



**Sexto**  
**Congreso Nacional de**  
**Riego, Drenaje y Biosistemas**  
COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



**Artículo: COMEII-21030**

*Hermosillo, Son., del 9 al 11 de junio de 2021*

## **IMPACTO DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS HIDROAGRÍCOLAS EN MÉXICO**

**Héctor Manuel Arias Rojo<sup>1</sup>; Roberto Fernando Salmón Castelo<sup>2</sup>; Martín Alberto Delgado Saldívar**

<sup>1</sup>Dirección de Sustentabilidad y Fortalecimiento. Comisión Nacional de las Zonas Áridas. Vito Alessio Robles 2565, Col. Nazario S. Ortiz Reyes. Saltillo, Coahuila, C.P. 25100, México  
[hector.arias@conaza.gob.mx](mailto:hector.arias@conaza.gob.mx). (844) 450 5200

<sup>2</sup>ROSAL Consultores. Nueva California 4104-2, Misión del Sol, Ciudad Juárez, Chihuahua, C.P. 325 43, México.

<sup>3</sup>Maestría en Administración. Universidad de Sonora. Reforma y Donaldo Colosio. Hermosillo, Sonora C.P. 83260

### **Resumen**

Las políticas públicas pueden resumirse como las acciones que llevan a cabo los gobiernos con la finalidad de resolver problemas de interés colectivo con base a programas estructurados y con apoyos financieros y/o económicos. El objetivo de este trabajo es analizar el impacto de las políticas de apoyo a la infraestructura hidroagrícola del país. El impacto se analizó al comparar primeramente la agricultura de temporal contra la agricultura de riego; enseguida se analizó cuál tipo de infraestructura de riego es más efectiva, para lo cual se compararon estadísticas anuales de unidades de riego (UR) contra los distritos de riego (DR). Asimismo, se compararon los dos objetivos de la infraestructura hidroagrícola: riego contra drenaje, para lo cual se usaron estadísticas agrícolas de unidades y distritos de riego contra los distritos de temporal tecnificado, basados en drenaje. Finalmente, considerando que tanto el drenaje como el riego mejoran las condiciones de producción de las unidades de producción, se buscó una relación con la condición socioeconómica del sector agropecuario con la presencia de estas obras.

El impacto de la infraestructura hidroagrícola se evaluó en función de tres indicadores sencillos de obtención de información estadística de producción agrícola disponible. Los indicadores fueron: siniestralidad, productividad y rentabilidad. El primero indica la susceptibilidad a variables ambientales relacionadas con la pérdida de cosecha; la productividad se midió con base al rendimiento nacional promedio; y la rentabilidad se

evaluó como valor de producción unitario, al dividir el valor de la producción nacional anual entre la superficie cosechada. Por otro lado, el impacto socioeconómico se analizó con base a una estratificación y mapeo de las unidades de producción rural a nivel nacional y su relación con las áreas con infraestructura.

Los resultados muestran que la agricultura de riego reduce la susceptibilidad de la agricultura de temporal en las pérdidas de cosechas en un 41.6%. También se encontró que la productividad de la agricultura de riego, 92.6 ton/ha, es 10 veces el rendimiento nacional promedio de la agricultura de temporal, 8.7 ton/ha. Asimismo, la agricultura de riego es 260 % más rentable que la agricultura de temporal. Enseguida, al comparar la infraestructura de riego, unidad o distrito de riego, los resultados muestran que la siniestralidad de las unidades de riego es más alta; sin embargo, la productividad y la rentabilidad de las unidades de riego son mayores que los distritos de riego. Por otro lado, al comparar la infraestructura de riego (UR y DR), contra drenaje, usando los distritos de temporal tecnificado (DTT), la siniestralidad sigue siendo mayor en las unidades de riego, intermedia en los DTTs y menor en los DRs. Asimismo, la productividad y rentabilidad siguió mayor en las UR, seguidas por los DR, y finalmente los DTTs. Esto implica que la infraestructura de drenaje tiene un impacto menor que la infraestructura de riego. Finalmente, se encontró que los municipios donde predomina el nivel empresarial en el sector agropecuario están relacionados con la presencia de infraestructura hidroagrícola; lo cual implica que la infraestructura hidroagrícola tiene un impacto socioeconómico.

**Palabras clave:** México, Políticas públicas, Infraestructura hidroagrícola, superficie agrícola.

### Abstract

Public policies can be explained as actions that governments take aimed at solving collective interest problems based on structured programs and with financial and/or economic support. The objective of this paper is to analyze the impacts of hydroagricultural infrastructure policies in Mexico. The impact was analyzed by comparing primarily irrigated versus non irrigated agriculture; next, what type of irrigation administrative units was more effective, irrigation districts versus irrigation units. Furthermore, irrigation versus drainage administrative units were compared using agricultural statistics of irrigation units and districts versus technified rainfed districts (drainage districts). Finally, a relationship was searched among agriculturalists' socioeconomic conditions and hydroagricultural infrastructure works.

The results show that irrigated agriculture reduces the losses to 41.6% compared to rainfed agriculture. Productivity in irrigation was 92.6 ton/ha, a little more than ten times the yield of rainfed agriculture, 8.7 ton/ha. Irrigation is 260% more profitable. When comparisons are made among the irrigation administrative units, irrigation units have more losses than irrigation districts; however, the productivity and profitability of irrigation units is higher than irrigation districts. Comparing irrigation and drainage infrastructure, the technified rainfed agriculture districts, or drainage districts, are in the middle in terms of agricultural losses, productivity and profitability. Finally, municipalities where agricultural production units are entrepreneurial are those that have hydroagricultural infrastructure,

especially irrigation networks; while those that have not infrastructure are basically self-subsistence familiar production units.

**Key words:** Mexico, Public policy, hydroagricultural infrastructure, agricultural area.

## Introducción

Las actividades agropecuarias son la base de la alimentación de las sociedades; por lo que, conocer la evolución y el impacto de las políticas agropecuarias es relevante para el bienestar de la nación. En la actualidad, los analistas muestran un déficit alimentario a nivel nacional y la necesidad de enfrentar el reto de la seguridad alimentaria. Algunos, van un poco más, en el marco de la nueva globalización, lo deseable es una soberanía alimentaria.

Asegurar la producción de alimentos, sobre todo a la población más vulnerable, es un reto que es del interés público y, como tal, se tienen que implementar políticas públicas que estén enfocadas a este objetivo: la seguridad alimentaria. Por otro lado, enfrentar este reto implica enfrentar las limitaciones de nuestro entorno físico, las cuales requieren inversiones en tecnología, lo cual requiere, a su vez, capital y conocimiento. Por lo que, cuando las limitaciones del entorno físico amenazan con la satisfacción de alimentos a la población, el desarrollo e implementación de una infraestructura que asegure la producción agrícola es clave en las prioridades políticas de un país.

Este documento tiene como objetivo analizar los impactos de las políticas agropecuarias, con énfasis en la infraestructura hidroagrícola y, sobre todo, cómo estas políticas de apoyo a la infraestructura hidroagrícola han influido en la producción nacional de alimentos con la finalidad de prospectar el futuro; es decir, ¿Qué podemos aprender del pasado para visualizar el futuro?

El documento hace un análisis desde que se establecieron políticas para apoyar la demanda de alimentos, especialmente con relación a las políticas agrícolas de infraestructura hidroagrícola, utilizando variables y parámetros de producción con base en información documental. Enseguida, se revisa el estado de la infraestructura hidroagrícola que permitiera prospectar futuras políticas. Finalmente, se hace un análisis del impacto socioeconómico de la infraestructura hidroagrícola a nivel nacional, comparando el estrato promedio municipal de las unidades económicas rurales (UER) entre municipios con y sin infraestructura de riego (distritos de riego) y drenaje (distritos de temporal tecnificado).

## Políticas Públicas y Producción Agrícola

Un problema público es aquel que afecta a un gran número de personas y que tiene amplios efectos, incluyendo consecuencias a personas que no están directamente relacionadas con el problema (Cobb, 1994 citado por Franco, 2012 p 130). Por ejemplo, se impulsaron políticas agrícolas para compensar la desigualdad de competencia entre agricultores mexicanos con productores de países con quienes tenemos arreglos comerciales, como Canadá y Estados Unidos. La productividad del agro mexicano se



encontraba por debajo de su potencial y fue una situación que requirió acciones de gobierno.

Una definición de políticas públicas son las "... acciones de gobierno con objetivos de interés público que surgen de decisiones sustentadas en un proceso de diagnóstico y análisis de factibilidad, para la atención efectiva de problemas públicos específicos, en donde participa la ciudadanía en la definición de problemas y soluciones" (Franco, 2012 p 88).

La hipótesis planteada es que, si los recursos gubernamentales son escasos, lo mejor es invertirlos en la opción que mejor resuelva el problema con los mejores resultados no sólo en la resolución del problema central, seguridad alimentaria, sino que, en forma eficiente, mejore la condición de los productores agrícolas y les permita continuar las actividades para el bienestar de la sociedad mexicana, a través de alimentos seguros y baratos.

Este trabajo propone que las políticas públicas en materia agrícola deben enfocarse en aumentar y/o restaurar la infraestructura hidroagrícola del país. El objetivo es pues, plantear las bases para una reordenación del gasto público en infraestructura hidroagrícola, si se quiere resolver el problema de seguridad, y/o soberanía, alimentaria. Este documento analiza las políticas públicas en la infraestructura hidroagrícola y su impacto a través de indicadores agrícolas usando indicadores de producción e indicadores de condición socioeconómica de los productores agropecuarios.

## Infraestructura Hidroagrícola

México es un país donde la mitad tiene un clima árido y semiárido, donde existe un déficit de humedad que no permite una buena producción agrícola. Asimismo, una cuarta parte tiene clima húmedo y subhúmedo donde los excesos de humedad tampoco permiten un buen desarrollo agrícola. Si a lo anterior agregamos que la parte con buen clima tiene una topografía irregular y suelos delgados, el potencial agrícola del país está condenado. La infraestructura hidroagrícola está enfocada en dos situaciones extremas: déficit y exceso de humedad. En el caso de déficit de humedad, si existe forma de captar, almacenar y distribuir agua a esas áreas, el rendimiento se potencializa con sistemas de riego. Si la región tiene excesos de humedad, la forma de potencializar los rendimientos es con redes de drenaje.

Arias y col. (2021, en proceso) hacen una descripción de la evolución de las políticas y la infraestructura hidroagrícola y su relación con elementos del clima, como la precipitación anual.

La infraestructura hidroagrícola en México está distribuida en "unidades administrativas" de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2018 p 108-112). Por un lado, en las zonas de déficit de humedad, el agua se suministra a los cultivos en dos tipos de unidades administrativas: **(i) distritos de riego (DR)**, donde se tienen grandes sistemas de almacenamiento y distribución de agua, que fluctúan desde miles hasta cientos de miles de hectáreas; y **(ii) unidades de riego (UR)**, áreas más pequeñas donde uno o varios productores se organizan para almacenar y/o distribuir agua, del orden de decenas hasta miles de hectáreas. Por otro lado, en las zonas de exceso de humedad, el exceso de humedad se extrae con redes de drenaje en áreas conocidas como distritos de drenaje, pero se les llama **(iii) distritos de temporal tecnificado (DTT)**. La línea entre la infraestructura de riego y drenaje es muy tenue porque existen distritos de riego con



extensas redes de drenaje no sólo para remover excesos de humedad, sino para reducir los niveles de salinidad en zonas áridas y semiáridas. Asimismo, los distritos de temporal tecnificado en zonas húmedas también pueden tener redes de riego para completar las necesidades de riego en épocas secas. Lo que es importante es que los objetivos principales de la infraestructura hidroagrícola son complementar el riego o drenar los excesos de agua.

**Cuadro 1.** Características de las Unidades Administrativas con Infraestructura Hidroagrícola de la Comisión Nacional del Agua

UNIDADES ADMINISTRATIVAS	NÚMERO	USUARIOS	OCUPACIÓN (ha/productor)	AREA (ha)	
				CONCESIONADA	CON RED DE DRENAJE
Distritos de Riego (DR)	86	462,586	5.52	2,554,725	1,490,709
Unidades de Riego (UR)	39492	901,963	3.28	2,956,420	Sin datos
Distritos de Drenaje (DTT)	23	125,300	22.56	2,826,700	1,885,189
<b>TOTAL</b>	<b>39,601</b>	<b>1,489,849</b>	<b>31.36</b>	<b>8,337,845</b>	<b>3,375,898</b>

Fuente: Modificada de CONAGUA (2018 pp 107-110) y Arias y Salmón (2018 p 44)

Es importante recalcar que la agricultura nació hace aproximadamente 9,000 años con la domesticación del maíz (Hirt, 2019 p2) y que la infraestructura hidroagrícola ha estado presente desde la época prehispánica. Arias y col. (2021, en proceso) describen 10 épocas en materia de políticas asociadas con la infraestructura hidroagrícola, cuyos resultados se resumen en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Resumen de infraestructura hidroagrícola en México en distintas épocas

ÉPOCA	PERÍODO	DURACIÓN (años)	DRENAJE		RIEGO		PRESAS		TASA DE CRECIMIENTO	
			SUPERFICIE (ha)	TASA DE CRECIMIENTO (ha/a)	SUPERFICIE (ha)	TASA DE CRECIMIENTO (ha/a)	NÚMERO	CAPACIDAD (hm <sup>3</sup> /a)	(Presas/a)	CAPACIDAD (hm <sup>3</sup> /a)
PREHISPÁNICA	¿7000AC?-15	SD	0		38,200		SD	SD	SD	SD
COLONIAL	1522-1823	302	0	0	26,385	87.4	11	265.1	0.1	3.0
INDEPENDIENTE	1824-1876	53	0	0	2,690	50.8	9	26.9	0.2	0.5
PORFIRIANA	1877-1911	35	0	0	67,500	1,928.6	50	6,697.9	0.0	3.5
REVOLUCIÓN	1912-1925	14	0	0	264,345	18,881.8	36	3,265.7	0.0	0.2
COMISIÓN NAL. DE IRRIGACIÓN	1926-1946	21	0	0	383,154	18,245.4	73	1,992.3	0.0	0.1
SRÍA. DE REC. HIDRÁULICOS	1947-1976	30	1,490,709	49,690	2,492,152	83,071.7	739	93,130.2	0.0	1.1
LEY FEDERAL DE AGUAS	1977-1991	15	2,101,920	140,128	1,757,165	117,144.3	3,582	44,621.9	0.0	0.4
LEY DE AGUAS NACIONALES	1992-2003	12	358,769	29,897	476,854	39,737.8	0	0.0	0.0	0.0
DEMOCRACIA	2004-2018	15	0	0	2,700	180.0	0	0.0	0.0	0.0
<b>TOTAL</b>			<b>3,951,398</b>		<b>5,511,145</b>		<b>4,500</b>	<b>150,000.0</b>		

Fuente: Resumen de Arias y col. (2021, en proceso)

El Cuadro 2 muestra que las épocas donde se apoyó la infraestructura hidroagrícola con políticas públicas en el país fueron entre 1877, iniciando en la época porfiriana; es decir, el período de Días fue el primero en invertir recursos fiscales en infraestructura y poniendo un marco legal e institucional. En 1926, con la creación de la Comisión Nacional



de Irrigación (CNI) se iniciaron los grandes proyectos de irrigación con recursos públicos que, aun cuando se iniciaron por empresas extranjeras, en los siguientes años fueron empresas nacionales. A partir de la conformación de la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), entre 1947 y 1976, el incremento en obras de almacenamiento para riego y la construcción de canales y sistemas de drenes se reflejó en incrementos en superficie tanto de riego como drenaje. El drenaje se hizo inicialmente en distritos de riego con problemas de salinidad y posteriormente en los distritos de temporal tecnificado ubicados en el trópico húmedo. Prácticamente para 2004 la infraestructura hidroagrícola de riego se dio por terminada.

A su vez, hubo dos períodos con políticas agrícolas que influyeron en la agricultura de riego: por un lado, los trabajos de Oficina de Proyectos Especiales de la Secretaría de Agricultura y Fomento entre 1943 y 1965, período que se llamó la **revolución verde**, donde se integraron proyectos de genética con trabajos de riego y drenaje en el DR-041 Río Yaqui, Sonora, cuyos resultados se extrapolaron a otras partes del mundo (Jiménez, 1999 pp 972-973); y por otro lado, los programas de Procampo, 1993, y Alianza para el Campo, 1996, que permitieron la tecnificación y modernización de la agricultura para elevar el nivel de competencia de los productores mexicanos ante el comercio mundial (FAO, 2003).

Para evaluar los impactos de la infraestructura hidroagrícola en el país, se usaron indicadores basados en variables de producción (superficie sembrada, superficie cosechada, producción total y valor de la producción con base anual). Los indicadores son: siniestralidad, un medidor de la susceptibilidad de los cultivos a efectos ambientales; productividad, basado en el rendimiento del cultivo; y la rentabilidad, cuantificado como el valor de producción unitaria.

La siniestralidad se calculó como la diferencia entre superficie sembrada y cosechada, expresada en porcentaje (%); la productividad se calculó al dividir la producción total entre la superficie cosechada (ton/ha); y la rentabilidad, fue medido como el valor de producción entre la superficie cosechada (\$/ha).

## Condición Socioeconómica Del Sector Agropecuario

Por mucho tiempo fue difícil hacer una caracterización del sector agropecuario, pero, desde finales de los 1990s, Jacinta Palerm Viqueira y Tomás Martínez Saldaña, investigadores del Colegio de Postgraduados, analizaron información generada de los censos agropecuarios de 1991 (INEGI y COLPOS, 1998 p ix), generando la primera clasificación de los productores rurales por el destino de la producción agropecuaria, como (i) autoconsumo, y (ii) con ventas. Asimismo, se definió que la base del análisis, y la caracterización, eran las unidades de producción rural. En un universo de 3'118,674 unidades de producción rural; el 75,7% eran de autoconsumo y sólo el restante 24.3% tenía un ingreso (INEGI y COLPOS, 1998 p 7).

En el 2012, un equipo de la FAO, dirigido por Alfredo González Camberos, hizo una estratificación y caracterización más precisa de los productores rurales con base al Censo Agropecuario del año 2006 (FAO y SAGARPA, 2014 p 18), donde las unidades de producción rural, denominadas Unidades Económicas Rurales, o UERs, se definieron en seis estratos: E1, familiar de subsistencia sin vinculación al mercado; E2, familiar de subsistencia con vinculación al mercado; E3, transicional; E4, empresarial con

rentabilidad baja; E5, empresarial pujante; y E6 empresarial dinámico, como se muestra en el Cuadro 3.

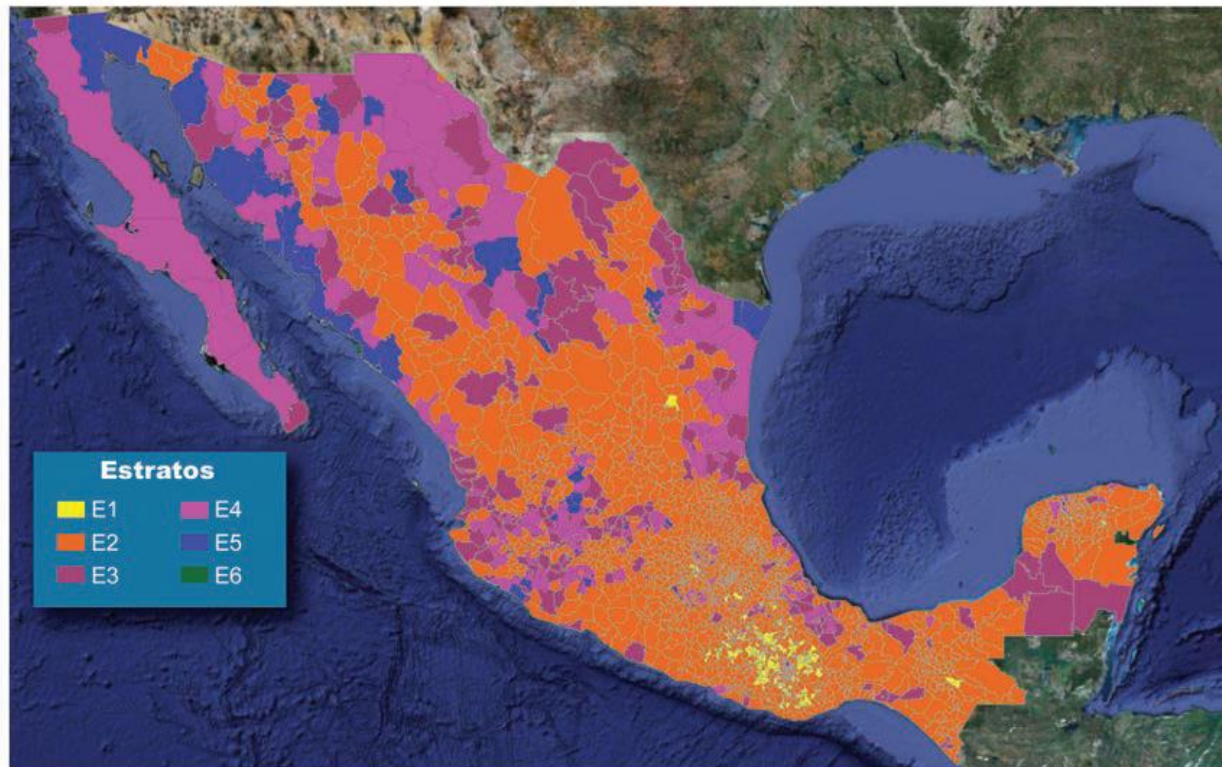
Es importante resaltar que 15 años desde el primer estudio sobre este tema y, a pesar de que el número de unidades de producción aumentó a 5'325,223, más de dos millones de las censadas en 1991, la proporción entre unidades de subsistencia y empresariales se mantiene casi intacta pues pasaron de 75.7% al 73.0%; es decir, la situación de los productores del campo es deplorable.

**Cuadro 3.** Descripción de las Unidades Económicas Rurales

CLASE	DEFINICIÓN	Unidad Económica Rural (UER)	% de UER por clase	Ingreso familiar (\$/a)		
				Promedio	Mínimo	Máximo
E1	Familiar de subsistencia sin vinculación al mercado	1,192,029	22.4%			
E2	Familiar de subsistencia con vinculación al mercado	2,696,735	50.6%	\$17,205.00	\$16.00	\$55,200.00
E3	Transicional	442,370	8.3%	\$73,931.00	\$55,210.00	\$97,600.00
E4	Empresarial con rentabilidad baja	528,355	9.9%	\$151,958.00	\$97,700.00	\$228,858.00
E5	Empresarial pujante	448,101	8.4%	\$562,433.00	\$229,175.00	\$2,322,902.00
E6	Empresarial dinámico	17,633	0.3%	\$11,700,000.00	\$2,335,900.00	\$77,400,000.00
TOTAL		<b>5,325,223</b>	<b>100.0%</b>			

Fuente: (FAO y SAGARPA, 2014 p 18)

Los investigadores generaron un mapa donde se visualiza la distribución predominante de estos estratos en los municipios (Figura 1). En esa época existían 2,455 municipios en el país.



**Figura 1.** Distribución geográfica de los Estratos de las Unidades Económicas Rurales en el territorio nacional con base en la predominancia municipal.  
Fuente: Tomada de FAO y SAGARPA (2014 p 19) como datos de Línea de Base de los programas de SAGARPA.

La distribución geográfica de los estratos de las Unidades Económicas Rurales es un indicador de la condición socioeconómica del sector agropecuario y da una buena imagen de la distribución geográfica de la condición económica del sector agropecuario a nivel nacional.

### Metodología

Se hicieron cuatro tipos de análisis de impacto de la infraestructura hidroagrícola:

- Comparación entre agricultura de riego y temporal;
- Comparación entre los distritos y unidades de riego de la CONAGUA;
- Comparación entre las tres unidades administrativas de la CONAGUA; y
- Relación entre el estrato dominante en los municipios y la infraestructura hidroagrícola.

Las comparaciones se hicieron con base a tres indicadores: (i) siniestralidad; (ii) productividad; y (iii) rentabilidad. Para obtener los datos se utilizó información documental

### Comparación entre Agricultura de Temporal y Agricultura de Riego





La pregunta ¿es efectiva y rentable la infraestructura de riego en el contexto de las políticas agrícolas nacionales? Esto requiere una comparación entre agricultura de temporal y de riego.

Para hacer esta comparación se usó información documental de la superficie sembrada y cosechada tanto en temporal como en riego. La base de datos de SIACON-NG (2020) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, que cubre el período 1980-2018 y que permite obtener los indicadores previstos para el análisis.

### **Comparación Entre Distritos y Unidades de Riego**

Considerando que la infraestructura de los distritos de riego fue prácticamente con recursos públicos, mientras que la infraestructura de las unidades de riego ha sido, en general, una mezcla entre recursos públicos y privados, esta comparación busca explorar que sucede en esta combinación de recursos.

La Comisión Nacional de Irrigación (CNI) inició los proyectos de “grande irrigación”, actualmente distritos de riego, en 1926 pero fue hasta 1940 cuando inició proyectos de “pequeña irrigación”, actualmente unidades de riego, la diferencia fundamental era la existencia de corrientes de cierta magnitud que pudieran servir a un área extensa para ser distritos de riego, o grande irrigación.

El análisis de estos impactos sólo puede hacerse cuando hay elementos que permiten hacer una comparación efectiva; es decir, que haya información comparable. Desafortunadamente, el período donde se tiene información entre pequeña y grande irrigación empieza en 1947 y termina en 1984, con algunos huecos de información (INEGI, 1986 p). En este período sólo se pueden obtener indicadores de productividad y rentabilidad porque no existen datos de superficie sembrada sólo superficie cosechada. Por otro lado, aunque la base de datos de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural tiene información de superficie de riego, no especifica si era de distritos de riego o unidades de riego y el análisis sería especulativo porque existen datos de superficie regada en los distritos de riego en el período 1997-2017 y la diferencia podría atribuirse a las unidades de riego. A partir del ciclo 1997/1998, la Comisión Nacional del Agua empezó a publicar las Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego, hasta el ciclo 2016/2017, mientras que las Estadísticas Agrícolas para las Unidades de Riego sólo se tienen anuarios de cuatro ciclos: 2011/2012, 2013/2014, y 2016/2017; por lo que la obtención de indicadores confiables son de estos tres ciclos, ya que existen datos de superficie sembrada y cosechada, producción y valor de la producción, que son las variables necesarias para calcular los indicadores.

### **Comparación Entre las Unidades Administrativas de la Conagua**

A los distritos de riego y unidades de riego, la CONAGUA ha agregado los Distritos de Temporal Tecnificado, cuyo objetivo principal es el drenaje de excesos de humedad, aunque algunos distritos de riego también cuentan con red de drenaje y al menos tres DTT tienen infraestructura de riego.

¿Cómo se compara la infraestructura hidroagrícola de riego con la de drenaje? Esta es una pregunta que debe reformularse porque existe más superficie en los trópicos húmedo y subhúmedo que se pueden tecnificar y representan un potencial futuro para el reto de la seguridad alimentaria, además de asegurar una producción agrícola sustentable y mejorar las condiciones socioeconómicas de estas regiones que se han mantenido marginadas del desarrollo regional.



En este contexto se analiza información comparable entre las tres unidades administrativas de infraestructura hidroagrícola de la CONAGUA. Desafortunadamente sólo se tienen dos períodos para hacer una comparación, los ciclos 2011/2012 y 2016/2017, usando las Estadísticas Agrícolas de la CONAGUA para las tres unidades administrativas.

### ***Impacto de la Infraestructura Hidroagrícola en la Condición Económica del Sector Agropecuario***

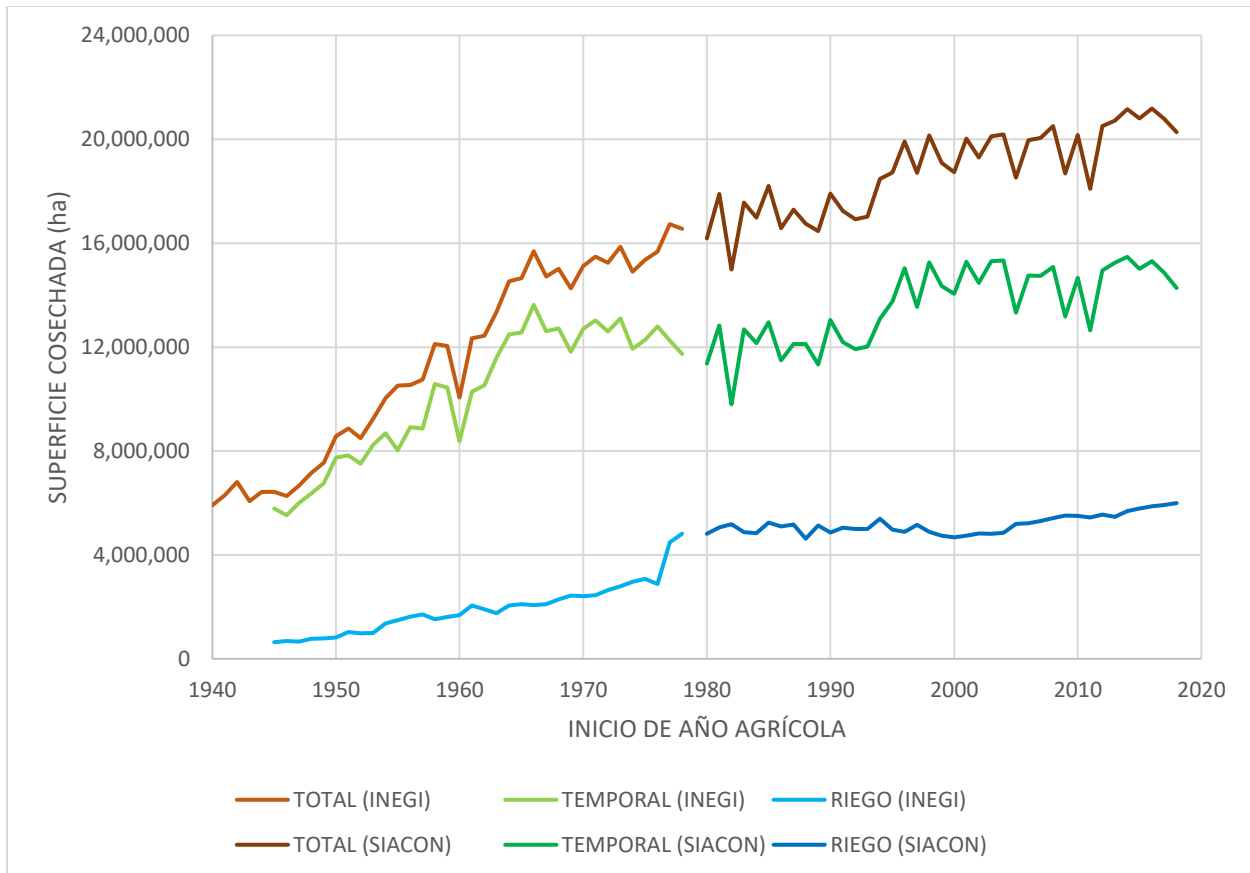
Se relacionaron los municipios que contenían distritos de riego, unidades de riego o distritos de temporal tecnificado, con el estrato dominante del trabajo de FAO SAGARPA (2014) con la idea de ver alguna relación entre el estrato dominante y la infraestructura hidroagrícola.

Para eso se sobrepusieron imágenes generadas por la FAO y SAGARPA (2012 p 19) con las de los distritos de riego (2020), unidades de riego (CONAGUA, 2020) y distritos de temporal tecnificado (CONAGUA, 2020).

## **Resultados Y Discusión**

### ***Comparación Entre Agricultura De Temporal Y Agricultura De Riego***

La Figura 1 muestra la evolución de la superficie cosechada desde 1940 al 2018 donde se puede mostrar las diferencias en la superficie cosechada de temporal y de riego en el país combinando información de INEGI (1940-1978) y SIACON (1980-2018). En la figura se puede apreciar que la superficie de riego empezó a ser significativa a partir de los años 1940s, la primera época visible es de 1947 a 1976 período en el cual, después de la Comisión Nacional de Irrigación, se creó la Secretaría de Recursos Hidráulicos. La superficie de riego pasó de 689,612 ha a 3'081,374 ha, mientras que la agricultura de temporal fluctuaba entre 5'528,287 ha hasta 12'799,149 ha, pasando por un máximo de 13'629,346 ha en 1966.



**Figura 1.** Evolución de la superficie de temporal y riego en México de 1940 al 2018  
Fuentes: INEGI (1986 p) y SIACON-NG (2020)

En la siguiente época, 1977 a 1991, cuando la obra de infraestructura hidroagrícola quedó a cargo de la Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) siguiendo la Ley Federal de Aguas, la agricultura de riego llegó a 5'052,545, con un máximo de 5'391,471 ha en 1994. La agricultura de temporal también creció hasta un máximo de 13'042,360 ha en 1990.

En el período 1992 al 2004, la agricultura de riego llegó a ocupar 4'854,338 ha, un descenso; mientras que la agricultura de temporal pasó a 15'337,193 ha, un incremento con fluctuaciones. En el período posterior al 2004, la agricultura de riego llegó a 5'996,660 en el 2018; mientras que la agricultura de temporal 14'273,752 ha, descendiendo en tres años, con un máximo de 15'474,377 ha en el 2014

**Cuadro 4.** Indicadores de ejecución de la agricultura de temporal y riego en las últimas cuatro etapas donde se tienen datos

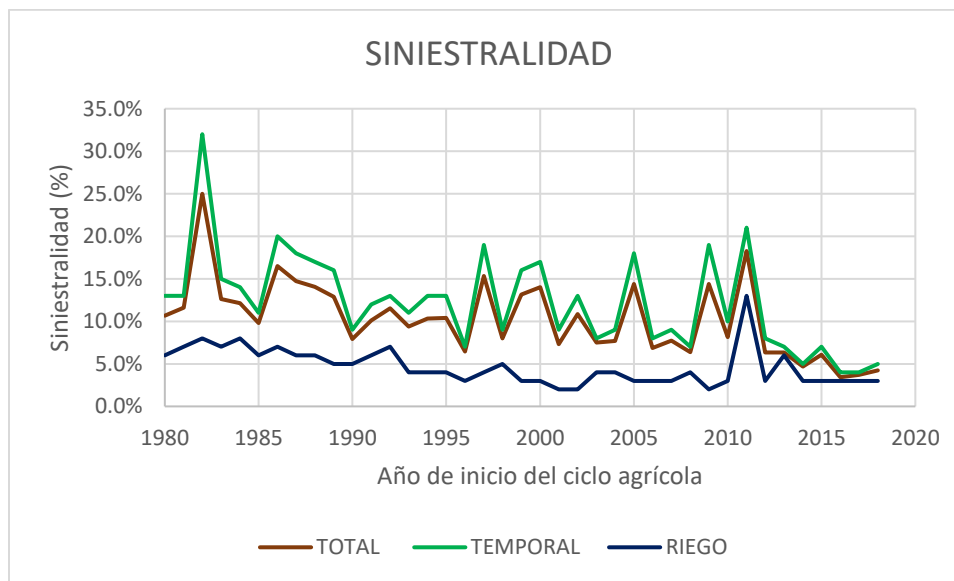
ÉPOCA	SINIESTRALIDAD (%)			PRODUCTIVIDAD (ton/ha)			RENTABILIDAD (\$/ha)		
	TEMPORAL	RIEGO	PORCENTAJE	TEMPORAL	RIEGO	PORCENTAJE	TEMPORAL	RIEGO	PORCENTAJE
PREHISPÁNICA									
COLONIAL	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
INDEPENDIENTE	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
PORFIRIANA	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
REVOLUCIÓN	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
COM. NAL. DE IRRIGACIÓN	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
SRÍA. REC. HIDRÁULICOS	SD	SD	SD	3.63	5.24	144.2%	\$177.61	\$987.96	556.2%
LEY FEDERAL DE AGUAS	12.8%	6.3%	49.2%	4.35	13.10	301.4%	\$0.72	\$1.75	244.0%
LEY DE AGUAS NACIONALES	12.4%	3.4%	27.4%	5.78	43.33	749.8%	\$1,056.75	\$3,133.76	296.5%
DEMOCRATIZACIÓN	9.4%	3.9%	41.8%	8.36	81.17	971.2%	\$1,754.27	\$4,619.12	263.3%

Fuente: propia, con datos de SIACON-NG (2020)

Enseguida se presentan los resultados, resumidos en el Cuadro 4, con respecto a cada uno de los indicadores para comparar la agricultura de riego con la de temporal.

### Siniestralidad

Los resultados del Cuadro 4 muestran que la siniestralidad es mayor en las zonas de temporal por un 49.2% en promedio en comparación con la siniestralidad en las áreas de riego en la época de 1980 a 1991; en el siguiente período, también la siniestralidad relativa fue mayor en las zonas temporales en un 27.4%; y en el período de 1992 a 2018 la siniestralidad fue 41.8% mayor en la agricultura de temporal que en la de riego. No existe una tendencia porque la fluctuación climática rebasa los intervalos entre estas épocas.



**Figura 2.** Evolución de la siniestralidad en el período 1980 al 2018.

Fuente: propia, con datos de SIACON-NG (2020)

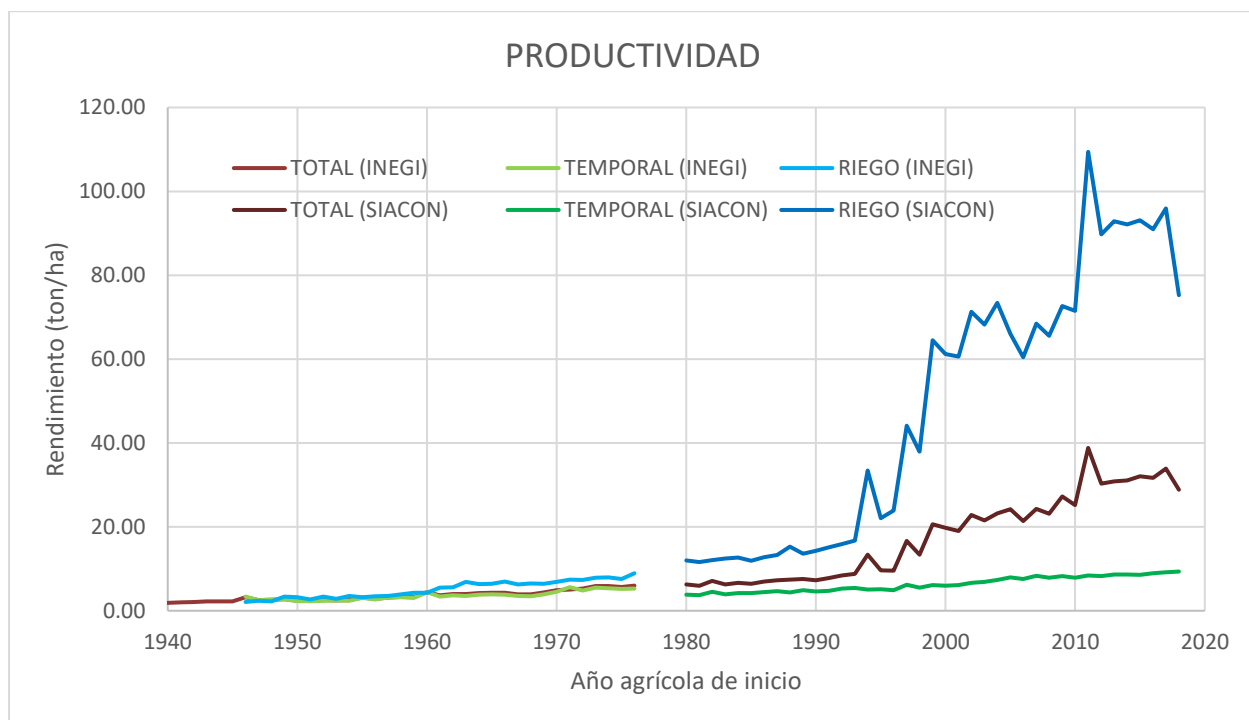
En general, se puede observar que la siniestralidad en la agricultura de temporal es mucho mayor que la siniestralidad en la agricultura de riego, aunque tiene una tendencia

descendiente. En el caso de la agricultura de riego existe una anomalía, en el año 2011 cuando las heladas afectaron gravemente a los distritos de riego del noroeste de México.

### Productividad

Hasta 1949 el rendimiento de la agricultura de temporal, 2.67 ton/ha, y de riego, 3.39 ton/ha era prácticamente igual. A partir de 1963 los rendimientos de la agricultura de riego, 6.92 ton/ha eran cerca del doble del temporal, 3.52 ton/ha. Esta fue una época donde los resultados de la Revolución Verde se empezaron a reflejar.

En los 1980s, el rendimiento promedio en riego era de 12.02 ton/ha significativamente más alto que en temporal, 3.8 ton/ha, el 300%. Sin embargo, los mayores incrementos se empezaron a notar a partir de la entrada al libre comercio. En 1994, si bien, los rendimientos en temporal se habían elevado a 5.07 ton/ha, en riego estos ya llegaban a 33.42 ton/ha. Las políticas agropecuarias tanto de Procampo como Alianza para el Campo influyeron, a mediados de los 1990s, se reflejaron en rendimientos en riego que en 1999 llegaban un promedio nacional de 64.52 ton/ha comparados con 6.10 ton/ha en temporal, casi 10 veces. Para la década de los 2010s, los rendimientos promedio nacional en riego no disminuyeron de 90 ton/ha en comparación con los 8.67 ton/ha de temporal; es decir, un incremento en 10 veces.



**Figura 3.** Evolución histórica de la productividad de la agricultura de riego y la de temporal.

Fuente: propia, con datos de SIACON-NG (2020)

### Rentabilidad

El indicador seleccionado, valor de producción unitario, en la época de la SRH, las zonas de riego eran poco más de cinco veces más rentable que la agricultura de temporal. Las otras tres épocas sólo muestran incrementos promedio de 250%.

La Figura 4 muestra la evolución de la rentabilidad de los terrenos agrícolas de temporal y de riego en el período 1940-2018 y se puede observar que la rentabilidad de la agricultura de riego está aumentando con el tiempo, en contraste con una mínima diferencia antes de 1980. Por lo que es posible decir que los costos de la infraestructura de riego son rentables.

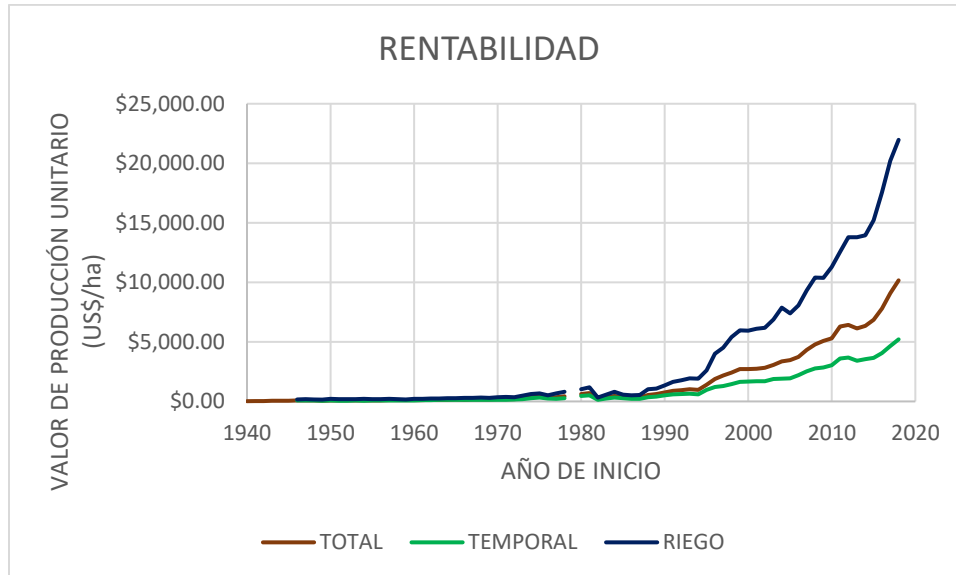
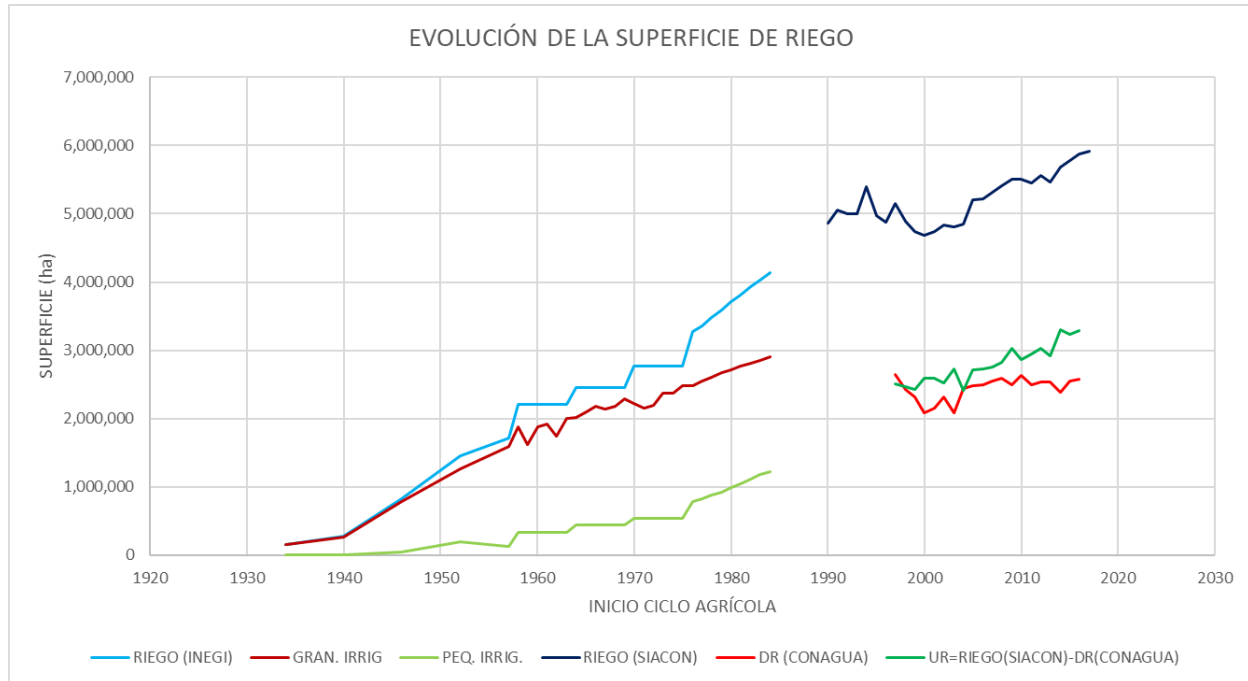


Figura 4. Rentabilidad de la agricultura de riego y de temporal en 1940-2018

### **Comparación Entre Distritos Y Unidades De Riego**

La Comisión Nacional de Irrigación (CNI) inició en 1926 los proyectos de “grande irrigación”, actualmente distritos de riego, pero fue hasta 1940 cuando inició proyectos de “pequeña irrigación”, actualmente unidades de riego, la diferencia fundamental era la existencia de corrientes de cierta magnitud que pudieran servir a un área extensa para ser distritos de riego, o grande irrigación. El período donde se tiene información entre pequeña y grande irrigación empieza en 1947 hasta 1984, con algunos huecos de información (INEGI, 1986 p 846). La Figura 5 muestra información parcial histórica complementada con la superficie de riego de la base de datos de SIACON-NG (2020) y superficie regada en los distritos de riego de la CONAGUA (CONAGUA, 2018 p 399). La superficie de las unidades de riego fue obtenida por diferencia entre las dos últimas fuentes. La suma de superficie de riego de SIACON-NG (2020) marca casi los seis millones de ha bajo riego, que era la meta en 1947 para superficie de riego en zonas áridas y semiáridas.



**Figura 5.** Evolución de los distritos y unidades de riego en México  
Fuentes: INEGI (1986 p 846), SIACON-NG (2020) y CONAGUA (2018, p 399)

En el Cuadro 5 se presentan los valores de las variables de producción en tres ciclos comunes para los distritos y unidades de riego. Se puede observar que tanto la superficie sembrada como la cosechada es mayor en las unidades de riego, aunque la variación es mayor. Las columnas de producción y valor de la producción muestran una ligera tendencia creciente en los tres ciclos.

**Cuadro 5.** Datos de las variables de producción obtenidas en los tres ciclos comunes entre unidades y distritos de riego

UNIDAD	SEMBRAD A (ha)	COSECHAD A (ha)	PRODUCCIÓ N (t)	VALOR PRODUCCIÓN (M\$)
DR 2011/2012	2,795,908	2,763,809	47,657,350	\$112,803,220,000.00
DR 2013/2014	2,951,245	2,936,392	47,439,280	\$107,854,480,000.00
DR 2016/2017	3,023,019	3,009,670	56,231,000	\$164,849,990,000.00



<b>PROMEDIO</b>	<b>2,923,391</b>	<b>2,903,290</b>	<b>50,442,543</b>	<b>\$128,502,563,333.33</b>
UR 2011/2012	3,246,651	3,136,292	75,177,380	\$142,194,200,000.00
UR 2013/2014	3,699,003	3,470,670	81,452,040	\$154,888,400,000.00
UR 2016/2017	3,780,246	3,646,883	82,479,292	\$224,007,308,790.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>3,575,300</b>	<b>3,417,948</b>	<b>79,702,904</b>	<b>\$173,696,636,263.33</b>

Fuentes: CONAGUA (2013a; 2015a; 2018a; 2013b; 2015b y 2018b)

En el Cuadro 6 se presentan los valores de los indicadores de ejecución para los distritos y unidades de riego, los cuales serán discutidos individualmente.

**Cuadro 6.** Indicadores de ejecución de los distritos y unidades de riego.

<b>UNIDAD</b>	<b>SINIESTRALIDAD (%)</b>	<b>PRODUCTIVIDAD (ton/ha)</b>	<b>RENTABILIDAD (\$/ha)</b>
DR 2011/2012	1.15%	17.24	\$40,814.41
DR 2013/2014	0.50%	16.16	\$36,730.27
DR 2016/2017	0.44%	18.68	\$54,773.44
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.70%</b>	<b>17.36</b>	<b>\$44,106.04</b>
UR 2011/2015	3.40%	23.97	\$45,338.32
UR 2013/2015	6.17%	23.47	\$44,627.81
UR 2016/2018	3.53%	22.62	\$61,424.32
<b>PROMEDIO</b>	<b>4.37%</b>	<b>23.35</b>	<b>\$50,463.48</b>

Fuentes: Mismas que en el Cuadro 3.

### **Siniestralidad**

Si analizamos los promedios, se observa que las unidades de riego tienen la mayor siniestralidad, con un promedio de 4.4%, en contraste con los distritos de riego que tienen un promedio de 0.69% de siniestralidad. Es decir, las UR son más susceptibles a las condiciones ambientales.

### **Productividad**

La productividad es mayor en las unidades de riego, con un promedio de 23.3 ton/ha en comparación con 17.37 ton/ha de los distritos de riego. También se puede apreciar poca variabilidad en los datos de producción.

### **Rentabilidad**

La rentabilidad, medida como el valor de producción unitario (Valor de producción/superficie cosechada) es mayor en las unidades de riego, con un promedio de 50,818.98 \$/ha en contraste con los 44,261.01 \$/ha.

Al considerar los tres indicadores, se puede decir que las unidades de riego son más productivas y rentables que los distritos de riego, a pesar de la siniestralidad. Enfocando mejor a las unidades de riego en técnicas de control de riesgos ambientales, esto podría reducirse y hacerlas más atractivas.

## **Comparación Entre Las Unidades Administrativas De La Conagua**





La Comisión Nacional del Agua es la agencia gubernamental que supervisa a las áreas con infraestructura hidroagrícola clasificadas como distritos de riego (DR), unidades de riego (UR) y distritos de temporal tecnificado (DTT).

La Figura 5 mostró la evolución de las dos primeras; pero no se tienen registros completos de la evolución de los DTTs. Lo que si está documentado es que los trabajos de drenaje con fondos públicos iniciaron en el distrito de riego DR-041 Río Yaqui, Sonora, entre 1965 y 1973, y que después de ese inicio, se excavaron redes de drenaje en los distritos de riego costeros de Baja California, Sonora, Sinaloa y Nayarit en el noroeste; y los distritos DR-025 Bajo Río Bravo y DR-026 Bajo Río San Juan, Tamaulipas en el noreste. Los trabajos de drenaje en el trópico húmedo iniciaron en los 1970s en el Plan Chontalpa, actualmente DTT-012 Chontalpa, Tabasco; en el actual DTT-013 Balancán-Tenosique, Tabasco, en 1971; y DTT-010 San Fernando, Tamaulipas. Los demás DTTs tienen su origen a partir de 1994; por lo que casi todas las obras de drenaje se han hecho en los últimos 50 años, en contraste con las obras de drenaje que tienen prácticamente 100 años.

Las variables de producción usadas para el análisis de ejecución de las tres unidades administrativas de la CONAGUA corresponden sólo a dos ciclos agrícolas: 2011/2012 y 2016/2017, que es donde se tuvieron información comparable entre las tres. Los valores se presentan en el Cuadro 7, donde se puede observar que los distritos y las unidades de riego, además de más extensas, tienen producción mayor y, en consecuencia, generan un valor de producción más de cinco veces más alto.

**Cuadro 7.** Variables de producción de las tres unidades administrativas de la CONAGUA en los ciclos 2011/2012 y 2016/2017.

UNIDAD	SEMBRADA (ha)	COSECHADA (ha)	PRODUCCIÓN (t)	VALOR PRODUCCIÓN (\$)
DR 2011/2012	2,795,908	2,763,809	47,657,350	112,803,220,000.00
DR 2016/2017	3,023,019	3,009,670	56,231,000	164,849,990,000.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>2,909,464</b>	<b>2,886,740</b>	<b>51,944,175</b>	<b>138,826,605,000.00</b>
UR 2011/2012	3,246,651	3,136,292	75,177,380	142,194,200,000.00
UR 2016/2017	3,780,246	3,646,883	82,479,292	224,007,308,790.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>3,078,057</b>	<b>3,011,516</b>	<b>63,560,778</b>	<b>140,510,402,500.00</b>
DTT 2011/2012	1,817,472	1,782,228	29,154,000	22,818,500,000.00
DTT 2016/2017	1,765,862	1,757,394	26,186,696	28,391,466,570.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>1,791,667</b>	<b>1,769,811</b>	<b>27,670,348</b>	<b>25,604,983,285.00</b>

Fuente: Estadísticas Agrícolas de Distritos de Riego (CONAGUA, 2018a p 9), Estadísticas Agrícolas de las Unidades de Riego (CONAGUA, 2018b p7) y Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Temporal Tecnificado (CONAGUA, 2018c p 4)

Con estos datos se procedió a obtener los valores de los indicadores de siniestralidad, productividad y rentabilidad, que se presentan en el Cuadro 8.



**Cuadro 8.** Indicadores de ejecución de las unidades administrativas de la CONAGUA en los ciclos 2011/2012 y 2016/2017.

UNIDAD	SINIESTRALIDAD (%)	PRODUCTIVIDAD (ton/ha)	RENTABILIDAD (\$/ha)
DR 2011/2012	1.15%	17.24	\$40,814.41
DR 2016/2017	0.44%	18.68	\$54,773.44
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.79%</b>	<b>17.96</b>	<b>\$47,793.92</b>
UR 2011/2012	3.40%	23.97	\$45,338.32
UR 2016/2017	3.53%	22.62	\$61,424.32
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.46%</b>	<b>23.29</b>	<b>\$53,381.32</b>
DTT 2011/2012	1.94%	16.36	\$12,803.36
DTT 2016/2017	0.48%	14.90	\$16,155.44
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.21%</b>	<b>15.63</b>	<b>\$14,479.40</b>

Fuente: propia con base a datos del Cuadro 5.

### Siniestralidad

El Cuadro 6 muestra que la siniestralidad es más alta en las UR, promedio de 3.46%; seguida por los DTTs, con un promedio de 1.21%; y la menor en los DR, con un promedio de 0.79%. Considerando que el tamaño de las unidades es mayor en los DRs, seguido por los DTTs, y al final las UR; es probable que la siniestralidad esté relacionada con la disponibilidad de prestadores de servicio; por ejemplo, en los DRs son áreas más extensas que los DTTs y finalmente que las UR, las de menor extensión.

### Productividad

En materia de productividad, el rendimiento promedio de las UR es mayor, 23.29 ton/ha, en comparación con los DR, 17.96 ton/ha, y los DTT, con promedio de 15.63 ton/ha. Probablemente el rendimiento se explique también en función del tamaño. Por un lado, las UR tienen tamaños de parcela menores (Cuadro 1) y probablemente los productores pongan más atención a sus parcelas ya que ellos son responsables del funcionamiento de la red mayor y red menor, por así decirlo. Los DTTs tienen tamaños mayores pero la responsabilidad del funcionamiento de la red mayor es compartido, al igual que en los DRs.

### Rentabilidad

Con relación a la rentabilidad, las UR resultaron con la mayor rentabilidad, con un valor de producción unitario promedio de 53,381.32 \$/ha; seguido por el de los DR, con valores promedio de 47,793.92 \$/ha; y los más bajos correspondieron a los DTTs, con un valor de producción unitario promedio de 14,479.70 \$/ha.

Esto fue consistente con los resultados del apartado anterior, las URs son más productivas y rentables que los DRs. También demuestra que la infraestructura de riego es más productiva y rentable que la infraestructura de drenaje; sin embargo, tanto la siniestralidad, como la productividad y rentabilidad de las áreas con drenaje son mejores que en las áreas de temporal, donde la siniestralidad mínima era de 9.4%; el rendimiento era de 8.36 ton/ha y la rentabilidad fue de 1,754.27 U\$/ha.



## Impacto De La Infraestructura Hidroagrícola En La Condición Socioeconómica Del Sector Agropecuario.

Si bien, los trabajos en materia de la caracterización del sector agropecuario fueron definidos por la FAO SAGARPA (2014, p 18), en realidad no nos dice nada con relación a la causalidad, y el objetivo de este trabajo es conocer el impacto de las políticas agropecuarias en materia de infraestructura en el sector y la condición socioeconómica de las unidades de producción rural.

El Cuadro 9 muestra el número de municipios con los seis estratos predominantes de las unidades económicas rurales (UER) encontrándose una relación entre los grandes distritos de riego con los estratos socioeconómicos.

**Cuadro 9.** Sobreposición de estratificación de unidades económicas rurales con mapas de distritos de riego y distritos de temporal tecnificado.

ESTRATO	DESCRIPCIÓN	Municipios a nivel nacional		Superficie de municipios		Municipios con distrito de riego		Municipios con distritos de temporal	
		Número	Porcentaje	Superficie (km2)	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
E1	Familiar de subsistencia sin vínculo al mercado	37	1.5%	9,729	0.5%	7	18.9%	6	16.2%
E2	Familiar de subsistencia con vínculo al mercado	1,983	80.8%	1,047,115	53.6%	280	14.1%	62	3.1%
E3	Transicional	218	8.9%	421,170	21.5%	95	43.6%	19	8.7%
E4	Empresarial con rentabilidad baja	165	6.7%	339,953	17.4%	73	44.2%	22	13.3%
E5	Empresarial pujante	52	2.1%	136,981	7.0%	43	82.7%	4	7.7%
E6	Empresarial dinámico	0	0.0%	0	0.0%	0		0	
<b>TOTAL</b>		<b>2,455</b>	<b>100.0%</b>	<b>1,954,948</b>	<b>100.0%</b>	<b>498</b>	<b>20.3%</b>	<b>113</b>	<b>4.6%</b>

Fuente: Propia con base a datos de FAO SAGARPA (2014 p 20) y mapas de distritos de riego y distritos de temporal tecnificado de CONAGUA (2020).

En primer lugar, es notorio que en el 82.3% de los municipios del país predominan las unidades de producción familiar de subsistencia. Es mayoritario el “familiar de subsistencia con vínculo al mercado”, que es un indicador de la situación del campo mexicano. Esta situación cubre el 54.1% de la superficie nacional. El restante 17.7% de los municipios tienen una predominancia de unidades de producción empresarial, pero cubren el 45.9% del territorio.

Con relación a la infraestructura hidroagrícola, al sobreponer los distritos de riego y los distritos de temporal tecnificado al mapa de Unidades Económicas Rurales (UER), se encontraron 498 municipios que comparten distritos de riego y 113 municipios que comparten distritos de temporal tecnificado; es decir sólo 611 municipios de 2455 municipios demarcados en ese año tenían infraestructura hidroagrícola (24.9% de los municipios).

Es notable que el 90.4% de los municipios donde el estrato predominante es el “empresarial pujante”, el máximo mapeado, tienen infraestructura de riego y/o drenaje; esto es 47 municipios de un total de 52 tienen esa condición debido a la infraestructura hidroagrícola. El 57.5% de los municipios donde predomina el estrato “empresarial con rentabilidad baja” tienen infraestructura; esto es 85 municipios de un total de 165. Finalmente, el 51.3% de los municipios donde predominan las unidades “transicionales” tienen infraestructura hidroagrícola.



Analizando un poco más a detalle, se observa que los municipios donde predominan las unidades “empresarial pujante” se encuentran en las zonas costeras del noroeste y noreste de México. Esto puede estar relacionado con actividades pesqueras y/o acuícolas para mejorar la situación económica municipal. Asimismo, estos distritos costeros tienen distritos de riego que cuentan con redes de canales de riego y drenaje, con las excepciones a dos municipios de Sonora, donde se tienen distritos de riego por bombeo y no se tienen redes ni de canales ni de riego.

Lo que se puede concluir de este análisis es que la condición económica con “nivel empresarial” del sector agropecuario depende de la infraestructura hidroagrícola, en al menos 50% de los municipios en cada estrato

## Conclusiones

Este trabajo analiza las políticas públicas agrícolas enfocadas a la infraestructura hidroagrícola y hace una evaluación de los impactos logrados a casi un siglo de su implementación.

La agricultura de riego reduce la susceptibilidad de la agricultura de temporal en las pérdidas de cosechas en un 41.6%.

La productividad en la agricultura de riego es 10 veces el rendimiento nacional de la agricultura de temporal, 8.67 ton/ha, en contraste con 92.58 ton/ha del rendimiento promedio nacional de la agricultura de riego. Los programas de apoyo a la agricultura fueron clave para este despegue, desde los implementados en (i) la “revolución verde” de los 1960s, donde se duplicó el rendimiento de temporal, 3.52 ton/ha contra 6.92 ton/ha en riego, hasta los de (ii) Procampo y Alianza para el Campo de 1994 y 1996, respectivamente, que llegaron a aumentar en 10 veces el rendimiento.

La infraestructura hidroagrícola representó una gran carga financiera al país, especialmente en el período 1926 a 1976; pero los resultados muestran que la agricultura de riego es 260 % más rentable que la agricultura de temporal. Esto se debe reflejar en las cuentas nacionales, pero más importante es que esto da seguridad al productor.

Otro objetivo fue revisar qué tipo de infraestructura de riego ha mostrado más efectividad, para lo cual se compararon los distritos y las unidades de riego.

Los resultados muestran que la siniestralidad de las unidades de riego es más alta, probablemente asociada a que como las unidades son más pequeñas existan menos proveedores de servicios que en los distritos de riego. Sin embargo, la productividad y la rentabilidad de las unidades de riego son mayores que los distritos de riego, probablemente asociado a que los productores son los responsables totalmente de todo el sistema.

El siguiente objetivo fue comparar la infraestructura de riego contra la de drenaje para lo cuál se agregaron los distritos de temporal tecnificado, DTTs, que son las unidades administrativas de drenaje. Los resultados muestran que la siniestralidad sigue siendo mayor en las unidades de riego, intermedia en los DTTs y menor en los DRs. La productividad y rentabilidad siguió mayor en las UR, seguidas por los DR, y finalmente los DTTs. Esto implica que la infraestructura de drenaje tiene un impacto menor que la infraestructura de riego.

Finalmente, se encontró que la condición económica de los municipios con “nivel empresarial” del sector agropecuario, tomada de los estratos del sector agropecuario de FAO SAGARPA (2014, p 18), depende de la infraestructura hidroagrícola, en al menos



50% de los municipios en cada estrato. Esto es relevante porque justifica las inversiones realizadas en la aplicación de las políticas públicas en materia de infraestructura hidroagrícola del país.

Extrapolando al futuro, si ya se llegó al potencial de infraestructura de riego, las superficies que requieren drenaje requieren inversión; por lo que, es necesario analizar el reto alimentario con la construcción de infraestructura hidroagrícola en las zonas húmedas y semihúmedas del país.

## Referencias

Aguilar Camín, Héctor. 1977. La frontera nómada: Sonora y la Revolución mexicana. Editorial Siglo XXI. México, DF. 450 pp

Arias Rojo, H. and Salmón Castelo, R.F. 2019. Mexican Water Sector: A brief review of its history (Chapter 2). In H. R. Guerrero García Rojas (Ed). Water Policy in Mexico (Global Issues in water policy 20. Pp: 19-51). Cham: Springer

Colegio de México. 2010. "Evolución sobre la Legislación de Aguas en México" del Colegio de México. Reportado en <http://siaps.colmex.mx/documentos/legislacion/Evolucion%20de%20la%20legislacion%20de%20aguas%20en%20Mexico.pdf>

CONAGUA. 2003. Estadísticas del Agua en México. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF 104 pp.

CONAGUA. 2008. Proyecto CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF 317 pp.

CONAGUA, 2012. Ley de Aguas Nacionales. Comisión Nacional del Agua. Diario Oficial de la Federación. 18 de Abril del 2008. México, DF.

CONAGUA. 2018a. Estadísticas del Agua en México. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF 303 pp.

CONAGUA. 2018b. Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego. Año agrícola 2016-2017. Subgerencia General de Infraestructura Hidroagrícola. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF 404 pp.

CONAGUA. 2018c. Estadísticas Agrícolas de las Unidades de Riego. Año agrícola 2016-2017. Subgerencia General de Infraestructura Hidroagrícola. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF 900 pp.

CONAGUA. 2018d. Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Temporal Tecnificado. Año agrícola 2017. Subgerencia General de Infraestructura Hidroagrícola. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF 144 pp.



Farías, Urbano. 1993. Derecho Mexicano de Aguas Nacionales. Legislación, Comentarios y Jurisprudencia. Editorial Porrúa. México, D.F. 338 pp.

Franco Corzo, Julio. 2013. Diseño de Políticas Públicas. Segunda Edición. IEXE Editorial. México, DF. 276 pp.

Grácida Romo, Juan José. 1997a. Capítulo I. Génesis y Consolidación del Porfiriato en Sonora (1883-1895). En Radding de Murrieta, Cynthia (Coord). Tomo IV. Historia General de Sonora. Sonora Moderno: 1880-1929. Instituto Sonorense de Cultura. Gobierno del Estado de Sonora. 380 pp

Grácida Romo, Juan José. 1997b. Capítulo II. La expansión capitalista y sus nuevos requerimientos. En Radding de Murrieta, Cynthia (Coord). Tomo IV. Historia General de Sonora. Sonora Moderno: 1880-1929. Instituto Sonorense de Cultura. Gobierno del Estado de Sonora. 380 pp

Hirt, K. Kris. 2019. The domestication of maize in America. Maize: a 9,000-year-old radical experiment in plant domestication. Though.co visitado el 4 de abril del 2020. <https://www.thoughtco.com/maize-domestication-history-of-american-corn-171832>

INE-RDS-PNUD. 2000. Áreas Naturales Protegidas de México con decretos federales. Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAT), Red para el Desarrollo Sustentable, A.C. y Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). México, DF. 830 pp.

INEGI. 1986. Estadísticas Históricas de México. Tomo I. Instituto Nacional de Estadísticas Geografía e Informática. México, DF. 490 pp

INEGI y COLPOS. 1998. Análisis de las Unidades de Producción Rurales de México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y Colegio de Postgraduados. México, DF. 52 pp.

INF. 2000. Inventario Nacional Forestal. Comisión Nacional Forestal.

Jiménez Velázquez, Mercedes A. 1999. La Fundación Rockefeller y la Investigación Agrícola en América Latina. Comercio Exterior 40(10):968-975. Consultada el 9 de abril del 2020. <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/167/7/RCE7.pdf>

Kroeber, Clifton B. 1994. El hombre, la tierra y el agua. Las políticas en torno a la irrigación de la agricultura de México 1885-1991. México. IMTA/CIESAS

Luna Escalante, Gustavo. 2007. Derechos, Usos y Gestión del Agua en el territorio Yaqui. Tesis de Diplomado en Gestión Integrada en Cuencas Hidrológicas. Colegio de Sonora. Hermosillo, Sonora. 166 pp.

Molina Enríquez, Andrés. 1909. Los grandes problemas Nacionales. A. Carranza e Hijos. México, DF. Pp



SAGARPA y FAO. 2014. Diagnóstico del sector rural y pesquero de México 2012. Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. México, DF 68 pp.

Rojas Rabiela, Teresa. 2009. Las obras hidráulicas en las épocas prehispánica y colonia. Pp 9-26. En SEMARNAT (editor). Semblanza Histórica del Agua en México. Subdirección General de Programación. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF. 82 pp.

Rojas Rabiela, María Teresa. 2020. Las chinampas de México: métodos constructivos. Visitado el 22 de mayo del 2020.

<https://arqueologiamexicana.mx/indice-tematico-mexico-antiguo/las-chinampas-de-mexico-metodos-constructivos>

Rosales Villa, Manuel. 2009. La Boquilla: Cien años de historia. Sitio visitado el 29 de abril del 2020

<https://santarosaliadecamargo.files.wordpress.com/2009/09/gaceta-134-julio-agosto-2009.pdf>

Shapira, Yoram. 1973. Comisiones de Desarrollo Regional: La Comisión del Río Fuerte. 2(1):139-175. Visitado el 29 de abril del 2020

[https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/9170/1973\\_vol2\\_no1\\_p139-175.pdf;sequence=1](https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/9170/1973_vol2_no1_p139-175.pdf;sequence=1)

SIACON-NG. 2020. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultado el 2 de febrero del 2020. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>

SRH. 1976. El Agua y su aprovechamiento a través de la historia de México. Volumen I. Editorial Hoy, S.A. México, DF. 638 pp

Vuelvas Cisneros, Marco Antonio. 2016. Las unidades de riego para el desarrollo rural. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Cámara de Diputados. Congreso de la Unión. México, DF. 122 pp.