los factores que mayor incidencia en la rentabilidad del cultivo en las principales entidades productoras. Las semillas convencionales no están disponibles para la venta en México, sin embargo, su uso traería consigo mayores gastos en control fitosanitario, mayor descarga de ingredientes activos de agroquímicos al medio ambiente y mayor incertidumbre para el productor en cuanto a su rentabilidad. Las semillas GM son más costosas, en tanto que, su beneficio económico se deriva especialmente de la reducción de costos en otros rubros tradicionalmente altos y de la obtención de mayores rendimientos.

Para la mayoría de los productores de algodón en México el cultivo es rentable y dada su amplia experiencia en el cultivo, lo prefieren por encima de otros. También resulta más conveniente para estos climas extremos, sembrar algodón ya que soporta un mayor estrés hídrico. El uso de fertilizantes, sistemas de riego y el precio de la semilla GM, constituyen los rubros de mayor peso en la estructura de costos de los productores de algodón.

El principal problema que enfrentan los productores es que la semilla GM usada es importada de EE. UU. y proviene de eventos tecnológicos rezagados por lo que están prontas a desaparecer del catálogo de los proveedores, sin embargo, las autoridades en México encargadas de regular la introducción de OGM muestran una negativa a autorizar e impulsar el desarrollo de nuevas variedades que permitan potencializar la producción algodonera que, pese a este problema presenta mayores rendimientos por hectárea que EE. UU, lo cual resulta un poco controversial al considerar que México ha importado desde la década de los noventa, una cantidad considerable de fibra de ese país y es precisamente algodón GM. La producción de algodón se está viendo comprometida, y ha comenzado a declinar.

En cuanto al análisis de la competitividad vale destacar que los indicadores calculados ilustran la pérdida de competitividad del algodón mexicano en el mercado internacional; de 1960 a 1985 las importaciones tenían muy poco peso en el consumo, mientras que gran parte de la producción era exportada. El

algodón era competitivo en el mercado interno y México tenía la capacidad de generar excedentes exportables que se colocaban en el mercado exterior con regularidad y eficiencia. Sin embargo, desde principios de la década de los noventa, las importaciones fueron cada vez más necesarias para abastecer a la industria nacional evidenciando la pérdida de competitividad del país.

La recuperación de la producción evidentemente contribuye a la competitividad del cultivo. De 2004 a 2018 las importaciones de fibra fueron disminuyendo, sin embargo, en 2019 esta tendencia favorable se vio interrumpida y México aumentó sus importaciones con relación al consumo. Las exportaciones crecieron más de 280% de 2004 a 2009, sin embargo, se está exportando algodón de baja calidad que no logra ser colocado al interior del país.

Específicamente en el caso de EE. UU., el IVCR muestra la ausencia de competitividad de México en términos del valor del intercambio comercial. El uso de variedades obsoletas en México conduce a la pérdida de competitividad; en EE. UU. se usan semillas con mejores características y este país basa sus ventajas competitivas en la calidad de su fibra, entregas oportunas y créditos atractivos.

Los estados productores de algodón reportan rendimientos que compiten con los de los mayores productores a nivel mundial, pero se requiere de un programa de investigación robusto que permita desarrollar nuevas variedades de semillas con características apropiadas a las zonas de producción del país, un programa de comercialización y certificación de la fibra que dé certidumbre y estabilidad a los productores del algodón y a la industria textil mexicana, es decir, se debe apostar por acciones que logren la articulación de la cadena de valor del algodón para con ello derivar los mayores beneficios para la economía del país y el bienestar de sus habitantes.