



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS

“OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA AGRICULTURA SINALOENSE”

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

PRESENTA

CARLOS BRUNO FISCAL

BAJO LA SUPERVISIÓN DE:

ALMA ALICIA GÓMEZ GÓMEZ

Chapingo, Estado de México, noviembre de 2023



APROBADA



**“OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS PARA EL
DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA AGRICULTURA
SINALOENSE, 1994-2020”**

Tesis realizada por ~~Carlos Bruno Fiscal~~, bajo la dirección del Comité Asesor
indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener
el grado de:

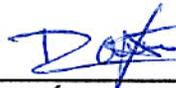
DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

DIRECTOR:



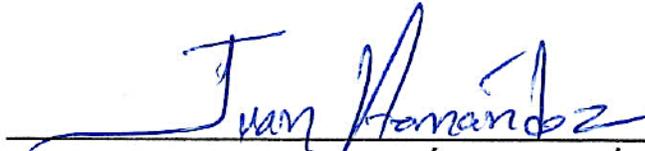
DRA. ALMA ALICIA GÓMEZ GÓMEZ

ASESOR:



DR. RAMÓN VALDIVÍA ALCALÁ

ASESOR:



DR. JUAN HERNÁNDEZ ORTÍZ

LECTOR EXTERNO:



DRA. ARACELI GONZÁLEZ JUÁREZ

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN GENERAL.....	14
1.1	Planteamiento del problema.....	15
1.2	Preguntas de investigación.....	15
1.3	Justificación y viabilidad.....	16
1.4	Objetivo general.....	18
1.5	Hipótesis.....	18
1.6	Presentación.....	18
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	20
2.1	Agricultura en México.....	20
2.2	Repercusiones de la desagrarización en la seguridad alimentaria de México.....	25
2.3	El hambre en México.....	26
2.4	Población rural y urbana en México.....	28
2.5	Situación actual del sector primario en México.....	29
2.6	Producción agrícola en México.....	29
2.7	La producción agrícola en Sinaloa frente al cambio climático.....	31
2.8	Literatura citada.....	34
III.	Entre la sobreproducción y el hambre: importancia de los recursos hídricos en las tendencias y desafíos de la agricultura sinaloense.....	43
3.1	Resumen.....	43

3.2 Abstract.....	43
3.3 Introducción.....	45
3.4 Materiales y Métodos.....	46
3.5 Resultados.....	48
3.6 Conclusiones.....	52
3.7 Referencias Bibliográficas.....	53
IV. Análisis de la gestión hídrica del Distrito de Riego 111 Sinaloa, México.....	55
4.1 Resumen.....	55
4.2 Abstract.....	56
4.3 Introducción.....	56
4.3.1 Área de Estudio.....	59
4.4 Materiales y Métodos.....	60
4.4.1 Modelo.....	61
4.5 Resultados.....	63
4.6 Discusión.....	68
4.7 Conclusión.....	69
4.8 Referencias.....	70
V. Productividad del agua en el Distrito de Riego 111 Sinaloa, México..	74
5.1 Resumen.....	74

5.2 Abstract.....	74
5.3 Introducción.....	75
5.3.1 Área de Estudio.....	77
5.4 Materiales y métodos.....	78
5.5 Resultados.....	80
5.6 Discusión.....	82
5.7 Conclusión.....	85
5.8 Referencias.....	86
VI. CONCLUSIONES GENERALES.....	89

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1-1. Porcentaje de agricultura de riego y temporal en Sinaloa y municipios, 2023	23
Cuadro 4-1. Criterios de calidad del agua (niveles máximos en miligramos por litro).....	63
Cuadro 4-2. Producción agrícola del Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio, 2021.....	64
Cuadro 4-3. Variables de estudio del Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio, 2021.....	65
Cuadro 4-4. Estadística hídrica del Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio, 2021.....	66
Cuadro 4-5. Beneficio neto y volumen bruto de los principales cultivos del Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio.....	67
Cuadro 4-6. Número de hectáreas optimas según tipo de cultivo....	68
Cuadro 5-1. Producción agrícola del Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio, 2021.....	81
Cuadro 5-2. Estructura de costos de producción (\$) por cultivo.....	84
Cuadro 5-3. Estadística hídrica del Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio, 2020.....	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1. Agricultura de riego en México, 2023.....	20
Figura 2-2. Porcentaje de suelo destinado a agricultura de riego por Estado, 2023.....	21
Figura 2-3. Hectáreas destinadas a agricultura de riego por Estado, 2023.....	22
Figura 2-4. Agricultura de temporal en México, 2023.....	21
Figura 2-5. Superficie cosechada de riego y temporal en Sinaloa, 1980-2023.....	22
Figura 2-6. Agricultura de riego y temporal en Sinaloa, 2023.....	24
Figura 2-7. Evolución de población con carencia por acceso a la alimentación en México, 2008-2020.....	27
Figura 2-8. Población con carencia en el acceso a la alimentación en México, según entidad federativa, 2022.....	27
Figura 2-9. Porcentaje de población urbana y rural en México.....	28
Figura 2-10. Porcentaje de participación del sector primario en la economía de México, 1980-2020.	29
Figura 2-11. Producción nacional de los principales granos en México, 1990-2018.....	30

Figura 2-12. Participación del sector primario en la economía nacional y de Sinaloa, 1980-2020.....	32
Figura 2-13. Precipitación media anual (mm) en Sinaloa y cobertura de uso del suelo agrícola, 2022.....	33
Figura 3-1. Porcentaje de participación del sector primario en la economía nacional y de Sinaloa, 1980-2020.....	48
Figura 3-2. Precipitación promedio anual en Sinaloa, 1985-2021.....	50
Figura 3-3. Temperatura promedio máxima, media y mínima en Sinaloa, 1985-2021.....	51
Figura 3-4. Porcentaje de población con carencia por acceso a la alimentación en Sinaloa, 2008-2020.....	52
Figura 4-1. Ubicación geográfica del área de estudio.....	60
Figura 5-1. Ubicación geográfica del área de estudio.....	78
Figura 5-2. Tendencia de la temperatura promedio máxima, media y mínima en Sinaloa, 1985-2021.....	80
Figura 5-3. Precipitación mensual acumulada de Sinaloa, 1985-2021.....	81

ABREVIATURAS USADAS

FAO	Food and Agriculture Organization
PED	Plan Estatal de Desarrollo
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
GATT	Acuerdo General de Aranceles y Comercio
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
PROCAMPO	Programa de Apoyos Directos al Campo
CONEVAL Social	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo
PIB	Producto Interno Bruto
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
ASERCA	Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

DEDICATORIA

La presente Tesis está dedicada con todo mi amor y cariño a mi familia, quienes fueron el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional.

A mi esposa Guadalupe Montaña López, a quien amo tanto y agradezco por estar a mi lado en todo momento y por darme su amor todos los días, lo que me motiva a cumplir todo lo que me proponga.

A mi padre Hermenegildo Bruno Vásquez, quien sentó las bases de responsabilidad y deseos de superación. Su esfuerzo y sacrificio; sin duda, hizo posible que yo llegara hasta este punto. Dadas sus virtudes infinitas y su gran corazón, siempre lo harán mi modelo a seguir.

A mi madre Ana María Fiscal Ramírez quien me enseñó a su manera, a ser una persona independiente, con carácter y valores.

A mi hermana Margarita Bruno Fiscal, que siempre estuvo a mi lado, apoyándome y aconsejándome, muchas veces haciendo el papel de mis padres.

A mi hermana Guadalupe Bruno Fiscal, quien a pesar de que partió al cielo a muy temprana edad, sé que me cuida y guía desde el cielo.

A mis sobrinas Samantha Sarmiento Bruno y Miranda Sarmiento Bruno, quienes han sido la alegría de mis días y quienes con una sonrisa me quitan el estrés y el cansancio en los días difíciles.

Les dedico esta tesis, ya que gracias a ustedes logré llegar a este punto.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a mi Dios por haberme guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en momentos de debilidad y por bendecirme para poder llegar a donde me encuentro.

Le agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su apoyo en el estudio de mi doctorado y realización de esta tesis.

A la Universidad Autónoma Chapingo por la formación, en especial a la División de Ciencias Económico Administrativas por la oportunidad de realizar el doctorado.

A la Dra. Alma Alicia Gómez Gómez, al Dr. Ramón Valdivia Alcalá, al Dr. Juan Hernández Ortiz y a la Dra. Araceli González Juárez por sus aportes, apoyo y tiempo brindado para la realización de esta tesis.

Le doy gracias de manera muy especial al Dr. Juan Manuel Mendoza Guerrero, quien fue el primero que creyó en mi talento, me guio y aconsejó que estudiara mi doctorado. Siempre estaré agradecido con él por ser un gran profesor y amigo.

A todos ellos, mil gracias por su tiempo y dedicación para realizar mi tesis de grado.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales

Nombre:	Carlos Bruno Fiscal
Fecha de nacimiento:	28 de agosto de 1991
Lugar de nacimiento:	San Francisco Ixhuatán, Oaxaca
CURP:	BUFC910828hocrsr03
Profesión:	Economía
Cedula profesional:	10644709

Desarrollo académico:

Licenciado en economía por la Universidad Autónoma de Sinaloa, Maestro en Desarrollo Económico Local por la Universidad Autónoma de Nayarit. Miembro del Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos y, de la Red Estatal de Divulgadores de la Ciencia y Tecnología en Sinaloa. Colaborador en el Cuerpo Académico “Movimiento Migratorio y Desarrollo Regional” de la Universidad Autónoma de Sinaloa y del Grupo de Innovaciones Socioeconómicas Rurales de la Universidad de Antioquia. Sus áreas de interés giran en torno a los estudios de pobreza, seguridad alimentaria y hábitos alimenticios. Cuenta con publicaciones en revistas nacionales, así como en revistas internacionales de países como España, Colombia y Chile. Ha trabajado para organismos gubernamentales como la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, el Consejo para el Desarrollo Económico de Sinaloa y la Universidad Autónoma de Sinaloa, así como para asociaciones como Conselva, Costas y Comunidades A.C.

OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA AGRICULTURA SINALOENSE

Carlos Bruno Fiscal¹, Alma Alicia Gómez Gómez², Ramón Valdivia Alcalá³ Juan Hernández
Ortiz⁴ Araceli González Juárez⁵

RESUMEN

En las últimas décadas, el uso desproporcionado del agua se ha convertido en uno de los principales problemas a nivel mundial, especialmente en regiones como Sinaloa en donde escasea el vital líquido. La presente investigación tiene como objetivo analizar el uso de los recursos hídricos en el Estado. La metodología utilizada fue analizar la productividad en función de la lámina de riego y tipo de cultivo, para con ello identificar los cultivos más rentables tomando en cuenta un uso eficiente de los recursos hídricos en el lugar de estudio. Los principales resultados destacan que el cultivo más viable económica y sustentablemente es el chile verde, seguido del tomate rojo, el tomate verde, el mango y por último el frijol. Siendo el maíz un cultivo que no es viable para producir en la zona debido a sus requerimientos hídricos y su poco o nulo beneficio económico.

Palabras clave: Gestión eficiente del agua, Consumo de agua en cultivos, Control de sistemas de riego.

¹ Tesis de Doctorado en Economía Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo

Autor: Carlos Bruno Fiscal

Directora de tesis: Dra. Alma Alicia Gómez Gómez

OPTIMIZATION OF WATER RESOURCES FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF SINALOENSE AGRICULTURE

Carlos Bruno Fiscal¹, Alma Alicia Gómez Gómez², Ramón Valdivia Alcalá³, Juan Hernández Ortiz⁴, Araceli González Juárez⁵.

ABSTRACT

In recent decades, the disproportionate use of water has become one of the world's main problems, especially in regions such as Sinaloa, where this vital liquid is scarce. The objective of this research is to analyze the use of water resources in the State. The methodology used was to analyze productivity based on the irrigation sheet and type of crop, in order to identify the most profitable crops taking into account efficient use of water resources in the study location. The main results highlight that the most economically and sustainably viable crop is green chili, followed by red tomato, green tomato, mango and finally beans. Corn is a crop that is not viable to produce in the area due to its water requirements and its little or no economic benefit.

Key words: Efficient water management, crop water consumption, irrigation control systems.

Thesis, Universidad Autónoma Chapingo

Author: Carlos Bruno Fiscal

Advisor: Dra. Alma Alicia Gómez Gómez

I. INTRODUCCIÓN

La infraestructura hidráulica en Sinaloa tuvo sus comienzos en la década de 1930. A partir de entonces, el Estado se fue convirtiendo en el pilar principal de la economía agrícola del país, resultado de sus obras hidráulicas construidas desde entonces (once presas), distribuidas en 8 distritos de riego. Igualmente, la región se vio favorecida por las cuantiosas inversiones federales enfocadas en aumentar los procesos mecanizados de producción primaria. Sin embargo, dicha estructura actualmente se encuentra deteriorada. En se señala que el 57% del agua en los distritos de riego se malgasta debido al deterioro de la infraestructura hidráulica que existe, sumado a la sobreexplotación de los acuíferos en las zonas áridas y semiáridas (Sinaloa entre ellos) del país (Ríos et al., 2015). De tal manera que es imperante la necesidad de incrementar el uso eficiente del agua en regiones semiáridas como Sinaloa donde existe escasez de agua (Díaz et al., 2008). A esto se le suma la reorganización productiva que ha tenido el Estado, donde a raíz de la modificación del marco de política agrícola nacional, se promovió un patrón de cultivos basados en la producción de hortalizas, legumbres, frutas y carnes y una reorientación en el uso del agua (Maya & Peraza, 2010). Dichos cambios generaron un descuido del mercado interno y afectó a los sistemas de producción de poca rentabilidad (Gana, 2012) provocando un desajuste productivo que se complicó con la llamada crisis de alimentos, que empezó a manifestarse a finales de 2007 principios de 2008, la

cual situó el tema de seguridad alimentaria² en la agenda política internacional (Calva, 2008).

1.1 Planteamiento del problema

Desde hace décadas, el Estado de Sinaloa ha destacado por su alta producción primaria, llegando a ser conocido como “el granero de México”. El modelo de producción agrícola que imperó por décadas estuvo basado en la producción de verduras y granos destinados tanto a la exportación como al mercado nacional. Sin embargo, el modelo agrícola que se viene impulsando a raíz de la apertura comercial, la privatización de la propiedad de la tierra y el desmantelamiento de los apoyos gubernamentales al sector agrícola ha derivado en un nuevo modelo agrícola que privilegia la producción de productos de exportación como hortalizas, legumbres, frutas y carnes. Este nuevo modelo reorganizó el uso de agua dulce destinado al riego debido al crecimiento inusitado de la superficie sembrada de pastos, forrajes, frutas y a la producción de nuevas hortalizas.

1.2 Preguntas de investigación

Frente a una situación de escasez de agua en el Estado, explicada por el cambio climático, y por el uso intensivo de este líquido, vale la pena preguntarse si el modelo agrícola actual es eficiente frente a otras posibles alternativas que arrojen resultados similares en el valor del producto, pero con un gasto menor de agua dulce que permita no comprometer el capital natural para las generaciones futuras. Es válido cuestionarse si en aras de obtener los mayores ingresos

² La seguridad alimentaria como tal, se manifiesta cuando todas las personas tienen acceso físico, social y económico permanente a alimentos seguros, nutritivos y en cantidad suficiente para satisfacer sus requerimientos nutricionales y preferencias alimentarias, y así poder llevar una vida activa y saludable (FAO, 2014).

financieros derivado de la producción agroganadera, se está poniendo en riesgo las reservas de agua dulce con que cuenta la entidad que debieran destinarse al consumo humano y al sostenimiento de los ecosistemas. Estas preguntas conducen a cuestionar el verdadero beneficio que ha traído el modelo agrícola actual.

1.3 Justificación y viabilidad

El presente proyecto tiene como fin contribuir al conocimiento sobre el uso racional del agua, lo que eventualmente puede ayudar al mejoramiento de la producción agrícola en los distritos de riego, sin que esto se traduzca en mayores presiones hídricas, mejorando los indicadores de producción y seguridad alimentaria, así como una disminución de los riesgos del cambio climático actual. Además, dicho proyecto se encuentra ligado directamente al Eje Estratégico I “Desarrollo Económico” del Plan Estatal de Desarrollo de Sinaloa 2017-2021, toda vez que, se busca una agricultura sustentable y competitiva, que genere el desarrollo sin comprometer los recursos naturales del Estado:

“Fomentaremos e impulsaremos un sector agropecuario rentable, competitivo, sustentable, moderno y ordenado, capaz de insertarse y participar en el mercado globalizado. Para ello, se promoverán prácticas de producción responsables y sustentables en el manejo de los recursos, con el propósito de posicionar de nuevo a Sinaloa como el Estado líder a escala nacional en la producción de alimentos” (PED, p. 62).

También se ubica dentro del Eje Estratégico II “Desarrollo Humano y Social”, que busca, entre otras cosas, asegurar una alimentación sana y disminuir los índices de inseguridad alimentaria del Estado:

“Impulsaremos el desarrollo de las comunidades con mayor rezago en el Estado, mediante acciones en sus comunidades que contribuyan a mejorar la economía y ofrecer mayor acceso a la alimentación de las familias, hacer valer los derechos de esa población y alcanzar una sociedad más equitativa (PED, p. 136).

Finalmente, la temática de este proyecto tiene una relación directa con los propósitos del Eje Estratégico III “Desarrollo Sustentable e Infraestructura”, el cual contempla la necesidad de conservación de los recursos naturales:

“La conservación de los recursos naturales es prioridad del Gobierno del Estado. Preservar y restaurar el equilibrio ecológico, así como proteger el ambiente aprovechando de manera responsable y sustentable los recursos naturales, permitirán un medio saludable que se reflejará en la salud humana y en la restauración de los ecosistemas; por ende, en la preservación de los recursos naturales y el bienestar social” (PED, p. 164).

Donde se hace un especial énfasis a el uso eficiente del agua en un contexto de cambio climático:

“El agua se considera un recurso natural renovable, pero su mal manejo perfila ya un grave problema al poner en riesgo su capacidad de regeneración, debido a que ya no hay balance natural en algunas regiones. Varios factores auguran escasez de agua en México. El principal es el cambio climático y las fluctuaciones en la temperatura que predisponen precipitaciones pluviales abundantes en algunas regiones y sequías en otras, por lo que en el futuro se agudizará la problemática hídrica. Los aumentos en temperatura incrementarán la evapotranspiración haciendo más desalentador el panorama” (PED, p. 184).

1.4 Objetivo general

El objetivo general de esta investigación es describir y analizar la eficiencia de la agricultura sinaloense, tomando en cuenta no sólo los costos tradicionales de insumos, mano de obra y capital, sino también el uso del agua y contaminación, así como los ingresos. Para ello, se utilizó como instrumento principal la cuantificación de los beneficios netos de los cultivos en el total de los distritos de riego del Estado (8), tomando en consideración las presiones hídricas actuales de cada uno, así como el nivel de contaminación del agua utilizada en la agricultura, todo ello para determinar cuáles son los cultivos que permiten obtener mayores beneficios económicos con una presión menor al uso del agua.

1.5 Hipótesis

El modelo agrícola de Sinaloa derivado de la apertura comercial, la privatización de la tierra y la disminución de los apoyos gubernamentales al sector agrícola reorientó el uso de agua dulce destinado al riego debido al crecimiento inusitado de la superficie sembrada de pastos, forrajes, frutas y nuevas variedades de hortalizas. Sin embargo, dicha reorientación no tuvo un análisis costo/beneficio lo que ha ocasionado una ineficiencia en el uso del agua dulce en el Estado.

1.6 Presentación

La presente investigación está constituida por cinco capítulos. En el primero de ellos se relata la importancia del tema seleccionado, el planteamiento de este, su justificación, objetivos, hipótesis y una breve introducción de cada uno de los capítulos que conforman el documento.

En el segundo capítulo, se aborda la revisión de la literatura y se describen una serie de indicadores relacionados al tema de investigación. En el tercer capítulo se aborda la tendencia de producción del Estado, así como la problemática que

se enfrenta en cuanto a seguridad alimentaria y sus relaciones en cuanto al uso ineficiente de los recursos hídricos para la producción primaria.

En el cuarto capítulo se buscó calcular el Beneficio Neto de los principales cultivos del distrito 111 en función de la lámina de riego y la calidad del agua, para con ello identificar los cultivos más rentables tomando en cuenta un uso eficiente de los recursos hídricos.

En el capítulo cinco se analizó la productividad en función de la lámina de riego y tipo de cultivo, para con ello identificar los cultivos más rentables tomando en cuenta un uso eficiente de los recursos hídricos.

Por último, en el capítulo seis se encuentran las conclusiones generales.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

Dentro de los problemas que presenta en sí, la escasez y pérdida de la calidad de agua en los medios de producción primaria, la reorganización productiva y la seguridad alimentaria, se suma el cambio climático y sus efectos perniciosos.

2.1 Agricultura en México

La globalización, cuyo auge inició en México en 1994, ha privilegiado la agricultura de productos exportables, aumentando considerablemente las áreas de producción con riego, sobre todo en la región de Sinaloa (Ver Figura 2-1)



Figura 2-1. Agricultura de riego en México, 2023

Fuente: elaboración propia con base en la carta de uso de suelo y vegetación versión 6, INEGI.

Sin embargo, no es el Estado de Sinaloa el que mayor porcentaje de suelo destina para dicha actividad, sino que lo es Tlaxcala, seguida de México y Guanajuato (Ver Figura 2-2).

Cabe señalar que una observación de únicamente valores relativos no es suficiente para realizar un análisis.

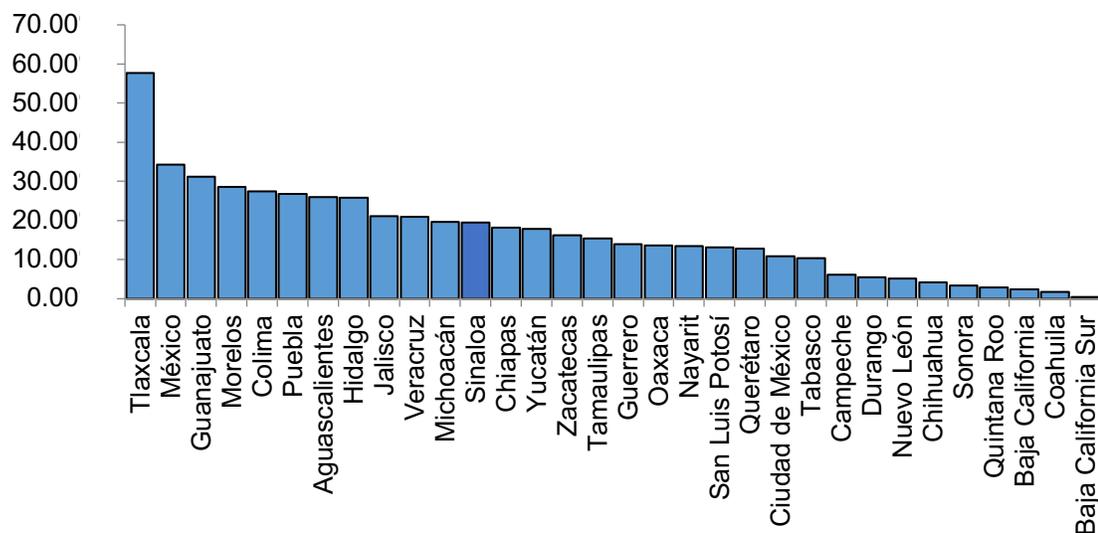


Figura 2-2. Porcentaje de suelo destinado a agricultura de riego por Estado, 2023

Fuente: elaboración propia con base en SIAP.

Por otro lado, hablando de números absolutos tenemos que Sinaloa, es el octavo Estado que más hectáreas destinó a la agricultura en 2023 (Ver Figura 2-3)

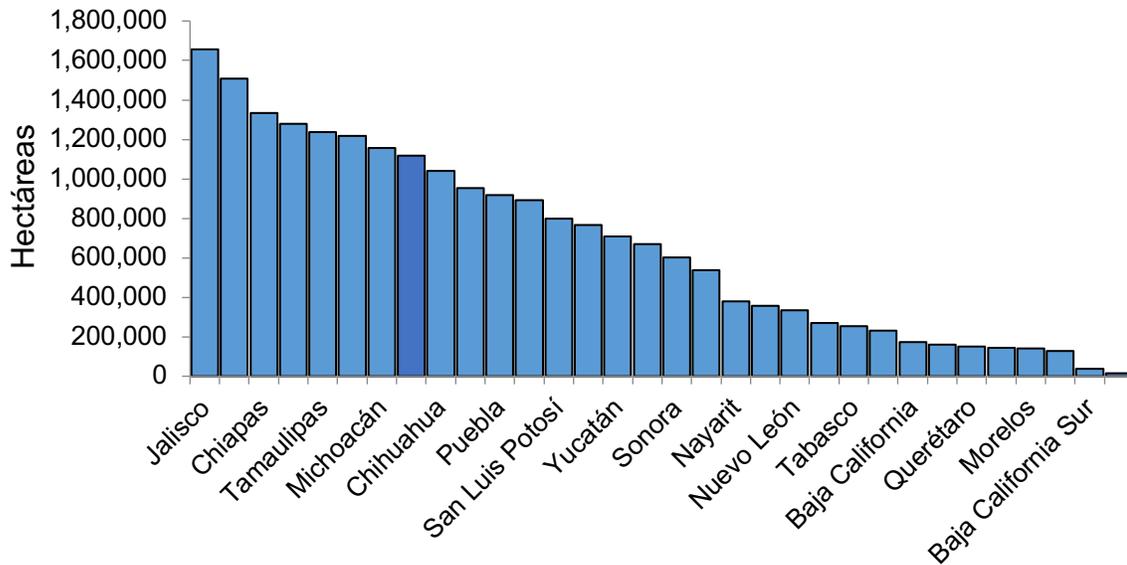


Figura 2-3. Hectáreas destinadas a agricultura de riego por Estado, 2023

Fuente: elaboración propia con base en SIAP.

Además de contar con gran parte de superficie destinada a agricultura de riego, Sinaloa cuenta también con un gran número de hectáreas destinadas al cultivo de temporal, destacando entre los Estados del norte del país (Ver Figura 2-4).



Figura 2-4. Agricultura de temporal en México, 2023

Fuente: elaboración propia con base en la carta de uso de suelo y vegetación versión 6, INEGI.

En promedio Sinaloa destina 1 millón 300 mil hectáreas al año para el desarrollo de la agricultura, sobre todo la de riego, con algunas excepciones en 1988 y 2011 (Ver Figura 2-5).

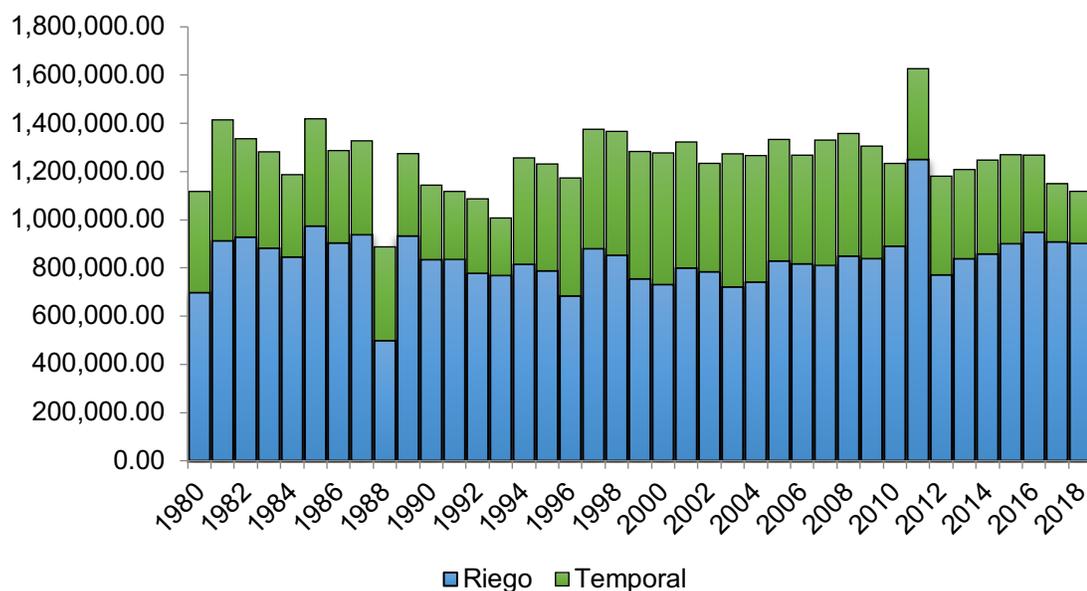


Figura 2-5. Superficie cosechada de riego y temporal en Sinaloa, 1980-2023

Fuente: elaboración propia con base en SIAP.

En lo referente de los municipios del Estado, Guasave es el que mayor porcentaje de agricultura de riego tiene, seguido de Angostura y Navolato. Sin embargo, existen también municipios dentro del Estado que no cuentan con cultivos de riego como Badiraguato y Choix (Ver Cuadro 1).

Cuadro 1-1. Porcentaje de agricultura de riego y temporal en Sinaloa y municipios, 2023

	Riego	Temporal
Guasave	99.76	0.24
Angostura	97.57	2.43
Navolato	97.55	2.45
Ahome	97.39	2.61

Elota	92.88	7.12
El Fuerte	77.04	22.96
Culiacán	71.50	28.50
Sinaloa	71.46	28.54
San Ignacio	70.03	29.97
Salvador Alvarado	57.97	42.03
Mazatlán	53.31	46.69
Escuinapa	51.73	48.27
Mocortio	46.99	53.01
Cosalá	35.13	64.87
Rosario	31.34	68.66
Concordia	23.85	76.15
Badiraguato	0.00	100.00
Choix	0.00	100.00
SINALOA	80.70	19.30

Fuente: elaboración propia con base en SIAP.

En este sentido se observa una polarización de la agricultura sinaloense, en donde impera una alta producción en el norte del Estado, a la par de una mayor mecanización que en el sur. También se observa que la zona serrana del Estado cuenta con una magra producción y un menor uso de los recursos para la producción agrícola (Ver Figura 2-6).

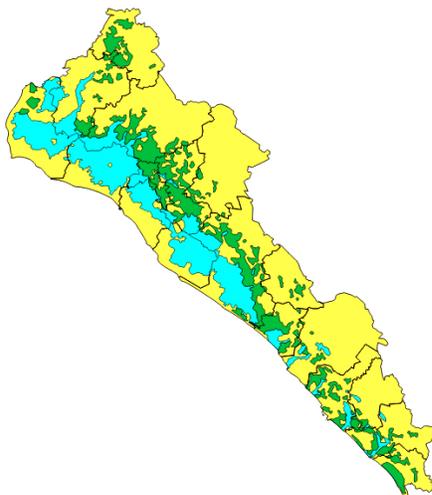


Figura 2-6. Agricultura de riego y temporal en Sinaloa, 2023

Fuente: elaboración propia con base en la carta de uso de suelo y vegetación versión 6, INEGI.

2.2 Repercusiones de la desagrarización en la seguridad alimentaria de México

En los últimos años el sector agropecuario mexicano ha tenido transformaciones profundas, derivado de procesos complejos de desagrarización, urbanización, globalización y reformas estructurales, lo que ocasionó, entre otras cosas, una desmejora en la situación alimentaria del país. En este sentido, se aprecia que dichos cambios comenzaron a manifestarse con mayor intensidad a raíz de la apertura comercial del país. En 1986 México formó parte del Acuerdo General de Aranceles y Comercio (GATT) lo que inició el proceso de apertura comercial, sin embargo, es hasta 1994 con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) que se complicó la situación agraria del país, debido a la reducción sustancial de barreras arancelarias, sin una política eficiente de apoyo a los sectores primarios, lo que generó la precaria situación del sector primario en México, con su precipitada apertura comercial con países desarrollados como Estados Unidos y Canadá. Situación que no sólo originó problemáticas en el sector, sino que también dejó al descubierto la marcada asimetría entre dichos países (Girón, 2015).

Dentro de los procesos de apertura comercial, se dieron simultáneamente reformas estructurales en el sector, lo que ocasionó el cierre o privatización de la mayoría de las empresas paraestatales y organismos de apoyo del sector primario. En lo referente a la producción se destacan empresas como Fertilizantes de México y el Banco Nacional de Crédito Rural y por el lado de la comercialización, empresas como la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (Chávez & Macías, 2007). Por otro lado, se intentó disminuir los efectos de dichos cambios con el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO), sin embargo, dicho programa hizo poco o nada por mitigar la situación de los productores mexicanos, lo que dio lugar a la creación de

instrumentos complementarios alternativos como el de Apoyo a la Comercialización de ASERCA y el de Alianza para el Campo (Trujillo, Schwentesius, Gómez & Maya, 2005).

Ante dicha situación, en los primeros diez años del TLCAN, el sector rural perdió casi dos millones de empleos. En 1993 el sector primario contaba con 8 millones 842 mil 274 trabajadores, mientras que para 2003 tan sólo se contaba con 6 millones 937 mil 881 personas ocupadas en el sector, traduciéndose en una tasa de decrecimiento anual del 2.4%. Además, el flujo migratorio del campo se aceleró de manera exponencial en dicho periodo (Quintana, 2011). Dicha situación se encuentra explicada por el aumento de participación de jornaleros agrícolas en la pobreza, de 1992 a 2022 aumentó su participación de 22.7 a 24.0 en pobreza moderada y del 8.5 a 9.3 en pobreza extrema, por lo que la mayoría de los hogares rurales tuvieron que disminuir la cantidad y calidad de alimentos e inclusive llegaron a experimentar hambre debido a la falta de dinero. Algunos autores señalan que durante este mismo periodo, casi 600 mil productores de granos básicos, 40% de porcicultores y 24% de los productores de papa del país ya habían abandonado su actividad debido a la precariedad del sector (FAO, 2022).

2.3 El hambre en México

Ante los cambios suscitados en el sector agropecuario, los niveles de inseguridad alimentaria en México han ido en aumento. En 2008 24 millones 258 mil 647 personas se encontraban con carencia por acceso a la alimentación, llegando en 2010 al mayor número de personas en dicha condición: 28 millones 439 mil 754 personas. Para la última medición de 2020 representaban el 22.1 por ciento del total de la población con carencia por acceso a la alimentación (Ver Figura 2-7).

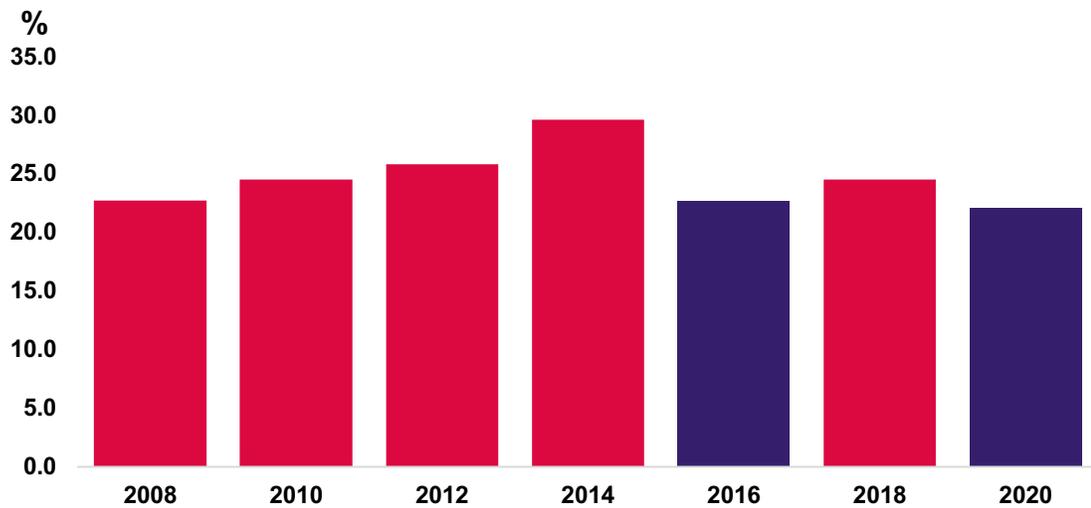


Figura 2-7. Evolución de población con carencia por acceso a la alimentación en México, 2008-2020

Fuente: elaboración propia con base en CONEVAL.

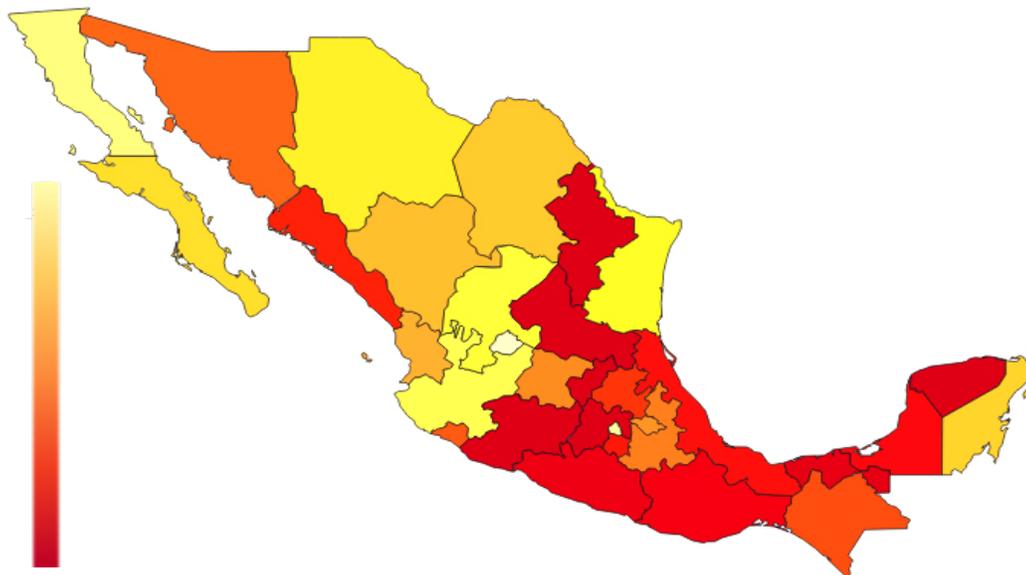


Figura 2-8. Población con carencia en el acceso a la alimentación en México, según entidad federativa, 2022

Fuente: elaboración propia con base en CONEVAL.

2.4 Población rural y urbana en México

Actualmente, existe una reducción del número de personas dedicadas a las actividades agrícolas, toda vez que, ha aumentado la migración rural-urbana debido a los procesos de urbanización, generando una nueva configuración urbana cada vez más dispersa y fragmentada. En este sentido, en la figura 2-9 se observa como el porcentaje de población rural³ ha ido disminuyendo en las últimas décadas, en 1950 el porcentaje de la población rural era mayor que la urbana con un 57.4% contra un 42.6% respectivamente, mientras que para 2020 el porcentaje de la población rural en el país representaba únicamente el 21%.

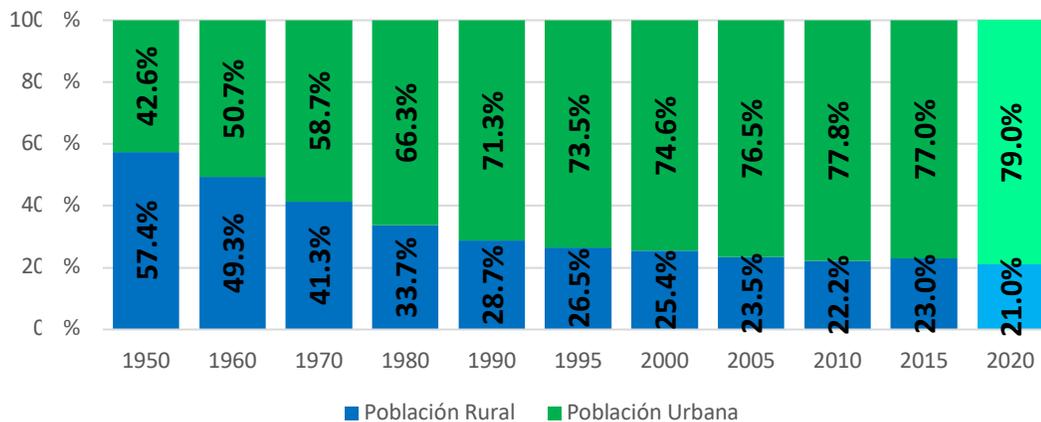


Figura 2-9. Porcentaje de población urbana y rural en México

Fuente: elaboración propia con base en los Censos de Población y Vivienda (1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020), Conteos de Población y Vivienda (1995 y 2005) y la Encuesta Intercensal 2015⁴ de INEGI.

³ De acuerdo con el INEGI, la denominada población rural es aquella donde viven menos de 2,500 habitantes, mientras que la urbana tiene más de 2,500.

⁴ Para 2015 INEGI realizó la llamada Encuesta Intercensal en sustitución del Censo de Población y vivienda. Si bien dicha encuesta guarda relación con los censos, incorpora también cambios metodológicos.

2.5 Situación actual del sector primario en México

En la figura 2-10 se aprecia como la economía nacional depende cada vez menos de la producción de bienes relacionados directamente con el sector agropecuario y que dicha disminución es progresiva conforme pasa el tiempo. Toda vez que, en 1980 la participación del sector primario era del 4.2 por ciento, mientras que para 2020, representó únicamente el 3.65 por ciento de la actividad económica de México.

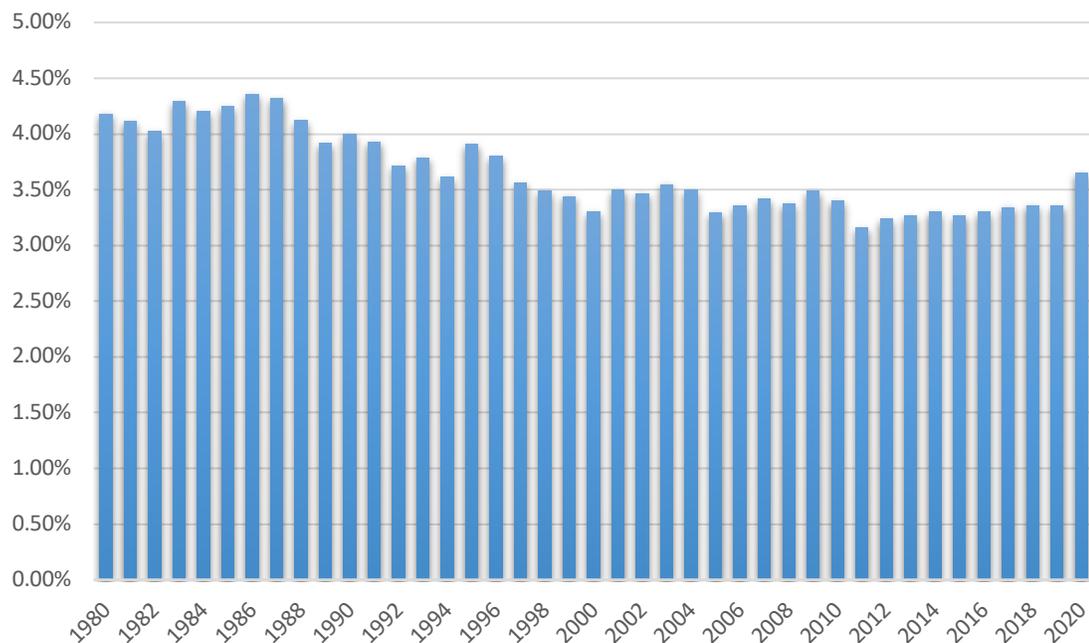


Figura 2-10. Porcentaje de participación del sector primario en la economía de México, 1980-2020

Fuente: elaboración propia con base en el Sistema de Cuentas Nacionales de INEGI.

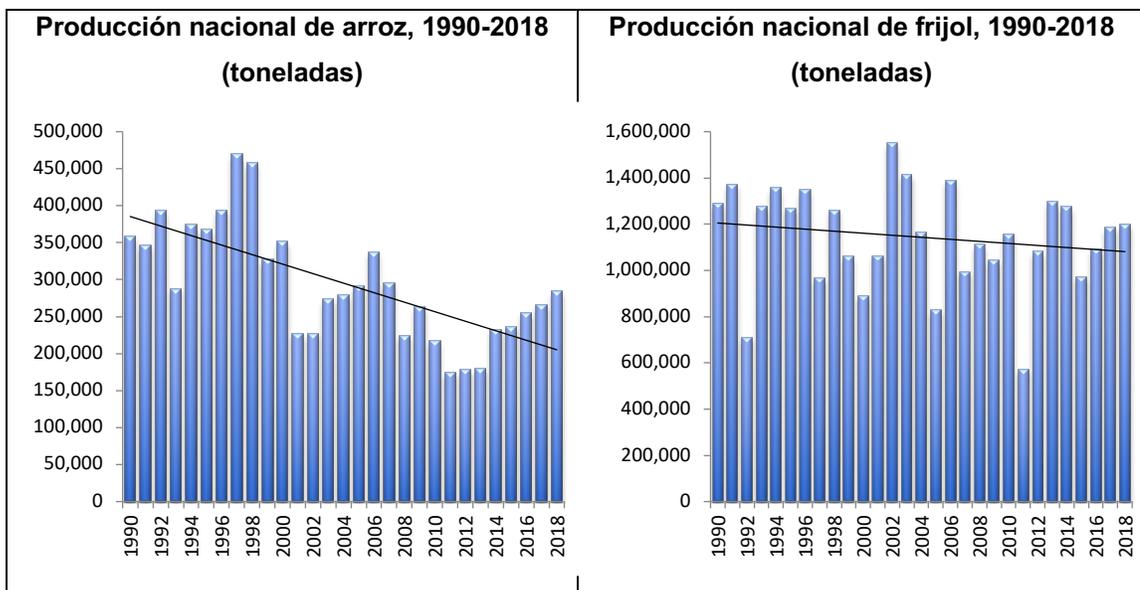
Nota: a precios constantes (2013=100).

2.6 Producción agrícola en México

La crisis de seguridad alimentaria que se originó en 2007-2008 en el mundo, tuvo repercusiones importantes en México, enviando a millones de personas a

padecer hambre. En este sentido, es claro que la seguridad alimentaria y la producción agrícola están íntimamente ligadas. Algunos autores, señalan que los países en desarrollo la capacidad de producción de alimentos es una limitación importante y con los estancamientos generales de los rendimientos de los cultivos, es bastante probable que se experimente una reducción significativa de alimentos (Funk & Brown, 2009).

En la figura 2-11 se aprecia una disminución de la producción de arroz, frijol y trigo, a excepción del maíz, lo que genera una condición de dependencia de alimentos importados. Aun cuando la producción de maíz ha ido en aumento, está producción está sustentada no sólo por la demanda alimenticia, sino también por la demanda de maíz por la actual generación de biocombustibles y para consumo animal. Además, si se comparan los costos de producción de maíz blanco en México, son más altos que los del maíz importado de Estados Unidos (Reyes, Bautista & García, 2022).



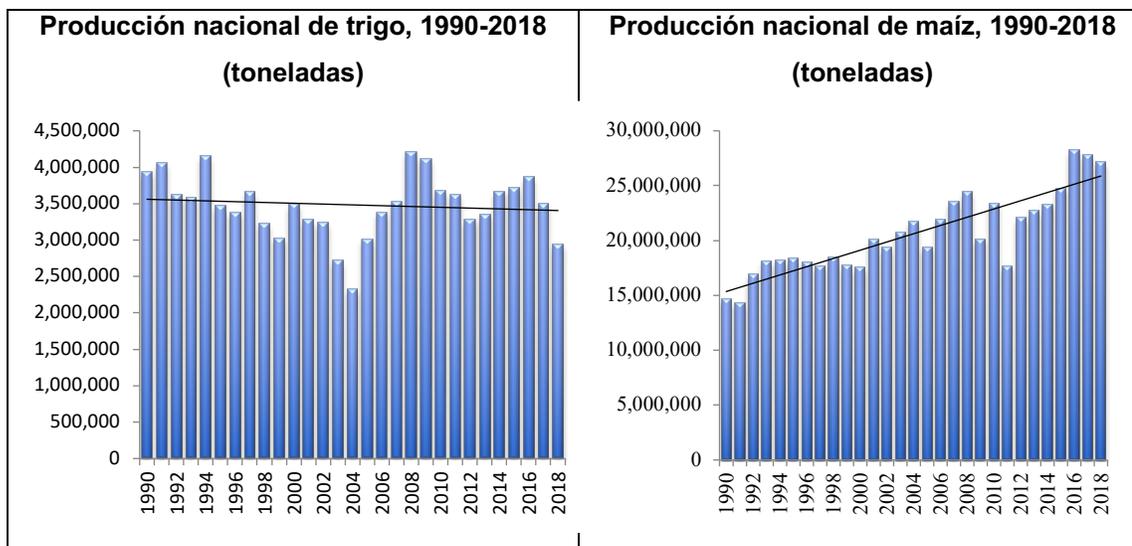


Figura 2-11. Producción nacional de los principales granos en México, 1990-2018

Fuente: elaboración propia con base en Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

2.7 La producción agrícola en Sinaloa frente al cambio climático

Actualmente, el cambio climático y sus efectos adversos en la producción de alimentos y la seguridad alimentaria, ha empezado a cobrar importancia alrededor del mundo. La creciente variabilidad de fenómenos climáticos está agregando un nuevo elemento a la dinámica alimentaria de los países. De entre estos fenómenos climáticos se destaca el aumento de temperaturas, la disminución de lluvias, así como sequías y heladas en regiones y temporadas atípicas, los cuales afectan de forma directa e indirecta la producción de alimentos. Derivado de lo anterior, es importante destacar que las actividades primarias son de las más dependientes al clima y que debido al propio sistema de producción actual, dichas actividades fomentan la intensificación de estos fenómenos y al mismo tiempo sufren las consecuencias.

En este sentido, se pretende desarrollar como objetivo principal el analizar las variables climáticas del Estado de Sinaloa y sus repercusiones en la producción de alimentos agrícolas, ya que el Estado es conocido como “el granero de México” debido a su importancia en la producción de cultivos alimentarios. La vocación productiva del Estado de Sinaloa se puede apreciar por el peso que representa el sector primario. En 2017 dicho sector representó el 10.98% del Producto Interno Bruto (PIB) total de Estado, mientras que el promedio nacional fue de solamente el 3.33% (Ver figura 2-12).

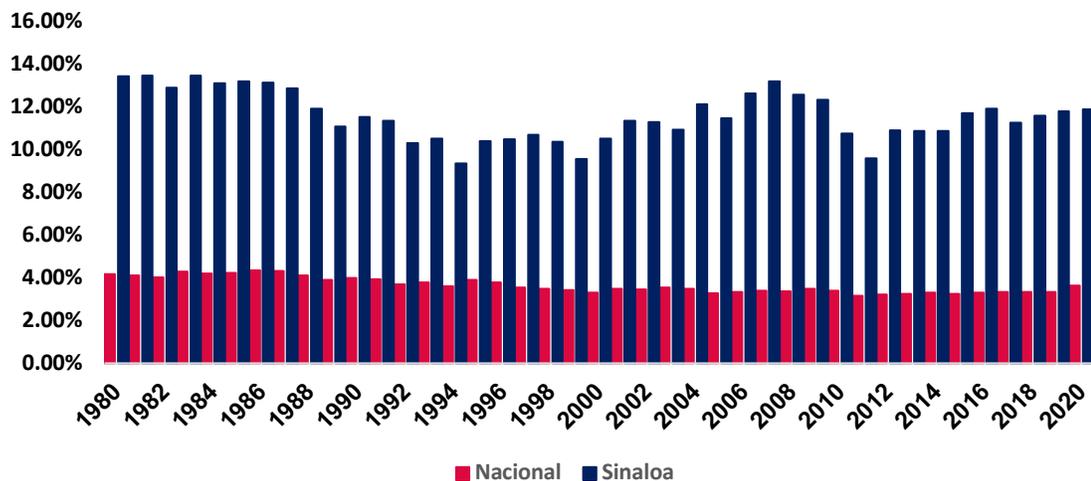


Figura 2-12. Participación del sector primario en la economía nacional y de Sinaloa, 1980-2020

Fuente: elaboración propia con base en el Sistema de Cuentas Nacionales de INEGI.

Nota: a precios constantes (2013=100).

Sin embargo, es necesario destacar que en las últimas 3 décadas el peso del sector ha disminuido como pilar de la economía sinaloense, resultado de algunas políticas públicas que priorizaron el desarrollo de otros sectores de la economía

(sobre todo del sector servicios). Aunado a esta pérdida de importancia en la economía, existen adversidades climáticas que han representado serios problemas al Estado, como las heladas atípicas de febrero del 2011, las cuales causaron una pérdida de aproximadamente 70% de las hectáreas sembradas de los cinco cultivos más importantes de Sinaloa (Ayala & Chapa, 2013). Si bien el gobierno intervino para resembrar miles de hectáreas y con ello reducir el impacto de dicho fenómeno, el daño ocasionado se tradujo en una caída del 10% del PIB primario para dicho año.

En consecuencia y teniendo en cuenta que la producción agrícola es una de las actividades humanas más dependientes del clima, la variabilidad climática ha generado nuevos retos a los ya existentes. En este sentido, Sinaloa es un caso complejo en su producción agrícola, debido a que dicha producción se encuentra concentrada en regiones donde las precipitaciones y el acceso al agua son limitados (Ver Figura 2-13).

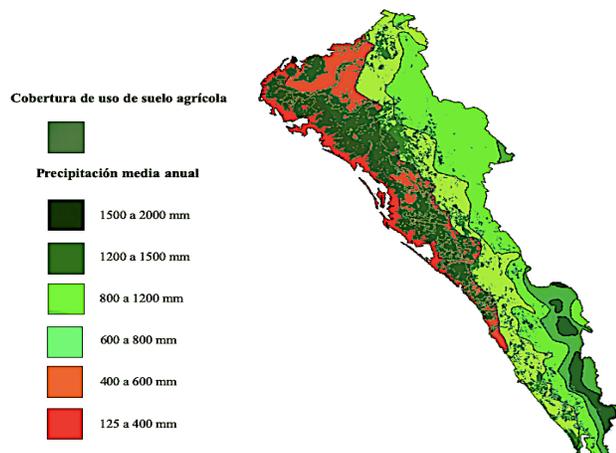


Figura 2-13. Precipitación media anual (mm) en Sinaloa y cobertura de uso del suelo agrícola, 2022

Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA y Carta del Suelo y Vegetación serie VI de INEGI.

Si bien en Sinaloa se cuenta con once presas que permiten la captación del vital líquido, esta infraestructura data de 1930, lo que ocasiona que en la actualidad la mayoría de éstas se encuentren deterioradas. En este sentido, algunos estudios señalan que el 57% del agua en los distritos de riego se malgasta debido al deterioro de la infraestructura hidráulica que existe, sumado a la sobreexplotación de los acuíferos en las zonas áridas y semiáridas (Sinaloa entre ellos) del país (Ríos-Flores, Torres-Moreno, Ruiz-Torres, Torres-Moreno, & Cantú-Brito, 2015). De tal manera que es imperante la necesidad de incrementar el uso eficiente del agua en regiones semiáridas como Sinaloa donde existe escasez de agua (Díaz et al., 2008; Cuadras et al., 2021).

LITERATURA CITADA

Ayala, E., & Chapa, J. (2013). Impacto económico de las heladas y del financiamiento de la resiembra en sinaloa. *Revista de Economía*, 30(81), 11–55.

Barkin, D. (1987). The End to Food Self-Sufficiency in Mexico. *Latin American Perspectives*, 271–297.

Borras, S. M., Franco, J. C., & Wang, C. (2013). The Challenge of Global Governance of Land Grabbing : Changing International Agricultural Context and Competing Political Views and Strategies. *Globalizations*, 10(1), 161–179.

Brierley, A. S., & Kingsford, M. J. (2009). Impacts of climate change on marine organisms and ecosystems. *Current Biology: CB*, 19(14), R602-14. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.05.046>

CEDEC. (2002). Globalización y Seguridad Alimentaria. *Gloobal*, 1–30.

Challinor, A. J., Ewert, F., Arnold, S., Simelton, E., & Fraser, E. (2009). Crops and climate change: progress, trends, and challenges in simulating impacts and informing adaptation. *Journal of Experimental Botany*, *60*(10), 2775–2789. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp062>

Chávez, H., & Macías, A. (2007). Vulnerabilidad alimentaria y política agroalimentaria en México. *Desacatos. Revista de ...*, 47–78.

Chen, X.-P., Cui, Z.-L., Vitousek, P. M., Cassman, K. G., Matson, P. a, Bai, J.-S., ... Zhang, F.-S. (2011). Integrated soil-crop system management for food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *108*(16), 6399–6404. <https://doi.org/10.1073/pnas.1101419108>

Cohen, M. J., & Garrett, J. L. (2010). The food price crisis and urban food (in)security. *Environment and Urbanization*, *22*(2), 467–482. <https://doi.org/10.1177/0956247810380375>

Constanza, M., Reyes, A., Loaiza, W., & Fajardo, M. (2012). Índice de sostenibilidad del recurso hídrico agrícola. *Revista Gestión y Ambiente*, (2), 47–58.

Cordell, D., & White, S. (2011). Peak Phosphorus: Clarifying the Key Issues of a Vigorous Debate about Long-Term Phosphorus Security. *Sustainability*, *3*(12), 2027–2049. <https://doi.org/10.3390/su3102027>

Cororaton, C., Inocencio, A., Siriban-manalang, A. B., & Tiongco, M. (2015). A Conceptual Framework for Estimating the Impact of Climatic Uncertainty and Shocks on Land Use , Food Production , and Poverty in the Philippines. *DLSU Business & Economics Review*, *2*, 13–31.

Cotula, L. (2012). The international political economy of the global land rush: A critical appraisal of trends, scale, geography and drivers. *Journal of Peasant*

Studies, 39(3–4), 649–680. <https://doi.org/10.1080/03066150.2012.674940>

Cuadras-Berrelleza, Aldo Alan, Peinado-Guevara, Víctor Manuel, Peinado-Guevara, Héctor José, López-López, José de Jesús, & Herrera-Barrientos, Jaime. (2021). Agricultura intensiva y calidad de suelos: retos para el desarrollo sustentable en Sinaloa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(8), 1401-1414. Epub 02 de mayo de 2022. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i8.2704>

DeFries, R., & Rosenzweig, C. (2010). Toward a whole-landscape approach for sustainable land use in the tropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(46), 19627–19632. <https://doi.org/10.1073/pnas.1011163107>

Desmarais, A. A. (2007). *La Vía Campesina: Globalization and the Power of the Peasant* (Danish Boo). Nueva Deli.

Drenkhan, F. (2016). En la sombra del cambio global: hacia una gestión integrada y adaptativa de recursos hídricos en los Andes del Perú. *Espacio y Desarrollo*, 28, 25–51.

Eakin, H., Bausch, J. C., & Sweeney, S. (2014). Agrarian Winners of Neoliberal Reform: The ‘Maize Boom’ of Sinaloa, Mexico. *Agrarian Change*, 26–51.

Fairhead, J., Leach, M., & Scoones, I. (2012). Green Grabbing: a new appropriation of nature? *Journal of Peasant Studies*, 39(2), 237–261. <https://doi.org/10.1080/03066150.2012.671770>

FAO. (2012). *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en Mexico 2012*. *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en Mexico 2012*. México, DF.

Funk, C. C., & Brown, M. E. (2009). Declining global per capita agricultural production and warming oceans threaten food security. *Food Security*, 1(3), 271–

289. <https://doi.org/10.1007/s12571-009-0026-y>

Gana, A. (2012). The Rural and Agricultural Roots of the Tunisian Revolution : When Food Security Matters. *International Journal of Sociology of Agriculture & Food*, 19(2), 201–213.

Ghosh, B. B. N. (2009). Globalization and Food Policy Dilemmas in Developing Countries: Contextualizing the Indian Scenario. *Journal of Third World Studies*, XXVI(2).

Girón, A. (2015). Zonas libres de comercio ¿Un camino para el desarrollo? *Problemas Del Desarrollo*, 180, 3–10.

Jackson, C., & Jaquez, J. (1982). *Handbook of Mexican American foods : recipes, nutritional analysis, diabetic exchanges, and common practices* (Intercultu). San Antonio, Texas.

Jackson, P. (2010). Food stories: consumption in an age of anxiety. *Cultural Geographies*, 17(2), 147–165. <https://doi.org/10.1177/1474474010363844>

James, P., & Scerri, A. (2012). Globalizing Consumption and the Deferral of a Politics of Consequence. *Globalizations*, 9(2), 225–240.

Kerr, R. B. (2012). Lessons from the old Green Revolution for the new : Social , environmental change in Africa. *Progress in Development Studies*, 3, 213–229.

Lambin, E. F., & Meyfroidt, P. (2011). Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(9), 3465–3472. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100480108>

Lawrence, G., & Mcmichael, P. (2012). The Question of Food Security. *International Journal of Sociology of Agriculture & Food*, 19(2), 135–142.

Lockie, S., Tennent, R., Benares, C., & Carpenter, D. (2012). Is Deagrarianization Inevitable? Subsistence, Food Security and Market Production in the Uplands of Negros Occidental, the Philippines. *International Journal of Sociology of Agriculture & Food*, 19(2), 214–228.

Mahomed, A., & Soni, P. (2013). African Land Tenure and Foreign Land Ownership: Threat or Opportunity? *International Journal of Economics and Business*, 3(2), 3–21.

Mahony, G. (2012). Foreign Acquisition of Agricultural Land and Food Security: A Cautionary Note on Public Policy. *Economic Papers: A Journal of Applied Economics and Policy*, 31(4), 501–507. <https://doi.org/10.1111/1759-3441.12007>

Maletta, H., & Maletta, E. (2012). Climate change, agriculture and food security in Latin America, 4, 359–361.

Matejowsky, T. (2009). Fast Food and Nutritional Perceptions in the Age of “Globesity:” Perspectives from Provincial Philippines. *Food and Foodways*, 29–49.

McCann, P., & Acs, Z. J. (2011). Globalization: Countries, Cities and Multinationals. *Regional Studies*, 45(1), 17–32.

McKeon, N. (2013). ‘ One Does Not Sell the Land Upon Which the People Walk ’: 1 Land Grabbing, Transnational Rural Social Movements, and Global Governance. *Globalizations*, 10(1), 105–122.

Molinar, F., Holechek, J. L., & Jaramillo, E. (2011). La producción mundial de alimentos, la economía y la alimentación en el futuro. In *La continuidad de la discusión sobre soberanía alimentaria y economía del sector agropecuario en México* (pp. 37–56).

Morvaridi, B. (2012). Capitalist Philanthropy and the New Green Revolution for Food Security. *International Journal of Sociology of Agriculture & Food*, 19(2), 243–256.

Nadal, A. (2000). El caso del maíz mexicano en el NAFTA: Variabilidad genética y liberalización comercial. *Biodiversidad*, 3–12.

Otero, G. (2008). *Food for the Few: Neoliberal Globalism and Biotechnology in Latin America* (University). Austin.

Peinado, V., Peinado, H., Campista, S., & Delgado, O. (2014). Análisis de la producción agrícola y gestión del agua en módulos de riego del distrito 063 de Sinaloa, México. *Estudios Sociales*, XXIII(46), 114–136.

Polimeni, J. M., I. Iorgulescu, R., & Balan, M. (2013). FOOD SAFETY , FOOD SECURITY AND ENVIRONMENTAL RISKS. *Internal Auditing & Risk Management*, 1(1), 53–69.

Popkin, B., Adair, L., & Ng, S. (2012). Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutrition Reviews*, 3–21.

Quintana, V. M. (2011). Crisis y soberanía alimentaria. In *La continuidad de la discusión sobre soberanía alimentaria y economía del sector agropecuario en México* (pp. 13–35). Ciudad Juárez: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Ratcliffe, C., McKernan, S.-M., & Zhang, S. (2011). How Much Does the Supplemental Nutrition Assistance Program Reduce Food Insecurity? *American Journal of Agricultural Economics*, 93(4), 1082–1098.

Ríos-Flores, J. L., Torres-Moreno, M., Ruiz-Torres, J., Torres-Moreno, M. A., & Cantú-Brito, J. E. (2015). Evaluación productiva, económica y social del agua de riego de durazno (*Prunus persica* L. Batsch) en Zacatecas (México). *Revista de*

Investigación y Difusión Científica Agropecuaria, 19(2), 97–109.

Rivera-ferre, M. G. (2012). Framing of Agri-food Research Affects the Analysis of Food Security : The Critical Role of the Social Sciences. *International Journal of Sociology of Agriculture & Food*, 19(2), 162–175.

Reyes Santiago, Ester, Bautista Mayorga, Fidel, & García Salazar, José Alberto. (2022). Análisis del Mercado de maíz en México desde una perspectiva de precios. *Acta universitaria*, 32, e3265. Epub 01 de agosto de 2022. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3265>

Robert, A. (2009). *Let Them Eat Junk: How Capitalism Create Hunger And Obesity* (Pluto Pres). New York.

Rosegrant, M., & Msangi, S. (2009). World agriculture in a dynamically changing environment: IFPRI's long-term outlook for food and agriculture. In *Looking Ahead in World Food and Agriculture Perspectives to 2050* (pp. 57–94). Roma.

Rosegrant, M. W., Tokgoz, S., & Bhandary, P. (2012). The New Normal? A Tighter Global Agricultural Supply and Demand Relation and Its Implications for Food Security. *American Journal of Agricultural Economics*, 95(2), 303–309.

Rudel, T. K., Schneider, L., Uriarte, M., li, B. L. T., Defries, R., Lawrence, D., ... Grau, R. (2009). Agricultural intensification and changes in cultivated areas , 1970 – 2005, 106(49), 20675–20680.

Schlosser. (2001). *Fast Food Nation: The Dark Side of the All-American Meal* (Harper Per). Nueva York.

Schneider, U. a., Havlík, P., Schmid, E., Valin, H., Mosnier, A., Obersteiner, M., ... Fritz, S. (2011). Impacts of population growth, economic development, and technical change on global food production and consumption. *Agricultural*

Systems, 104(2), 204–215. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2010.11.003>

Shiferaw, B., Prasanna, B. M., Hellin, J., & Bänziger, M. (2011). Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. *Food Security*, 3(3), 307–327. <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0140-5>

Simon, C., & Khanser, M. (2015). Trade Policy Implications on Food Security in Rice and Maize in Kenya and the Philippines. *DLSU Business & Economics Review*, 2, 45–64.

Sonnino, R., Faus, A. N. A. M., & Maggio, A. (2014). Sustainable Food Security : An Emerging Research and Policy Agenda. *International Journal of Sociology of Agriculture & Food*, 21(1), 173–188.

Sothearith, T., & Sovannarith, S. (2010). Impact of Hiked Prices of Food and Basic Commodities on Poverty in Cambodia : Empirical Evidences from CBMS Five Villages. *DLSU Business & Economics Review*, 2, 31–45.

Talukdar, D., & Lindsey, C. (2013). To Buy or Not to Buy : Consumers ' Demand Response Patterns for, 77(iVlarch), 124–138.

Téllez, A. (2012). Sector Agrario, 1–13.

Thorne-Lyman, A. L., Valpiani, N., Sun, K., Semba, R. D., Klotz, C. L., Kraemer, K., ... Bloem, M. W. (2010). Household dietary diversity and food expenditures are closely linked in rural Bangladesh, increasing the risk of malnutrition due to the financial crisis. *The Journal of Nutrition*, 140(1), 182S-8S. <https://doi.org/10.3945/jn.109.110809>

Thornton, P. K., Jones, P. G., Ericksen, P. J., & Challinor, A. J. (2011). Agriculture and food systems in sub-Saharan Africa in a 4°C+ world. *Philosophical*

Transactions. Series A, Mathematical, Physical, and Engineering Sciences, 369(1934), 117–136. <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0246>

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(50), 20260–20264. <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>

Trujillo, J. D. D., Schwentesius, R., Gómez, Á. M., & Maya, C. (2005). Las reformas de las políticas agrícolas de Estados Unidos, la Unión Europea y México. Deficiencias de la metodología de la OCDE para su medición.

Woertz, E. (2013). The Governance of Gulf Agro-Investments. *Globalizations*, 10(1), 87–104.

III Entre la sobreproducción y el hambre: importancia de los recursos hídricos en las tendencias y desafíos de la agricultura sinaloense

Carlos Bruno Fiscal*¹, Alma Alicia Gómez Gómez¹, Ramón Valdivia Alcalá¹, Juan Hernández Ortiz¹.

¹ división de Ciencias Económico-Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. *carlosbrunofiscal@hotmail.com

Resumen: Los procesos de reestructuración económica en México, derivaron en una liberación del mercado alimentario y en la generación de reformas agrarias, las cuales han hecho poco o nada para revertir las condiciones desiguales en las zonas productivas del país. Lo anterior, combinado con la presión demográfica y la competencia por la tierra, influyó el abandono de los medios de producción de la población rural, generando un nuevo panorama en donde las pequeñas explotaciones agrícolas tienden a desaparecer, dando paso a nuevos paisajes mixtos dominados por capitalistas agrícolas. Las consecuencias de esta creciente urbanización y migración rural-urbana han ocasionado que en regiones como Sinaloa aumenten los índices de seguridad alimentaria. En este sentido, el modelo agrícola que se viene impulsando a raíz de la apertura comercial, la privatización de la propiedad de la tierra y el desmantelamiento de los apoyos gubernamentales al sector agrícola ha derivado en un nuevo panorama agrícola que privilegia a los productos de exportación como hortalizas, legumbres, frutas y carnes. Lo cual reorganizó a su vez el uso de agua dulce destinado al riego debido al crecimiento inusitado de la superficie sembrada de pastos, forrajes, frutas y a la producción de nuevas hortalizas, resultando en que las demandas de agua en el Estado se encuentran en

continuo crecimiento, lo que está generando presiones sobre los recursos hídricos disponibles. En este sentido y frente a una situación de escases de agua en el Estado, explicada por el cambio climático, y por el uso intensivo de este líquido.

Palabras Clave: Producción Agrícola, Inseguridad Alimentaria, Sinaloa.

Abstract: The economic restructuring processes in Mexico led to the liberalization of the food market and the generation of agrarian reforms, which have done little or nothing to reverse the unequal conditions in the productive areas of the country. The foregoing, combined with demographic pressure and competition for land, influenced the abandonment of the means of production of the rural population, generating a new panorama where small farms tend to disappear, giving way to new mixed landscapes dominated by agricultural capitalists. The consequences of this growing urbanization and rural-urban migration have caused food security rates to increase in regions such as Sinaloa. In this sense, the agricultural model that has been promoted as a result of commercial liberalization, the privatization of land ownership and the dismantling of government support for the agricultural sector, has resulted in a new agricultural panorama that favors farm products. export as vegetables, legumes, fruits and meats. Which in turn reorganized the use of fresh water for irrigation due to the unusual growth of the area planted with pastures, forages, fruits and the production of new vegetables, resulting in the fact that the demands for water in the state are in continuous growth. , which is generating pressures on the available water resources. In this sense and facing a situation of water scarcity in the state, explained by climate change, and by the intensive use of this liquid.

Keywords: Agricultural Production, Food Insecurity, Sinaloa.

3.3 Introducción

Desde siempre el Estado de Sinaloa ha destacado; entre otras cosas, por su alta producción primaria, llegando a ser conocido como “el granero de México”, a pesar de constituir poco menos del 3% de la superficie territorial del país (SNIEG, 2022). Sin embargo, la dinámica económica neoliberal actual reorientó la producción del sector agrario privilegiando la agricultura de productos exportables y desarticulando la base productiva de los alimentos.

En 1986 México formó parte del Acuerdo General de Aranceles y Comercio (GATT) lo que inició el proceso de apertura comercial, sin embargo, es hasta 1994 con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) que se complicó la situación agraria del país, debido a la reducción sustancial de barreras arancelarias, sin una política eficiente de apoyo a los sectores primarios, lo que generó la precaria situación del sector primario en México, con su precipitada apertura comercial con países desarrollados como Estados Unidos y Canadá. Situación que no sólo originó problemáticas en el sector, sino que también dejó al descubierto la marcada asimetría entre dichos países (Girón, 2015).

Dentro de los procesos de apertura comercial, se dieron simultáneamente reformas estructurales en el sector, lo que ocasionó el cierre o privatización de la mayoría de las empresas paraestatales y organismos de apoyo del sector primario. En lo referente a la producción se destacan empresas como Fertilizantes de México y el Banco Nacional de Crédito Rural y por el lado de la comercialización, empresas como la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (Chávez & Macías, 2007). Por otro lado, se intentó disminuir los efectos de dichos cambios con el Programa de Apoyos Directos al Campo

(PROCAMPO), sin embargo, dicho programa hizo poco o nada por mitigar la situación de los productores mexicanos, lo que dio lugar a la creación de instrumentos complementarios alternativos como el de Apoyo a la Comercialización de ASERCA y el de Alianza para el Campo (Trujillo, Schwentesius, Gómez, & Maya, 2005).

Ante dicha situación, en los primeros diez años del TLCAN, el sector rural perdió casi dos millones de empleos. En 1993 el sector primario contaba con 8 millones 842 mil 274 trabajadores, mientras que para 2003 tan sólo se contaba con 6 millones 937 mil 881 personas ocupadas en el sector, traduciéndose en una tasa de decrecimiento anual del 2.4%. Además, el flujo migratorio del campo se aceleró de manera exponencial en dicho periodo (Quintana, 2011). Dicha situación se encuentra explicada por el aumento de participación de jornaleros agrícolas en la pobreza, de 1992 a 2002 aumentó su participación de 22.7% a 24% en pobreza moderada y del 8.5% a 9.3% en pobreza extrema.

3.4 Materiales y Métodos

Para el análisis estadístico de los datos, se empleó de manera inicial una normalización de variables seleccionadas con el fin de evitar la congregación de variables y la generación de fenómenos dependientes de la escala, así como ajustar la distribución de las propias variables ante la presencia de datos atípicos. Para dicha normalización se utilizó la técnica de reescalamiento (denominada de máximos y mínimos) para normalizar los indicadores simples, de la siguiente manera:

$$Vn(a) = \frac{x(a)_i - Min}{Max - Min}$$

Donde:

$Vn(a_i)$ = valor normalizado. $x(a_i)$ =

valor del indicador i.

Min= valor mínimo del indicador i.

Max= valor máximo del indicador i.

Adicionalmente se empleó un análisis exploratorio y un estricto control de calidad, con el fin de asegurar la idoneidad de los resultados estadísticos. Lo que generó una discriminación de variables, las cuales fueron Cocina Tradicional, Producción Artesanal, Agencias de Viaje, Comité Turístico Pueblo Mágico, Promoción Turística, Productos Turísticos, Oficinas de Información Turística, Programa de Apoyo a las Empresas, Inventario de Sitios Culturales, Inventario de Sitios Naturales, Acciones de Conservación al Patrimonio, Programa de Reordenamiento del Comercio Semifijo, Participación de Asociaciones Civiles Locales en la Conservación del Patrimonio Histórico, Programas para la Promoción de las Actividades Artísticas y Culturales, Colaboración entre Agentes Involucrados en el Sector Turístico, Monitoreo del Turismo y Generación de Empleo. Una vez discriminadas las variables se realizó análisis de componentes principales método R con el objetivo de reducir la dimensionalidad en el cual se encontraban el conjunto de variables restantes anteriormente explicadas. El método de componentes principales a partir del método R destaca por la utilización de una matriz de correlación el cual se expresa de la siguiente manera:

$$R = \begin{matrix} & 1 & r_{+3} & r_{+4} & \dots & r_{+p} \\ r_{+3} & 1 & r_{*3} & r_{*4} & \dots & r_{*p} \\ r_{3+} & r_{3*} & 1 & r_{34} & & r_{3p} \\ & & & \dots & & \end{matrix}$$

$$r_{p+} r_{p^*} r_{p3} r_{p4} \quad 1$$

En este sentido, cada componente principal explica una proporción de la variabilidad total y ésta se calcula mediante el cociente entre el valor propio y la traza de la matriz de correlación. Los cuales capturan los aspectos particulares de una realidad, misma que se desea evaluar para los criterios: recursos y atractores básicos; factores y recursos de soporte; política planificación y desarrollo del destino; gestión o dirección del destino y determinantes limitadores y amplificadores.

3.5 Resultados

La vocación productiva del Estado de Sinaloa se puede apreciar por el peso que representa el sector primario. En 2020 dicho sector representó el 11.92% del Producto Interno Bruto (PIB) total de Estado, mientras que el promedio nacional fue de solamente el 3.65% (Ver Figura 3-1).

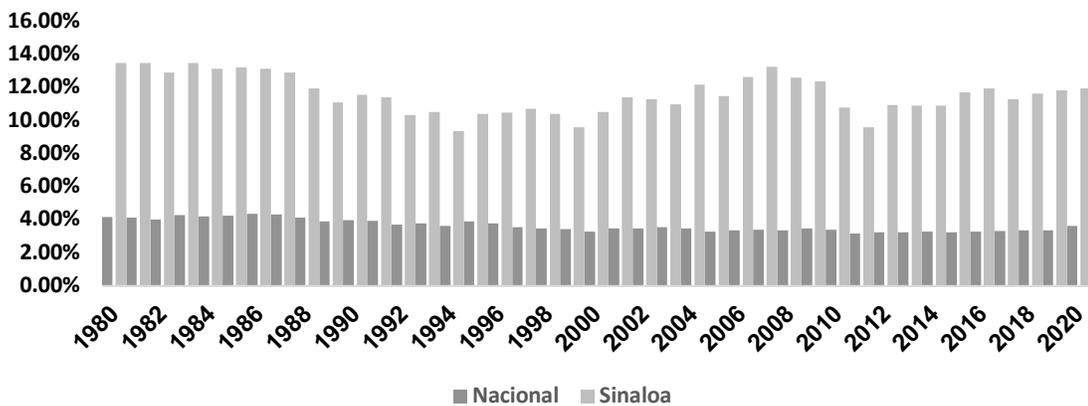


Figura 3-1. Porcentaje de participación del sector primario en la economía nacional y de Sinaloa, 1980-2020

Fuente: elaboración propia con base en el Sistema de Cuentas Nacionales de INEGI.

Nota: a precios constantes (2013=100).

Sin embargo, es necesario destacar que en las últimas 3 décadas el peso del sector ha tenido una dinámica errática como pilar de la economía sinaloense, resultado de algunas políticas públicas que priorizaron el desarrollo de otros sectores de la economía (sobre todo del sector servicios). Aunado a esta pérdida de importancia en la economía, existen adversidades climáticas que han representado serios problemas al Estado, como las heladas atípicas de febrero del 2011, las cuales causaron una pérdida de aproximadamente 70% de las hectáreas sembradas de los cinco cultivos más importantes de Sinaloa (Ayala, 2013). Si bien el gobierno intervino para resembrar miles de hectáreas y con ello reducir el impacto de dicho fenómeno, el daño ocasionado se tradujo en una caída del 10% del PIB primario para dicho año. Además de la contracción de la economía en general en 2009 derivado de la política pública en México.

Dentro de los problemas que presenta en sí, la escasez y pérdida de la calidad de agua en los medios de producción primaria, la reorganización productiva y la seguridad alimentaria, se suma el cambio climático y sus efectos perniciosos. Donde se observa que en los próximos años estas consecuencias dificultarán la producción agropecuaria en suelos que se han venido degradando hasta un punto que ya no ofrecen protección suficiente contra la sequía y el estrés por calor (Shiferaw, Prasanna, Hellin, & Bänziger, 2011). Dichos efectos acrecentarán si el agua no está disponible para compensar la disminución de las precipitaciones o para reducir los efectos de las altas temperaturas (Cordell & White, 2011).

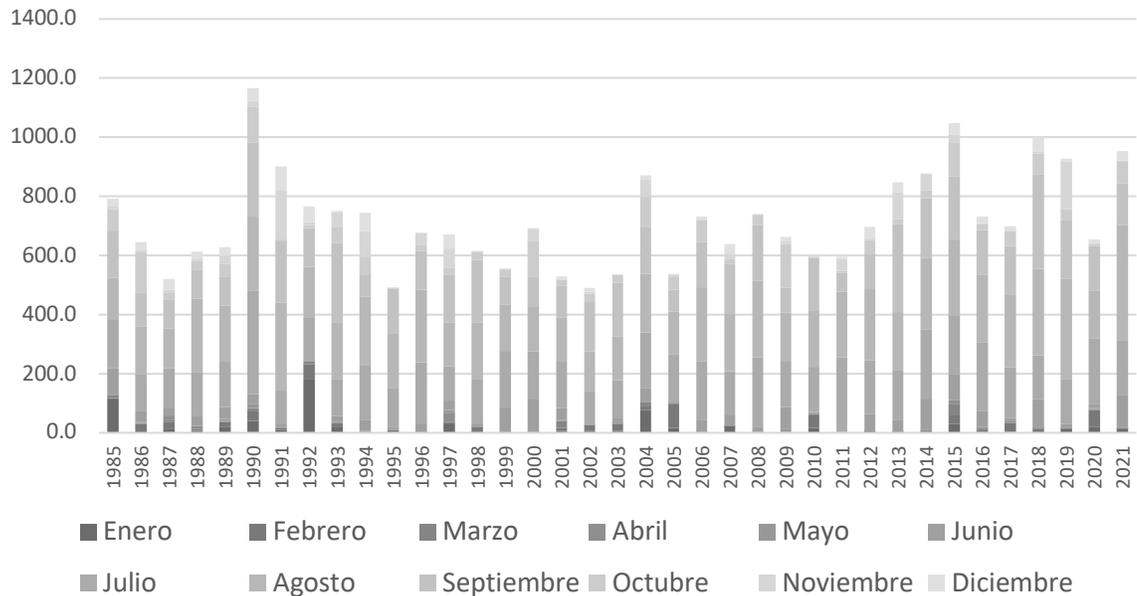


Figura 3-2. Precipitación promedio anual en Sinaloa, 1985-2021

Fuente: elaboración propia con base en la Comisión Nacional del Agua.

En la Figura 3-3, se puede apreciar la tendencia de comportamiento asociada con las variables de temperatura máxima, media y mínima, donde se destaca que la temperatura máxima es la que más ha aumentado en promedio, pasando de 27 grados en 1985 a poco más de 29 en 2021, mientras que la temperatura media y mínima han tenido incrementos de un grado centígrado. Además, las variables siguen dinámicas no similares en el patrón de variación (Ver Figura 3-3).

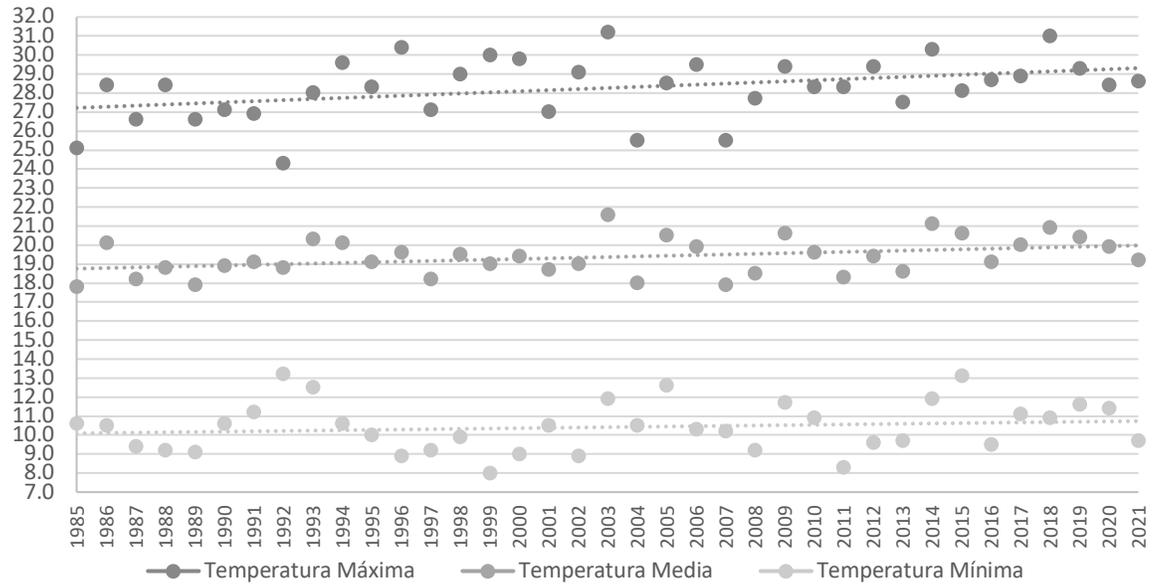


Figura 3-3. Temperatura promedio máxima, media y mínima en Sinaloa, 1985-2021

Fuente: elaboración propia con base en la Comisión Nacional del Agua.

Ante los cambios suscitados en el sector agropecuario, los niveles de carencia por acceso a la alimentación en Sinaloa han ido en aumento (a excepción de 2016 y 2020), llegando en 2014 al mayor número de persona en dicha condición: 878 mil 458 personas, lo que representó el 29.64% de la población en dicho año. Para la última medición que se tiene (2020), sumaban 671 mil 64 personas con carencia por acceso a la alimentación en el Estado, o lo que es lo mismo el 22.1% de la población en dicha condición (Ver Figura 3-4).

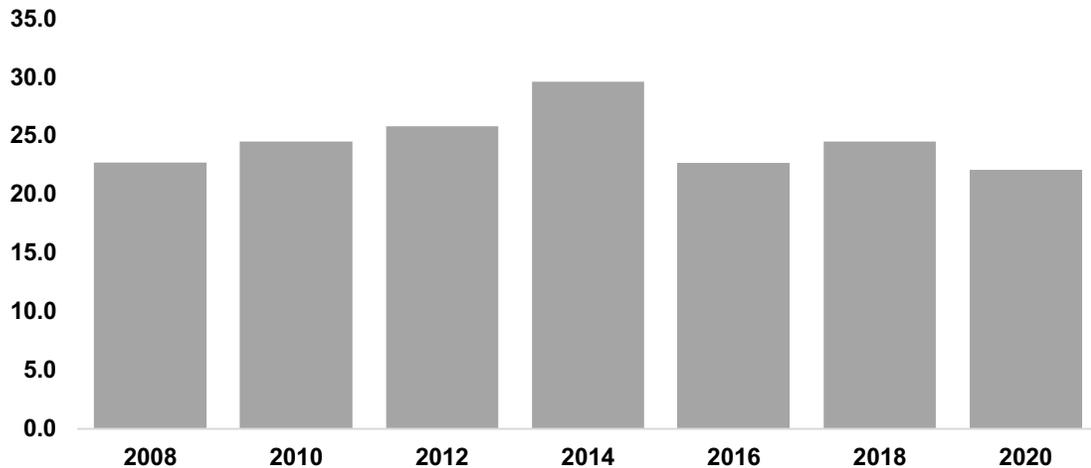


Figura 3-4. Porcentaje de población con carencia por acceso a la alimentación en Sinaloa,2008-2020

Fuente: elaboración propia con base en Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.

3.6 Conclusiones

El crecimiento de los productos básicos de la canasta alimentaria del país, si bien ha sido constante, y suficiente para cubrir todas las necesidades del mercado interno, aún falta mucho por hacer en el tema de la distribución de dichos alimentos, lo cual genera una crisis para satisfacer una parte de la demanda nacional, que se cubría con los excedentes de producción. Por tanto, es necesario una política focalizada a este sector que integre un desarrollo rural y regional, incorporando la política pública para mitigar las particularidades de un sector tan heterogéneo y complejo. Asimismo, instrumentar acciones más eficaces para asegurar la producción y los activos agropecuarios, que son factores fundamentales en el desarrollo del sector.

3.7 Referencias Bibliográficas

Ayala, E. (2013). Impacto económico de las heladas y del financiamiento de la resiembra en sinaloa. *Revista de Economía*, 30, 11–55.

Calva, J. L. (2008, May 15). Rescate agroalimentario. Retrieved from <http://www.eluniversal.com.mx/editoriales/40503.html>

Chávez, H., & Macías, A. (2007). Vulnerabilidad alimentaria y política agroalimentaria en México. *Desacatos. Revista de ...*, 47–78.

CONEVAL. (2012). Construcción de las líneas de bienestar: Metodología para la medición multidimensional de la pobreza.

Cordell, D., & White, S. (2011). Peak Phosphorus: Clarifying the Key Issues of a Vigorous Debate about Long-Term Phosphorus Security. *Sustainability*, 3(12), 2027–2049. <https://doi.org/10.3390/su3102027>

Días, T., Pérez, N., López, A., Partidas, L., & Suárez, Y. (2008). Manejo sostenible del agua en zonas semiáridas: evaluación de dos técnicas de riego y fertilización nitrogenada en Sinaloa, México. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(1), 53–56.

Gana, A. (2012). The Rural and Agricultural Roots of the Tunisian Revolution: When Food Security Matters. *International Journal of Sociology of Agriculture & Food*, 19(2), 201–213.

Girón, A. (2015). Zonas libres de comercio ¿Un camino para el desarrollo? *Problemas Del Desarrollo*, 180, 3–10.

Maya, C., & Peraza, F. de J. (2010). Cambio estructural y exportaciones hortícolas de México hacia los Estados Unidos: análisis del comportamiento histórico de los principales productos exportados por Sinaloa. *Estudios Sociales*, 19(17), 66–90.

Quintana, V. M. (2011). Crisis y soberanía alimentaria. In *La continuidad de la discusión sobre soberanía alimentaria y economía del sector agropecuario*

en México (pp. 13–35). Ciudad Juárez: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Ríos-Flores, J. L., Torres-Moreno, M., Ruiz-Torres, J., Torres-Moreno, M. A., & Cantú-Brito, J. E. (2015). Evaluación productiva, económica y social del agua de riego de durazno (*Prunus persica* L. Batsch) en Zacatecas (México). *Revista de Investigación y Difusión Científica Agropecuaria*, 19(2), 97–109.

Shiferaw, B., Prasanna, B. M., Hellin, J., & Bänziger, M. (2011). Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. *Food Security*, 3(3), 307–327. <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0140-5>

SNIEG. (2022, October 24). Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica.

Trujillo, J. D. D., Schwentesius, R., Gómez, Á. M., & Maya, C. (2005). Las reformas de las políticas agrícolas de Estados Unidos, la Unión Europea y México.

IV Análisis de la gestión hídrica del Distrito de Riego 111 Sinaloa, México

Analysis of the water management of the Irrigation District 111 of Sinaloa

Carlos Bruno Fiscal*¹, Alma Alicia Gómez Gómez¹, Ramón Valdivia Alcalá¹, Juan Hernández Ortiz¹. ¹División de Ciencias Económico-Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. *carlosbrunofiscal@hotmail.com

Resumen

Actualmente las demandas de agua en la producción agrícola se encuentran en continuo crecimiento, lo que está generando presiones sobre los recursos hídricos disponibles. En este sentido, Sinaloa no es la excepción, por lo que se realizó un análisis estadístico respecto a la productividad agrícola y las demandas de agua del Distrito de Riego 111 en 2021. Se calculó el Beneficio Neto de los principales cultivos del distrito en función de la lámina de riego y la calidad del agua, para con ello identificar los cultivos más rentables tomando en cuenta un uso eficiente de los recursos hídricos. El modelo mostró que el cultivo que maximiza los beneficios económicos y optimiza el uso del agua en el distrito es el del chile verde, seguido por el frijol y el mango, respectivamente. Además, se encontró que el tomate rojo y verde no son cultivos viables para producir en la zona. Con base en lo anterior se propone replantear la producción del distrito toda vez que, hay combinaciones de cultivos que mejoran los beneficios de la región.

Palabras clave: Beneficio Neto, Producción Agrícola, Recursos Hídricos, Optimización.

Abstract

Currently, the demands for water in agricultural production are constantly growing, which is generating pressure on available water resources. In this sense, Sinaloa is not the exception, so a statistical analysis was carried out regarding agricultural productivity and water demands of Irrigation District 111 in 2021. The Net Benefit of the main crops of the district was calculated based on the irrigation sheet and the quality of the water, in order to identify the most profitable crops taking into account an efficient use of water resources. The model showed that the crop that maximizes economic benefits and optimizes the use of water in the district is green chili, followed by beans and mango, respectively. In addition, it was found that red and green tomatoes are not viable crops to produce in the area. Based on the above, it is proposed to rethink the production of the district whenever there are combinations of crops that improve the benefits of the region.

Keywords: Net Profit, Agricultural Production, Water Resources, Optimization.

4.3 Introducción

La construcción de la infraestructura hidráulica en Sinaloa se inició en la década de 1930 (Norzagaray, García, Llanes, Troyo, & Muñoz, 2010). A partir de entonces, el Estado se fue convirtiendo en el pilar de la economía agrícola del país, resultado de sus obras hidráulicas

construidas desde entonces (once presas), distribuidas en 8 distritos de riego (CONAGUA, 2019). Igualmente, la región se vio favorecida por las cuantiosas inversiones federales enfocadas en aumentar los procesos mecanizados de producción primaria.

Sin embargo, dicha estructura actualmente se encuentra deteriorada. En este sentido, algunos estudios señalan que el 57% del agua en los distritos de riego se malgasta debido al deterioro de la infraestructura hidráulica que existe, sumado a la sobreexplotación de los acuíferos en las zonas áridas y semiáridas (Sinaloa entre ellos) del país (Ríos, Torres, Ruiz, Torres, & Cantú, 2015). De tal manera que es imperante la necesidad de incrementar el uso eficiente del agua en regiones semiáridas como Sinaloa donde existe escasez de agua (Díaz, Pérez, López, Partidas, & Suárez, 2008).

En este sentido, desde hace décadas, el Estado de Sinaloa ha destacado por su alta producción primaria, llegando a ser conocido como “el granero de México”. El modelo de producción agrícola que imperó por décadas estuvo basado en la producción de verduras y granos destinados tanto a la exportación como al mercado nacional. Sin embargo, el modelo agrícola que se viene impulsando a raíz de la apertura comercial, la privatización de la propiedad de la tierra y el desmantelamiento de los apoyos gubernamentales al sector agrícola, han derivado en un nuevo modelo agrícola que privilegia la producción de productos de exportación como hortalizas, legumbres, frutas y carnes (Maya & Peraza, 2010).

Este nuevo modelo reorganizó el uso de agua dulce destinado al riego debido al crecimiento inusitado de la superficie sembrada de pastos, forrajes, frutas y a la producción de nuevas hortalizas. Dichos cambios generaron un descuido del mercado interno y resultó en un duro golpe a los sistemas de producción de poca rentabilidad (Gana, 2012) provocando un desajuste productivo que se complicó con la llamada crisis de alimentos. Lo anterior empezó a manifestarse a finales de 2007 principios de 2008, la cual situó el tema de seguridad alimentaria en la agenda política internacional (Calva, 2008).

Dentro de los problemas que presenta en sí, la escasez y pérdida de la calidad de agua en los medios de producción primaria, la reorganización productiva y la seguridad alimentaria, se suma el cambio climático y sus efectos perniciosos. Donde se observa que en los próximos años estas consecuencias dificultarán la producción agropecuaria en suelos que se han venido degradando hasta un punto que ya no ofrecen protección suficiente contra la sequía y el estrés por calor (Shiferaw, Prasanna, Hellin, & Bänziger, 2011). Dichos efectos acrecentarán si el agua no está disponible para compensar la disminución de las precipitaciones o para reducir los efectos de las altas temperaturas (Cordell & White, 2011). En la misma temática, algunos autores señalan que la agricultura en sí, ya tiene importantes impactos ambientales a nivel mundial como son: el desmonte de tierras y la fragmentación de hábitats que amenazan la biodiversidad (Tilman, Balzer, Hill, & Befort, 2011).

Derivado de lo anterior, la presente investigación buscó determinar el beneficio neto para el Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio de Sinaloa en función de la lámina de riego y tipo de cultivo, para con ello identificar los cultivos más rentables tomando en cuenta un uso eficiente de los recursos hídricos, sin que ello signifique una disminución en los rendimientos netos de los productores.

Si bien, actualmente existen varios modelos para establecer los parámetros óptimos de los recursos hídricos en la agricultura, éstos presentan limitaciones en cuanto al análisis conjunto del uso hídrico de la agricultura y la sociedad, así como el manejo del agua según su calidad y procedencia. Algunos otros solo miden la eficiencia mediante la llamada productividad del agua, la cual mide la eficiencia únicamente mediante el análisis de aumentos en los rendimientos económicos al emplear menos agua. Dichos modelos se utilizan especialmente en aquellas zonas donde el agua escasea (Ríos-Flores et al., 2015). Dicho lo anterior, el actual modelo se basa en lo planteado por Peinado, Peinado, Campista, & Delgado (2014) donde se mide la gestión hídrica y la productividad, pero incorporando algunas restricciones que minimizan las limitaciones del manejo del agua según su calidad y procedencia, lo que asegura que no exista sobrestimación de los beneficios y una sobreexplotación de los recursos hídricos.

4.3.1 Área de Estudio

Sinaloa es el Estado con mayor superficie agrícola de riego de México, de ahí la importancia de la producción agrícola en el Estado. Hidrológicamente Sinaloa cuenta con 8 Distritos de Riego: Distrito 10,

Culiacán-Humaya; Distrito 63, Guasave; Distrito 74, Mocorito; Distrito 75, Río Fuerte; Distrito 76, Valle del Carrizo; Distrito 108, Elota Piaxtla; Distrito 109, Río San Lorenzo y Distrito 111, Baluarte-Presidio. El Distrito 111 abarca una superficie total de alrededor de 30 mil 840 hectáreas, las cuales están ubicadas en los municipios de Mazatlán, Concordia y El Rosario (Ver Figura 4-1).

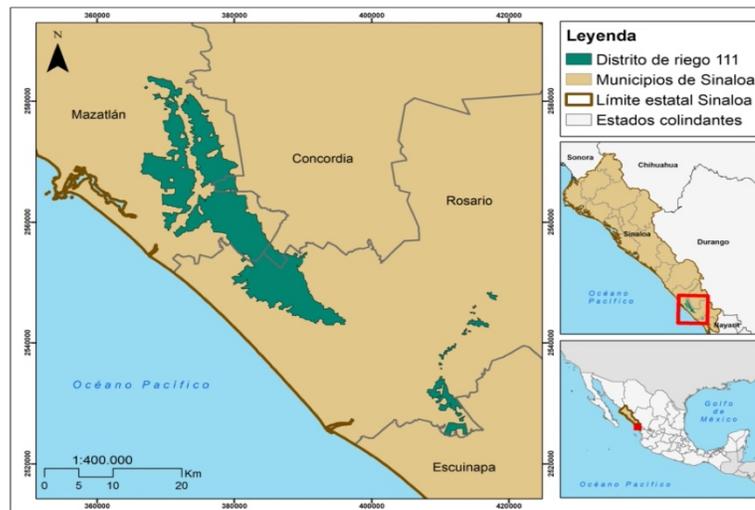


Figura 4-1. Ubicación geográfica del área de estudio.

Fuente: elaboración propia con base en Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola.

4.4 Materiales y métodos

Para la realización de la presente investigación se analizaron las programaciones hídricas en función de los cultivos sembrados en el Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio para el año 2020, donde además se realizó trabajo de campo, en el inicio, proceso y final del proyecto investigativo, todo ello para tener información precisa de los

productores del distrito, así como para obtener información de primera mano sobre el uso del agua y costos en cada uno de los cultivos.

El tratamiento de la información resultante se llevó a cabo con un modelo que se ajusta a las necesidades del presente artículo.

4.4.1 Modelo

$$BN_{it} = \sum (P_{it} Q_{it} - C_{it} ha^{-1}) S_{it}$$

Donde  Tecnología y Ciencias del Agua 

BN_{it} = Beneficio Neto del cultivo i en el año t

P_{it} = Precio Medio Rural del cultivo i en el año t

Q_{it} = Cantidad de Toneladas producidas por hectáreas del cultivo i en el año t

$C_{it} ha^{-1}$ = Costo por hectárea del cultivo i en el año t

S_{it} = Superficie Cosechada del cultivo i en el año t

Restricciones:

$$\sum_{i=1}^n S_{it} \leq SRD_j$$

$$VAD \leq CHD_j$$

$$C_{k,ent} = \frac{\sum X_k C_{k,sal}}{\sum X_k + f_l} \leq C_{k,ent}^{max}$$

SRD = Superficie Total Regable del Distrito j

VAD = Volumen Anual de agua Utilizada en el Distrito j (Hm^3)

CHD_j = Capacidad Hídrica del Distrito j

$\sum X_k$ = Caudal de agua para uso del cultivo k

$C_{k,ent}$ = Concentración de contaminantes a la entrada del uso del cultivo k, en mg/L

$C_{l,sal}$ = Concentración de contaminantes a la salida del uso del cultivo k, en mg/L

f_l = Caudal de agua residual de otras operaciones l, en m^3/h

$C_{k,ent}^{max}$ = índice máximo permitido de concentración de contaminantes a la entrada del uso del cultivo k en mg/L

Para la elaboración del índice máximo permitido se usaron los parámetros de la Cuadro 4-1:

Cuadro 4-1. Criterios de calidad del agua (niveles máximos en miligramos por litro)

Parámetro	Riego Agrícola
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	6
Demanda Química de Oxígeno	6
Nitratos	6
Nitrógeno Amoniacal	6
Oxígeno Disuelto	6
Sólidos Disueltos Totales	500
Sólidos Suspendidos Totales	50
Fosfatos	6

Fuente: elaboración propia con base en la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2022).

4.5 Resultados

Dentro de la producción agrícola del Distrito de Riego 111, se observa que el mango representa el 49.76% del total de la superficie sembrada, seguido del chile verde el cual es el que tiene el mayor valor económico del distrito. En este sentido, solamente cuatro cultivos (mango, chile verde, tomate rojo y gorgo) de los 13 del distrito representan el 89.51% del valor de la producción (Ver Tabla 4-2).

Tabla 4-2. Producción agrícola del Distrito de Riego 111 Baluarte-
Presidio, 2021

Cultivo	Superficie Sembrada (ha)	Valor Producción (miles de Pesos)
Chile verde	2,816	763,211
Mango	8,148	369,972
Tomate rojo (jitomate)	1,011	243,631
Tomate verde	962	107,746
Papaya	283	59,663
Maíz grano	845	35,609
Frijol	527	28,480
Sandía	150	24,225
Sorgo grano	1,043	12,324
Sorgo forrajero en verde	383	4,236
Elote	145	3,880
Limón	59	3,612
Nopalitos	1	22
TOTAL	16,373	1,656,611

Fuente: elaboración propia con base en el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

En la tabla 4-3 se observa que el chile verde es el cultivo que tiene mayor rendimiento por tonelada de todo el distrito, mientras que el frijol es el cultivo con menor rendimiento. En cuanto a los cultivos de tomate verde y rojo, se observa que son los que tienen mayores costos en la zona. Aunado a eso, se observa que el mango es el cultivo con mayor superficie sembrada del distrito.

Tabla 4-3. Variables de estudio del Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio, 2021

Cultivo	Precio Medio Rural (Pesos/ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	Costos de Producción (ha)	Superficie Cosechada (ha)
Mango	3,819	11.93	32,006	8,118
Chile verde	6,412	42.27	121,425	2,816
Maíz grano	4,353	9.68	38,080	845
Tomate verde	5,071	22.09	435,273	962
Tomate rojo	6,106	39.47	438,200	1,011
Frijol	23,990	2.25	28,435	527

Fuente: elaboración propia con base en el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera y trabajo de campo.

Por otro lado, se observa que el Distrito 111 contaba con 1,149 usuarios en 2021, los cuales en suma utilizaban un volumen de agua de 45 millones 571 mil 130 metros cúbicos de agua (Ver Tabla 4-4).

Tabla 4-4. Estadística hídrica del Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio, 2021

Concepto	Gravedad Derivación
	Total
Número de Usuarios	1,149
Superficie Regada (ha)	3,997.5
Volumen del Distrito (m^3)	45,571,130
Lámina Bruta	106.5

Fuente: elaboración propia con base en la Comisión Nacional del Agua, 2022.

Dentro de los resultados de Beneficio neto se observa que el cultivo con mayor beneficio es el del chile verde, toda vez que tiene un valor de 149 mil 610 pesos por hectárea, mientras que los cultivos con menor beneficio son el tomate rojo y el tomate verde, los cuales tienen valores negativos para el año de análisis. A pesar de que el chile verde tiene los mayores usos de agua en el distrito, su beneficio neto compensa relativamente dicho uso. El segundo cultivo con mayores beneficios es frijol, seguido del mango (Ver Tabla 4-5)

Tabla 4-5. Beneficio neto y volumen bruto de los principales cultivos del Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio

Cultivo	Beneficio Neto	Volumen de agua utilizada (m^3)	Beneficio Neto/Volumen de agua utilizada ($\\$ m^3$)
Mango	13,555	8,100	1.67
Chile verde	149,610	11,500	13.01
Maíz grano	4,057	9,300	0.44
Tomate verde	-323,255	4,400	-73.47
Tomate rojo	-197,196	9,100	-21.67
Frijol	25,543	5,600	4.56

Fuente: elaboración propia con base en la Comisión Nacional del Agua y cálculos propios.

En la tabla 6 se puede apreciar que el cultivo que mejor optimiza el beneficio económico y el uso hídrico es el del chile verde, toda vez que, sembrando 3 mil 963 hectáreas maximiza el uso del agua y los beneficios económicos. Además, en el caso hipotético de que no se pudiera sembrar chile verde, el cultivo que optimizaría los indicadores

sería el frijol con 8 mil 138 hectáreas, seguido del mango, y por último el maíz grano. Para ninguno de los casos el tomate rojo y verde son soluciones viables para el distrito 111.

Tabla 4-6. Número de hectáreas optimas según tipo de cultivo

Cultivo	Número de hectáreas Optimas
Chile verde	3,962.7
Frijol*	8,137.7
Mango*	5,626.1
Maíz Grano*	4,900.1

Nota: el número de hectáreas óptimas para el caso hipotético de que no existiera otro cultivo mejor.

Fuente: elaboración propia.

4.6 Discusión

En la actualidad la tecnología agrícola que impera en México quedará obsoleta en poco tiempo debido entre otras cosas a la disminución de agua para los cultivos, por tanto, es urgente formular e instrumentar nuevas formas de producción sustentable que asegure la producción de alimentos sin aumentar las presiones en los recursos (Turrent-Fernández, Cortés-Flores, Espinosa-Calderón, Turrent-Thompson, & Mejía-Andrade, 2016). En este sentido, se requiere optimizar los recursos disponibles en función de los cultivos y su requerimiento de agua en regiones donde ya existe una sobreexplotación de los recursos

hídricos por percolación de plaguicidas y otros tipos de desechos agrícolas (Inzunza, Villa, Catalán, López, & Sifuentes, 2018).

Debido a la gran producción del Estado y a su cada vez más variabilidad climática que causa eventos extremos como heladas, sequías o inundaciones, se han desarrollado una serie de investigaciones que buscan mejorar y optimizar la producción de Sinaloa, toda vez que dicha actividad es fundamental para la mayoría de las zonas rurales del Estado. Dentro de estas investigaciones se encuentra la de Sifuentes et al., (2016), quienes modelan el uso del agua en el cultivo de papa en el municipio del fuerte en el norte de Sinaloa, logrando eficiencias que van desde el 65% al 95%. Por otro lado, Ahumada-Cervantes, Velázquez-Angulo, & Ahumada-Cervantes (2018) analizaron la zona de Guasave y proponen medidas de adaptación a niveles de áreas geoestadísticas básicas en las zonas rurales, para con ello contrarrestar la vulnerabilidad del sector agrícola en la región. Asimismo, Peinado et al. (2014) desarrollaron un análisis completo del distrito 63 del Estado en el que encontraron que a diferencia del distrito 111, en el cual se hizo la presente investigación, el cultivo de maíz, garbanzo y frijol mostraron los mejores márgenes de ganancias en base a su consumo de agua.

4.7 Conclusión

Los impactos ambientales actuales han afectado enormemente a las zonas productivas del Estado de Sinaloa, en este sentido es necesario realizar una diferenciación por cada una de las regiones productoras del Estado, toda vez que cada una de ellas cuenta con diferentes aristas y

condiciones tanto sociales, ambientales y económicas, por ello la heterogeneidad de los resultados de los grupos productivos. Si bien ya existen diferentes esfuerzos por mejorar las condiciones de los productores sinaloenses, aún falta desarrollar estadísticas que permitan mejorar las políticas de producción y con ello aumentar los beneficios de las zonas productoras teniendo en cuenta las limitaciones ambientales específicas, así como las adaptaciones que han llevado cada uno de los grupos. En este sentido, la presente investigación propone una opción más viable en el distrito 111 del Estado, en donde el cultivo más rentable económica y sustentablemente es el chile verde, seguido del frijol y por último mango. Siendo el tomate verde y el tomate rojo cultivos inviables en la zona debido a sus requerimientos hídricos y su poco o nulo beneficio económico.

4.8 Referencias

- Ahumada-Cervantes, R., Velázquez-Angulo, G., & Ahumada-Cervantes, B. (2018). Adaptación del sector agrícola ante el cambio climático: propuesta de medidas a escala espacial fina en Guasave, Sinaloa, México. *Acta Universitaria*, 28(1), 46–56. <https://doi.org/10.15174/au.2018.1351>
- Calva, J. L. (2008, May 15). *Rescate agroalimentario*. Retrieved from <http://www.eluniversal.com.mx/editoriales/40503.html>
- CONAGUA. (2019). *Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego, Año Agrícola 2017-2018* (Vol. 1).

Cordell, D., & White, S. (2011). Peak Phosphorus: Clarifying the Key Issues of a Vigorous Debate about Long-Term Phosphorus Security. *Sustainability*, 3(12), 2027–2049. <https://doi.org/10.3390/su3102027>

Días, T., Pérez, N., López, A., Partidas, L., & Suárez, Y. (2008). Manejo sostenible del agua en zonas semiáridas: evaluación de dos técnicas de riego y fertilización nitrogenada en Sinaloa, México. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(1), 53–56.

Gana, A. (2012). The Rural and Agricultural Roots of the Tunisian Revolution: When Food Security Matters. *International Journal of Sociology of Agriculture & Food*, 19(2), 201–213.

Inzunza, M., Villa, M., Catalán, E., López, R., & Sifuentes, E. (2018). Rendimiento de grano de maíz en déficit hídrico en el suelo en dos etapas de crecimiento. *Rev. Fitotec. Mex.*, 41(3), 283–290. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.3.283-290>

Maya, C., & Peraza, F. de J. (2010). Cambio estructural y exportaciones hortícolas de México hacia los Estados Unidos: análisis del comportamiento histórico de los principales productos exportados por Sinaloa. *Estudios Sociales*, 19(17), 66–90.

Norzagaray, M., García, C., Llanes, O., Troyo, E., & Muñoz, P. (2010). Análisis de la producción agrícola extensiva en Sinaloa: alternativas para el uso sostenible del agua. *Ra Ximhai*, 6(1), 45–50. <https://doi.org/10.35197/rx.06.01.2010.06.mn>

Peinado, V., Peinado, H., Campista, S., & Delgado, O. (2014). Análisis de la producción agrícola y gestión del agua en módulos de riego del distrito 063 de Sinaloa, México. *Estudios Sociales*, XXIII(46), 114–136.

Ríos-Flores, J. L., Torres-Moreno, M., Ruiz-Torres, J., Torres-Moreno, M. A., & Cantú-Brito, J. E. (2015). Evaluación productiva, económica y social del agua de riego de durazno (*Prunus persica* L. Batsch) en Zacatecas (México). *Revista de Investigación y Difusión Científica Agropecuaria*, 19(2), 97–109.

Shiferaw, B., Prasanna, B. M., Hellin, J., & Bänziger, M. (2011). Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. *Food Security*, 3(3), 307–327. <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0140-5>

Sifuentes, E., Macías, J., Ojeda, W., González, V., Salinas, D., & Quintana, J. (2016). Gestión del riego enfocada a variabilidad climática en el cultivo de papa: aplicación al Distrito de Riego 075, Río Fuerte, Sinaloa, México. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 7(2), 149–168.

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(50), 20260–20264. <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>

Turrent-Fernández, A., Cortés-Flores, J., Espinosa-Calderón, A., Turrent-Thompson, C., & Mejía-Andrade, H. (2016). Cambio climático y algunas estrategias agrícolas para fortalecer la seguridad alimentaria

de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7, 1727–1739.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v7i7.165>

V Productividad del agua en el Distrito de Riego 111 Sinaloa, México

Water productivity in Irrigation District 111 Sinaloa, Mexico

Carlos Bruno Fiscal*¹, Alma Alicia Gómez Gómez¹, Ramón Valdivia Alcalá¹, Juan Hernández Ortiz¹. ¹División de Ciencias Económico-Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. *carlosbrunofiscal@hotmail.com

Resumen

Actualmente las demandas de agua en la producción agrícola se encuentran en continuo crecimiento, lo que está generando presiones sobre los recursos hídricos disponibles. En este sentido, Sinaloa no es la excepción, por lo que se realizó un análisis estadístico respecto a la productividad agrícola y las demandas de agua del Distrito de Riego 111 en 2020. Se calculó el Beneficio Neto de los principales cultivos del distrito en función de la lámina de riego y tipo de cultivo, para con ello identificar los cultivos más rentables tomando en cuenta un uso eficiente de los recursos hídricos. El modelo mostró que el cultivo que maximiza los beneficios económicos y optimiza el uso del agua en el distrito es el del Chile verde, seguido por el tomate rojo y el verde, respectivamente. Además, se encontró que el maíz no es un cultivo viable para producir en la zona. Con base en lo anterior se propone replantear la producción del distrito toda vez que, hay combinaciones de cultivos que mejoran los beneficios de la región.

Palabras clave: Beneficio Neto, Producción Agrícola, optimización.

Abstract

Currently, the demands for water in agricultural production are constantly growing, which is generating pressure on available water resources. In this sense, Sinaloa

is not the exception, so a statistical analysis was carried out regarding agricultural productivity and water demands of Irrigation District 111 in 2020. The Net Benefit of the main crops of the district was calculated based on the irrigation sheet and type of crop, in order to identify the most profitable crops taking into account an efficient use of water resources. The model showed that the crop that maximizes economic benefits and optimizes the use of water in the district is green Chile, followed by red and green tomatoes, respectively. In addition, it was found that corn is not a viable crop to produce in the area. Based on the above, it is proposed to rethink the production of the district whenever there are combinations of crops that improve the benefits of the region.

Keywords: Net Profit, Agricultural Production, optimization.

5.3 Introducción

La construcción de la infraestructura hidráulica en Sinaloa se inició en la década de 1930 (Norzagaray, García, Llanes, Troyo, & Muñoz, 2010). A partir de entonces, el Estado se fue convirtiendo en el pilar de la economía agrícola del país, resultado de sus obras hidráulicas construidas desde entonces, las cuales suman 11 presas y próximamente serán 12, éstas están distribuidas en 8 distritos de riego (CONAGUA, 2019). Igualmente, la región se vio favorecida por las cuantiosas inversiones federales enfocadas en aumentar los procesos mecanizados de producción primaria. Sin embargo, dicha estructura actualmente se encuentra deteriorada. En este sentido, algunos estudios señalan que el 57% del agua en los distritos de riego se malgasta debido al deterioro de la infraestructura hidráulica que existe, sumado a la sobreexplotación de los acuíferos en las zonas áridas y semiáridas (Sinaloa entre ellos) del país (Ríos, Torres, Ruiz, Torres, & Cantú, 2015). De tal manera que es imperante la necesidad de incrementar el uso eficiente del agua en regiones semiáridas como

Sinaloa donde existe escasez de agua (Díaz, Pérez, López, Partidas, & Suárez, 2008).

Dentro de los problemas que presenta en sí, la escasez y pérdida de la calidad de agua en los medios de producción primaria (la reorganización productiva y la seguridad alimentaria) se suma el cambio climático y sus efectos perniciosos. Donde se observa que en los próximos años estas consecuencias dificultarán la producción agropecuaria en suelos que se han venido degradando hasta un punto que ya no ofrecen protección suficiente contra la sequía y el estrés por calor (Shiferaw, Prasanna, Hellin, & Bänziger, 2011). Dichos efectos acrecentarán si el agua no está disponible para compensar la disminución de las precipitaciones o para reducir los efectos de las altas temperaturas (Cordell & White, 2011). En la misma temática, algunos autores señalan que la agricultura en sí, ya tiene importantes impactos ambientales a nivel mundial como son: el desmonte de tierras y la fragmentación de hábitats que amenazan la biodiversidad (Tilman, Balzer, Hill, & Befort, 2011).

En este sentido, desde hace décadas, el Estado de Sinaloa ha destacado por su alta producción primaria, llegando a ser conocido como “el granero de México”. El modelo de producción agrícola que imperó por décadas estuvo basado en la producción de verduras y granos destinados tanto a la exportación como al mercado nacional. Sin embargo, el modelo agrícola que se viene impulsando a raíz de la apertura comercial, la privatización de la propiedad de la tierra y el desmantelamiento de los apoyos gubernamentales al sector agrícola, han derivado en un nuevo modelo agrícola que privilegia la producción de productos de exportación como hortalizas, legumbres, frutas y carnes (Maya & Peraza, 2010).

Este nuevo modelo reorganizó el uso de agua dulce destinado al riego debido al crecimiento inusitado de la superficie sembrada de pastos, forrajes, frutas y a la producción de nuevas hortalizas. Dichos cambios generaron un descuido del mercado interno y resultó en un duro golpe a los sistemas de producción de poca rentabilidad (Gana, 2012) provocando un desajuste productivo que se complicó con la llamada crisis de alimentos. Lo anterior empezó a manifestarse a finales de 2007 principios de 2008, la cual situó el tema de seguridad alimentaria en la agenda política internacional (Calva, 2008).

Derivado de lo anterior, la presente investigación buscó determinar el beneficio neto para el Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio de Sinaloa en función de la lámina de riego y tipo de cultivo, para con ello identificar los cultivos más rentables tomando en cuenta un uso eficiente de los recursos hídricos, sin que ello signifique una disminución en los rendimientos netos de los productores.

5.3.1 Área de Estudio

Sinaloa es el Estado con mayor superficie agrícola de riego de México, de ahí la importancia de la producción agrícola en el Estado. Hidrológicamente Sinaloa cuenta con 8 Distritos de Riego: Distrito 10, Culiacán-Humaya; Distrito 63, Guasave; Distrito 74, Mocorito; Distrito 75, Río Fuerte; Distrito 76, Valle del Carrizo; Distrito 108, Elota Piaxtla; Distrito 109, Río San Lorenzo y Distrito 111, Baluarte-Presidio. Para el presente estudio se analizaron las programaciones hídricas en función de los cultivos sembrados en el Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio para el año 2020 el cual abarca una superficie total de alrededor de 30 mil 840 hectáreas y una superficie regable de 22 mil 500 hectáreas, las cuales están ubicadas en los municipios de Mazatlán, Concordia y El Rosario (Ver Figura 5-1).

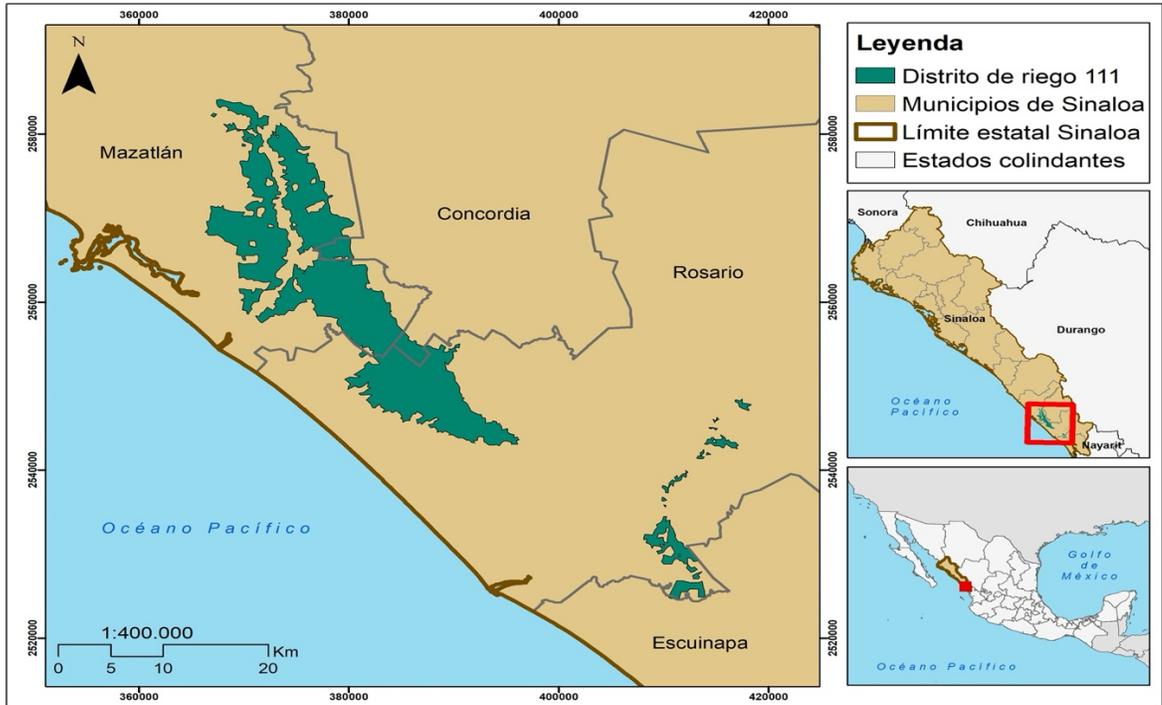


Figura 5-1. Ubicación geográfica del área de estudio

Fuente: elaboración propia con base en Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola 2022.

5.4 Materiales y métodos

Para la realización de la presente investigación se utilizó programación lineal mediante la siguiente función objetivo:

$$Max Z = \sum_{j=1}^n C_j X_j$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^m a_{ij}X_j \leq b_i \text{ para todo } i = 1,2,3, \dots, m \text{ y } j = 1,2,3, \dots, n \text{ y } X_j \geq 0$$

Donde:

C_j = márgenes brutos de la j-ésima actividad

X_j = j-ésimo cultivo del productor

a_j = cantidad del i-ésimo recurso necesario para producir una unidad de la j-ésima actividad

b_i = cantidad disponible del i-ésimo recurso.

En este sentido los cultivos analizados fueron calabacita italiana (*Cucurbita pepo*), chile anaheim (*Capsicum annuum 'Anaheim'*), chile jalapeño (*Capsicum annuum 'Jalapeño'*), chile serrano (*Capsicum annuum 'Serrano'*), frijol azufrado (*Phaseolus vulgaris 'Azufrado'*), frijol mayocoba (*Phaseolus vulgaris 'Mayocoba'*), maíz blanco (*Zea mays*), sandía (*Citrullus lanatus*), sorgo forrajero (*Sorghum bicolor L.*), sorgo grano (*Sorghum bicolor L. Moench*), tomate saladette (*Solanum lycopersicum 'Roma'*), tomate verde (*Physalis philadelphica*).

Los coeficientes técnicos se obtuvieron del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) donde además se realizó trabajo de campo, en el inicio, proceso y final del proyecto investigativo, todo ello para tener información precisa de los productores del distrito, así como para obtener información de primera mano sobre el uso del agua y costos en cada uno de los cultivos. Los precios netos se calcularon mediante la diferencia entre los costos de producción (sin incluir el costo del agua, la tierra y mano de obra) y el ingreso bruto. La función objetivo estuvo sujeta a las siguientes

restricciones: 1,149 jornales de mano de obra; 3,997.5 hectáreas regadas y 42, 571,130 m³ de agua de riego.

5.5 Resultados

En la **figura 5-2**, se puede apreciar la tendencia de comportamiento asociada con las variables de temperatura máxima, media y mínima, donde se destaca que la temperatura máxima es la que más ha aumentado en promedio, pasando de 27 grados en 1985 a poco más de 29 en 2021, mientras que la temperatura media y mínima han tenido incrementos de un grado centígrado. Además, las variables siguen dinámicas no similares en el patrón de variación.

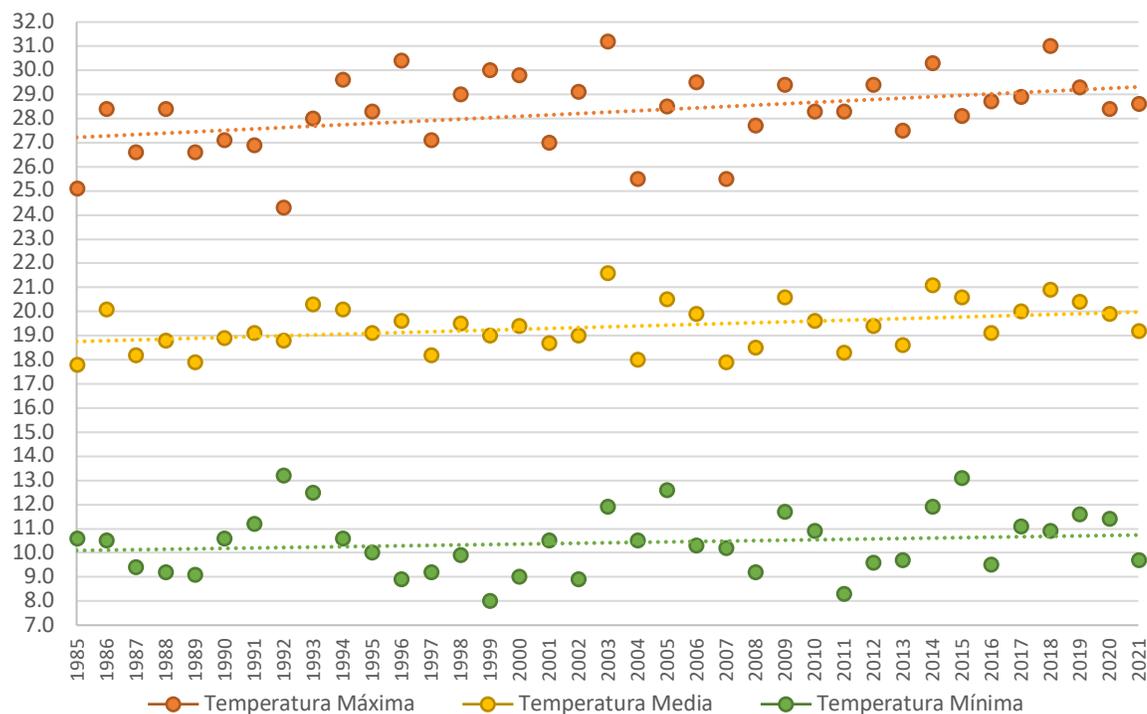


Figura 5-2. Tendencia de la temperatura promedio máxima, media y mínima en Sinaloa, 1985-2021

Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA 2022.

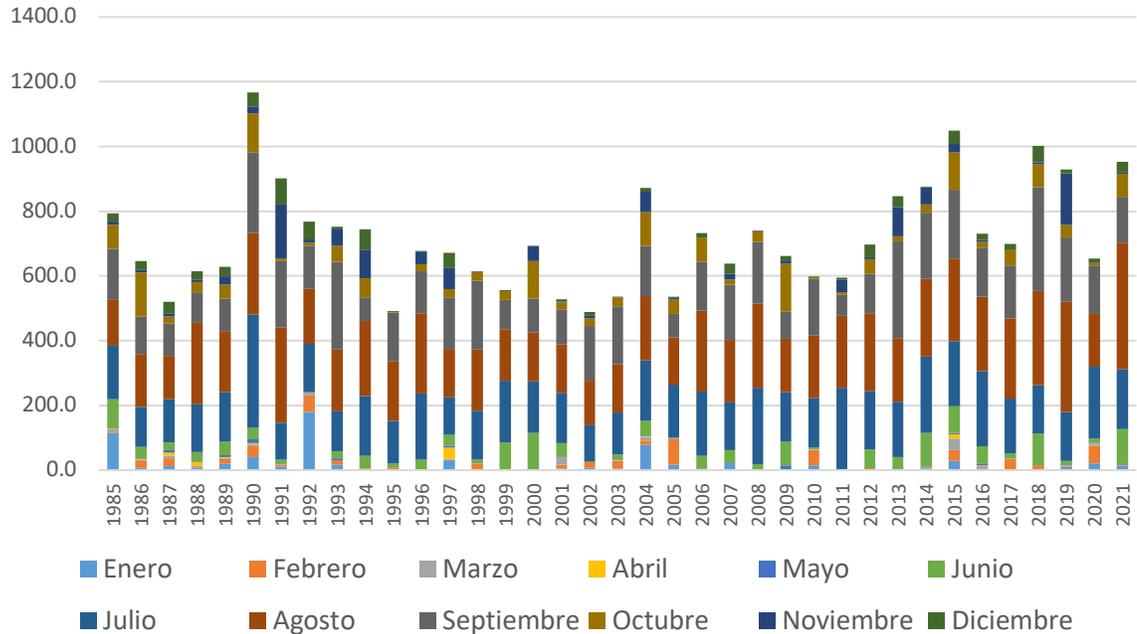


Figura 5-3. Precipitación mensual acumulada de Sinaloa, 1985-2021

Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA 2022.

Dentro de la producción agrícola del Distrito de Riego 111, se observa que el mango representa el 49.76% del total de la superficie sembrada, seguido del chile verde el cual es el que tiene el mayor valor económico del distrito. En este sentido, solamente cuatro cultivos (chile verde, mango, tomate rojo y tomate verde) de los 13 del distrito representan el 89.61% del valor de la producción (Ver Cuadro 5-1).

Cuadro 5-1. Producción agrícola del Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio, 2021

Cultivo	Superficie (ha)	Valor Producción (miles de Pesos)
---------	--------------------	--------------------------------------

	Sembrada	Cosechada	
Chile verde	2,816	2,816	763,211
Mango	8,148	8,118	369,972
Tomate rojo (jitomate)	1,011	1,011	243,631
Tomate verde	962	962	107,746
Papaya	283	283	59,663
Maíz grano	845	845	35,609
Frijol	527	527	28,480
Sandía	150	150	24,225
Sorgo grano	1,043	1,043	12,324
Sorgo forrajero en verde	383	383	4,236
Elote	145	145	3,880
Limón	59	59	3,612
Nopalitos	1	1	22
TOTAL	16,373	16,343	1,656,611

Fuente: elaboración propia con base en el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera 2022.

5.6 Discusión

En la actualidad la tecnología agrícola que impera en México quedará obsoleta en poco tiempo debido entre otras cosas a la disminución de agua para los cultivos, por tanto, es urgente formular e instrumentar nuevas formas de

producción sustentable que asegure la producción de alimentos sin aumentar las presiones en los recursos (Turrent-Fernández, Cortés-Flores, Espinosa-Calderón, Turrent-Thompson, & Mejía-Andrade, 2016). En este sentido, se requiere optimizar los recursos disponibles en función de los cultivos y su requerimiento de agua en regiones donde ya existe una sobreexplotación de los recursos hídricos por percolación de plaguicidas y otros tipos de desechos agrícolas (Inzunza, Villa, Catalán, López, & Sifuentes, 2018).

Debido a la gran producción del Estado y a su cada vez más variabilidad climática que causa eventos extremos como heladas, sequías o inundaciones, se han desarrollado una serie de investigaciones que buscan mejorar y optimizar la producción de Sinaloa, toda vez que dicha actividad es fundamental para la mayoría de las zonas rurales del Estado. Dentro de estas investigaciones se encuentra la de Sifuentes et al., (2016), quienes modelan el uso del agua en el cultivo de papa en el municipio del fuerte en el norte de Sinaloa, logrando eficiencias que van desde el 65% al 95%. Por otro lado, Ahumada-Cervantes, Velázquez-Angulo, & Ahumada-Cervantes (2018) analizaron la zona de Guasave y proponen medidas de adaptación a niveles de áreas geoestadísticas básicas en las zonas rurales, para con ello contrarrestar la vulnerabilidad del sector agrícola en la región. Asimismo, Peinado et al. (2014) desarrollaron un análisis completo del distrito 63 del Estado en el que encontraron que a diferencia del distrito 111, en el cual se hizo la presente investigación, el cultivo de maíz, garbanzo y frijol mostraron los mejores márgenes de ganancias en base a su consumo de agua.

Cuadro 5-2. Estructura de costos de producción (\$) por cultivo

Ciclo	Cultivo	Preparación Terreno	Siembra	Fertilización	Labores Culturales	Riegos	Control de Plagas, Malezas y Enfermedades	Cosecha, Selección y Empaque	Comercialización	Diversos	TOTAL
OI	TRS	20,265	75,100	92,921	26,280	40,770	41,725	158,290	0	22,107	477,458
OI	TV	19,318	37,328	79,038	23,480	18,313	32,104	153,750	95,940	9,800	469,071
OI	CVC	26,298	44,207	52,591	3,141	13,382	57,024	37,500	0	15,500	249,643
OI	CVHU	2,200	35,300	32,713	29,350	12,950	48,540	25,000	0	21,000	207,053
OI	CVHA	3,201	31,205	36,530	19,799	18,967	27,799	21,450	0	12,950	171,901
OI	CVA	24,517	40,170	23,442	3,512	10,181	1,696	20,000	0	25,800	149,318
OI	CVP	4,101	28,171	17,903	8,327	17,733	20,645	35,748	0	6,870	139,498
OI	CVDA	41,071	15,632	25,386	2,545	11,202	18,620	7,313	0	10,205	131,974
OI	CVJ	4,603	22,327	18,657	7,695	18,407	16,973	28,025	0	6,870	123,557
OI	CVS	2,308	6,840	15,935	8,352	12,584	4,761	16,463	0	12,800	80,043
OI	S	5,000	9,900	15,835	10,170	16,753	3,723	0	0	3,230	64,611
OI	MGB1	3,352	7,327	8,441	1,180	2,710	3,622	3,007	0	3,525	33,164
OI	FA	3,821	5,191	7,446	1,343	1,975	1,835	3,888	0	3,125	28,624
OI	SFV	3,900	2,560	4,510	900	2,770	1,630	11,518	0	400	28,188
OI	SG1	3,285	2,468	6,047	626	2,355	1,469	3,446	4,182	1,825	25,703
OI	FM	3,091	4,657	4,923	1,527	4,962	3,062	1,174	0	2,125	25,521
OI	E	1,043	5,334	4,100	2,610	2,600	1,272	4,570	0	2,050	23,579
PV	CI	28,135	29,465	22,060	1,750	4,887	1,393	76,479	43,890	33,275	241,334
PV	MGB2	3,918	7,186	6,995	1,232	2,660	2,008	1,564	1,575	3,270	30,408
PV	SG2	4,400	2,410	4,749	0	2,200	3,420	1,950	0	1,300	20,429

Nota: OI= Otoño-Invierno; PV= Primavera-Verano; TRS= Tomate Rojo Saladette; TV= Tomate Verde; CVC= Chile Verde Caloro; CVHU= Chile Verde Hungaro; CVHA= Chile Verde Habanero; CVA= Chile Verde Anaheim; CVP= Chile Verde Poblano; CVDA= Chile Verde De Árbol; CVJ= Chile Verde Jalapeño; CVS= Chile Verde Serrano; S= Sandía; MGB1= Maíz Grano Blanco 1; FA= Frijol Azufrado; SFV= Sorgo Forrajero en Verde; SG1= Sorgo Grano 1; FM= Frijol Mayocoba; E= Elote; CI= Calabacita Italiana; MGB2= Maíz Grano Blanco 2; SG2= Sorgo Grano 2.

Cuadro 5-3. Estadística hídrica del Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio, 2020

Concepto	Gravedad Derivación
	Total
Número de Usuarios	1,149
Superficie Regada (ha)	3,997.5
Volumen del Distrito (m^3)	42,571,130
Lámina Bruta	106.49

Fuente: elaboración propia con base en la Comisión Nacional del Agua.

5.7 Conclusión

Los impactos ambientales actuales han afectado enormemente a las zonas productivas del Estado de Sinaloa, por ello es necesario realizar una diferenciación por cada una de las regiones productoras del Estado, toda vez que cada una de ellas cuenta con diferentes aristas y condiciones tanto sociales, ambientales y económicas, por ello la heterogeneidad de los resultados de los grupos productivos. Si bien ya existen diferentes esfuerzos por mejorar las condiciones de los productores sinaloenses, aún falta desarrollar estadísticas que permitan mejorar las políticas de producción y con ello aumentar los beneficios de las zonas productoras teniendo en cuenta las limitaciones ambientales específicas, así como las adaptaciones que han llevado cada uno de los grupos. En este sentido, la presente investigación propone una opción más viable en el distrito 111 del Estado, en donde el cultivo más viable económica y sustentablemente es el chile verde, seguido del tomate rojo, el tomate verde, el mango y por último el frijol. Siendo el maíz un cultivo que no es viable para

producir en la zona debido a sus requerimientos hídricos y su poco o nulo beneficio económico.

5.8 Referencias

Ahumada-Cervantes, R., Velázquez-Angulo, G., & Ahumada-Cervantes, B. (2018). Adaptación del sector agrícola ante el cambio climático: propuesta de medidas a escala espacial fina en Guasave, Sinaloa, México. *Acta Universitaria*, 28(1), 46–56. <https://doi.org/10.15174/au.2018.1351>

Calva, J. L. (2008, May 15). *Rescate agroalimentario*. Retrieved from <http://www.eluniversal.com.mx/editoriales/40503.html>

CONAGUA. (2019). *Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego, Año Agrícola 2017-2018* (Vol. 1).

Cordell, D., & White, S. (2011). Peak Phosphorus: Clarifying the Key Issues of a Vigorous Debate about Long-Term Phosphorus Security. *Sustainability*, 3(12), 2027–2049. <https://doi.org/10.3390/su3102027>

Días, T., Pérez, N., López, A., Partidas, L., & Suárez, Y. (2008). Manejo sostenible del agua en zonas semiáridas: evaluación de dos técnicas de riego y fertilización nitrogenada en Sinaloa, México. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(1), 53–56.

Gana, A. (2012). The Rural and Agricultural Roots of the Tunisian Revolution : When Food Security Matters. *International Journal of Sociology of Agriculture & Food*, 19(2), 201–213.

Inzunza, M., Villa, M., Catalán, E., López, R., & Sifuentes, E. (2018). Rendimiento de grano de maíz en déficit hídrico en el suelo en dos etapas de crecimiento. *Rev. Fitotec. Mex.*, 41(3), 283–290.

Maya, C., & Peraza, F. de J. (2010). Cambio estructural y exportaciones hortícolas de México hacia los Estados Unidos: análisis del comportamiento histórico de los principales productos exportados por Sinaloa. *Estudios Sociales*, 19(17), 66–90.

Norzagaray, M., García, C., Llanes, O., Troyo, E., & Muñoz, P. (2010). Análisis de la producción agrícola extensiva en Sinaloa: alternativas para el uso sostenible del agua. *Ra Ximhai*, 6(1), 45–50.

Peinado, V., Peinado, H., Campista, S., & Delgado, O. (2014). Análisis de la producción agrícola y gestión del agua en módulos de riego del distrito 063 de Sinaloa, México. *Estudios Sociales*, XXIII(46), 114–136.

Ríos-Flores, J. L., Torres-Moreno, M., Ruiz-Torres, J., Torres-Moreno, M. A., & Cantú-Brito, J. E. (2015). Evaluación productiva, económica y social del agua de riego de durazno (*Prunus persica* L. Batsch) en Zacatecas (México). *Revista de Investigación y Difusión Científica Agropecuaria*, 19(2), 97–109.

Shiferaw, B., Prasanna, B. M., Hellin, J., & Bänziger, M. (2011). Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. *Food Security*, 3(3), 307–327. <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0140-5>

Sifuentes, E., Macías, J., Ojeda, W., González, V., Salinas, D., & Quintana, J. (2016). Gestión del riego enfocada a variabilidad climática en el cultivo de papa: aplicación al Distrito de Riego 075, Río Fuerte, Sinaloa, México. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 7(2), 149–168.

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(50), 20260–20264. <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>

Turrent-Fernández, A., Cortés-Flores, J., Espinosa-Calderón, A., Turrent-Thompson, C., & Mejía-Andrade, H. (2016). Cambio climático y algunas estrategias agrícolas para fortalecer la seguridad alimentaria de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7, 1727–1739.

6 CONCLUSIONES GENERALES

En el contexto actual se hace necesario el diseño de estrategias para que, en medida de lo posible, se pueda establecer toda superficie que comprenden los distritos de riego, considerando cultivos de baja demanda de agua, expectativas de mercado y la adaptabilidad climática de la región de los cultivos a establecer. En el caso de adoptar cultivos que no sean eficientes hídricamente, los productores deberán estar conscientes que habrá una disminución de la superficie a establecer. Por otro lado, es importante destacar la capacidad de la infraestructura hídrica de la zona, toda vez que, la mayoría se encuentra sobreexplotada. Si bien es cierto, desde un punto de vista socioeconómico la reducción en el uso del agua es bastante compleja.